

SPRAWOZDANIE JRC "NAUKA DLA POLITYKI"

# Dokument referencyjny dotyczący najlepszych dostępnych technik (BAT) dla przetwarzania odpadów

*Dyrektywa w sprawie emisji  
przemysłowych  
2010/75/UE (zintegrowane  
zapobieganie zanieczyszczeniom  
i ich kontrola)*

Antoine Pinasseau, Benoit Zenger,  
Joze Roth, Michele Canova,  
Serge Roudier

2018





---

Dokument referencyjny dotyczący  
najlepszych dostępnych technik  
(BAT) dla przetwarzania odpadów

Dyrektywa w sprawie emisji przemysłowych  
2010/75/UE (zintegrowane zapobieganie  
zanieczyszczeniom i ich kontrola)

*Autorzy:*

Antoine Pinasseau  
Benoit Zerger  
Joze Roth  
Michele Canova  
Serge Roudier

2018

EUR 29362 EN

---

---

Niniejsza publikacja jest sprawozdaniem "Nauka dla polityki" sporządzonym przez Wspólne Centrum Badawcze (JRC), służbę Komisji Europejskiej odpowiedzialną za naukę i wiedzę. Jej celem jest zapewnienie opartego na dowodach naukowych wsparcia dla procesu kształtowania polityki europejskiej. Wyrażony dorobek naukowy nie oznacza stanowiska politycznego Komisji Europejskiej. Ani Komisja Europejska, ani żadna osoba działająca w imieniu Komisji nie ponosi odpowiedzialności za sposób wykorzystania niniejszej publikacji.

### Informacje kontaktowe

Nazwa: European IPPC Bureau

Adres: Joint Research Centre, Edificio Expo c/ Inca Garcilaso 3, E-41902 Seville, Spain

E-mail: [JRC-B5-EIPPCB@ec.europa.eu](mailto:JRC-B5-EIPPCB@ec.europa.eu)

Tel.: + 34 95 4488 284

### JRC Science Hub

<https://ec.europa.eu/jrc>

### Nota prawna

Zgodnie z decyzją Komisji z dnia 12 grudnia 2011 r. w sprawie ponownego wykorzystywania dokumentów Komisji (2011/833/UE) niniejszy dokument BREF podlega bezpłatnemu ponownemu wykorzystaniu, z wyjątkiem części objętych prawami osób trzecich, które mogą być obecne w dokumencie (takich jak obrazy, tabele, dane, materiały pisemne, lub podobne, do których prawa muszą zostać nabyte od ich odpowiednich posiadaczy oddzielnie, celem dalszego wykorzystania. Komisja Europejska nie ponosi odpowiedzialności za jakiegokolwiek konsekwencje wynikające z ponownego wykorzystania niniejszej publikacji. Każde ponowne wykorzystanie uzależnione jest od uznania źródła i nie zniekształcenia jego oryginalnego znaczenia lub zawartej w nim wiadomości.

JRC113018

EUR 29362 EN

PDF

ISBN 978-92-79-94038-5

ISSN 1831-9424

doi:10.2760/407967

Luksemburg: Urząd Publikacji Unii Europejskiej, 2018

© Unia Europejska, 2018

Tytuł raportu: Antoine Pinasseau, Benoit Zerger, Joze Roth, Michele Canova, Serge Roudier; *Dokument referencyjny dotyczący najlepszych dostępnych technik (BAT) dla przetwarzania odpadów; Dyrektywa w sprawie emisji przemysłowych 2010/75/UE (zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich kontrola)*; EUR 29362 EN; Urząd Publikacji Unii Europejskiej, Luksemburg, 2018; ISBN 978-92-79-94038-5, doi:10.2760/407967, JRC113018.

Wszystkie obrazy © Unia Europejska 2018, z wyjątkiem zdjęć z okładki począwszy od lewej do prawej: 1. jrgen fichle © fotolia.com – Jürgen Fälchle; 2. stos odpadów © fotolia.com – Gudellaphoto; 3. Murdocks - obrazy - zbiornik fermentator osadów ściekowych, zakład produkcji biogazu © fotolia.com – murdocksimages; 4. Zbiornik fermentator osadów ściekowych, zakład produkcji biogazu © fotolia.com – sauletas;

**Tytuł:** Dokument referencyjny dotyczący najlepszych dostępnych technik (BAT) dla przetwarzania odpadów.

### Streszczenie

Dokument referencyjny dotyczący najlepszych dostępnych technik (BAT) dla przetwarzania odpadów powstał jako wynik wymiany informacji począwszy od spotkania inauguracyjnego, które odbyło się w dniach 25-28 listopada 2013 r. Gromadzenie informacji miało miejsce w latach 2014 i 2015, a spotkanie podsumowujące odbyło się w marcu 2017 r. Dokument zawiera informacje na temat następujących procesów przetwarzania odpadów:

- Mechaniczne przetwarzanie w rozdrabniaczach odpadów metalowych
  - Mechaniczne przetwarzanie urządzeń zawierających lotne węglowodory (VHC) i wodorowefluorowęglowodory (VFC)
  - Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
  - Tlenowe uzdatnianie odpadów
  - Beztlenowe uzdatnianie odpadów
  - Mechaniczno-biologiczne przetwarzanie odpadów (MBT)
  - Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i półpłynnych
  - Powtórna rafinacja odpadów olejowych
  - Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
  - Regeneracja zużytych rozpuszczalników
  - Fizyczno-chemiczne i/lub biologiczne przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
  - Regeneracja / odzysk składników ograniczających zanieczyszczenia / oczyszczanie gazów spalinowych
  - Odzysk składników z zużytych katalizatorów
  - Przetwarzanie skażonej gleby
  - Przetwarzanie odpadów zawierających trwałe zanieczyszczenia organiczne (TZO)
  - Przetwarzanie odpadów zawierających rtęć
-

---

## Podziękowania

Raport ten został opracowany przez Europejskie Centrum Zintegrowanego Zapobiegania i Kontroli Zanieczyszczeń (EIPPCB) przy Wspólnym Centrum Badawczym Komisji Europejskiej - Dyrekcja B „Wzrost i Innowacje”, pod nadzorem Serge'a Roudiera (dyrektora EIPPCB) i Luisa Delgado Sancho (kierownika działu ds. gospodarki o obiegu zamkniętym i wiodącej pozycji w przemyśle). Autorami niniejszego dokumentu referencyjnego dotyczącego najlepszych dostępnych technik (BREF) są: Antoine Pinasseau, Benoit Zerger, Joze Roth, Michele Canova oraz Serge Roudier.

Niniejsze sprawozdanie zostało sporządzone w ramach wdrażania dyrektywy w sprawie emisji przemysłowych (2010/75/UE) i jest wynikiem wymiany informacji przewidzianej w art. 13 dyrektywy.

Głównymi dostawcami informacji byli:

- spośród państw członkowskich UE: Austria, Belgia, Dania, Finlandia, Francja, Hiszpania, Holandia, Irlandia, Niemcy, Szwecja, Wielka Brytania oraz Włochy;
- spośród organizacji przemysłowych: EBA (European Biogas Association), ECN (European Compost Network), EuRIC (European Recycling Industries' Confederation), EUCOPRO (European Association for Co-processing), EURITS (EU for Responsible Incineration and Treatment of Special Waste), FEAD (European Federation of Waste Management and Environmental Services), HWE (Hazardous Waste Europe), MWE (Municipal Waste Europe);
- spośród organizacji pozarządowych działających na rzecz ochrony środowiska: EEB (Europejskie Biuro Ochrony Środowiska).

Pozostali uczestnicy w procesie przygotowania niniejszego przeglądu to: Czechy, Norwegia, Polska, Portugalia, Rumunia, CEFIC, CEMBUREAU, CEPI, CEWEP, EERA, ERFO, ESRG, ESWET, EURELECTRIC, EUROFER, EUROMETAUX, GEIR i ORGALIME.

Cały zespół EIPPCB przyczynił się do opracowania oraz recenzji niniejszego dokumentu.

Dokument został przygotowany przez Annę Atkinson oraz sformatowany przez Ricka Nowfera.

---

Niniejszy dokument jest jednym z serii przewidywanych do opracowania sprawozdań wymienionych poniżej (w momencie jego tworzenia jeszcze nie wszystkie zostały przygotowane):

<b>Dokument referencyjny dotyczący najlepszych dostępnych technik (BREF)</b>	<b>Kod</b>
Przemysł ceramiczny	CER
Wspólne systemy oczyszczania/zagospodarowywania ścieków i gazów odlotowych w sektorze chemicznym	CWW
Przetwarzanie gazów odlotowych w sektorze chemicznym	WGC
Emisje pochodzące z magazynowania	EFS
Efektywność energetyczna	ENE
Przemysł przetwórstwa metali żelaznych	FMP
Przemysł spożywczy, mleczarski i napojów	FDM
Przemysłowe systemy chłodzenia	ICS
Intensywny chów i hodowla drobiu lub świń	IRPP
Produkcja żelaza i stali	IS
Duże obiekty spalania	LCP
Wielkotonażowa produkcja związków nieorganicznych - amoniak, kwasy i nawozy	LVICAAF
Wielkotonażowa produkcja związków nieorganicznych - przemysł substancji stałych i innych	LVIC-S
Wielkotonażowa produkcja związków organicznych	LVOC
Zarządzanie osadami i odpadami w działalności górniczej	MTWR
Przemysł szklarski	GLS
Produkcja związków organicznych głęboko przetworzonych	OFC
Przemysł metali nieżelaznych	NFM
Produkcja cementu, wapna i tlenku magnezu	CLM
Przemysł chloro-alkaliczny	CAK
Produkcja polimerów	POL
Przemysł celulozowo-papierniczy	PP
Produkcja związków nieorganicznych specjalnego przeznaczenia	SIC
Rafinacja ropy naftowej i gazu ziemnego	REF
Rzeźnie i zwierzęce produkty uboczne	SA
Kuźnie i odlewnie	SF
Obróbka powierzchniowa metali i materiałów z tworzyw sztucznych	STM
Obróbka powierzchni z wykorzystaniem rozpuszczalników organicznych (w tym konserwacja środkami chemicznymi do drewna oraz produktów z drewna)	STS
Garbowanie skór i skórek	TAN
Przemysł tekstylny	TXT
Spalanie odpadów	WI
<i>Przetwarzanie odpadów</i>	<i>WT</i>
Produkcja płyt drewnopochodnych	WBP
<b>Dokument referencyjny (REF)</b>	
Aspekty ekonomiczne i skutki przenoszenia zanieczyszczeń pomiędzy komponentami środowiska	ECM
Ogólne zasady monitoringu	ROM

Wersje elektroniczne projektów oraz dokumentów końcowych są dostępne publicznie i można je pobrać ze strony <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu>

---

## PRZEDMOWA

### 1. Status dokumentu

O ile nie określono inaczej, odniesienie do słowa "dyrektywa" w niniejszym dokumencie odnosi się do dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE w sprawie emisji przemysłowych (zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich kontrola).

Pierwotny dokument referencyjny dotyczący najlepszych dostępnych technik (BAT) w zakresie przetwarzania odpadów (BREF) został przyjęty przez Komisję Europejską w 2006 r. Niniejszy raport jest wynikiem przeglądu tego dokumentu, który rozpoczął się w czerwcu 2013 r.

Niniejszy dokument referencyjny BAT dotyczący przetwarzania odpadów stanowi część serii przedstawiającej wyniki wymiany informacji pomiędzy państwami członkowskimi UE, zainteresowanymi branżami, organizacjami pozarządowymi działającymi na rzecz ochrony środowiska oraz Komisją w celu sporządzenia, przeglądu, a w razie potrzeby aktualizacji dokumentów referencyjnych BAT zgodnie z wymogami art. 13 ust. 1 dyrektywy. Niniejszy dokument jest publikowany przez Komisję Europejską zgodnie z art. 13 ust. 6 dyrektywy.

Jak określono w art. 13 ust. 5 dyrektywy, decyzja wykonawcza Komisji (UE) 2018/1147 w sprawie konkluzji dotyczących BAT zawartych w rozdziale 6 została przyjęta dnia 10 sierpnia 2018 r. oraz opublikowana dnia 17 sierpnia 2018 r.<sup>1</sup>

### 2. Uczestnicy wymiany informacji

Zgodnie z wymogami art. 13 ust. 3 dyrektywy Komisja ustanowiła forum wymiany informacji, w skład którego wchodzi przedstawiciele państw członkowskich, zainteresowanych branż oraz organizacji pozarządowych promujących ochronę środowiska (decyzja Komisji z dnia 16 maja 2011 r. ustanawiająca forum wymiany informacji zgodnie z art. 13 dyrektywy 2010/75/UE w sprawie emisji przemysłowych (2011/C 146/03, Dz.U. C 146 z 17.5.2011, s. 3).

Członkowie Forum nominowali ekspertów tworzących techniczną grupę roboczą (TWG), która była głównym źródłem informacji przy opracowywaniu niniejszego dokumentu. Prace technicznej grupy roboczej było prowadzone przez Europejskie Biuro IPPC (w ramach Wspólnego Centrum Badawczego Komisji).

### 3. Struktura oraz zawartość niniejszego dokumentu

#### Informacje ogólne

Rozdział 1 zawiera ogólne informacje na temat sektora przetwarzania odpadów.

Dla zachowania przejrzystości całą branżę przetwarzania odpadów podzielono na cztery działy, z których każdy podzielono na kilka sekcji, jak to pokazano poniżej.

---

<sup>1</sup> Dz. U. L 208, 17.8.2018, s. 38.

## Struktura i zawartość rozdziałów 2 - 5

Numer rozdziału	Temat	Numer sekcji	Temat
Rozdział 2	Procesy i techniki powszechnie stosowane w przetwarzaniu odpadów	W niniejszym rozdziale omówiono typowe etapy procesu, takie jak odbiór, przechowywanie, obsługa, łączenie i mieszanie, czyszczenie oraz mycie. Przedstawiono także informacje na temat gromadzenia danych wykorzystywanych do oceny niniejszego dokumentu, jak również ogólny przegląd emisji napotkanych w całym sektorze. Wreszcie, w sprawozdaniu omówiono techniki, które należy uwzględnić przy określaniu BAT dla procesów powszechnie stosowanych w sektorze przetwarzania odpadów.	
Rozdział 3	Mechaniczne przetwarzanie odpadów	Sekcja 3.1	Mechaniczne przetwarzanie w rozdrabniaczach odpadów metalowych
		Sekcja 3.2	Przetwarzanie zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego (WEEE) zawierającego lotne węglowodory (VHC) i/lub wodoro(flurowęglowodory) (VFC)
		Sekcja 3.3	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
Rozdział 4	Biologiczne przetwarzanie odpadów	Sekcja 4.1	Przegląd różnych metod biologicznego przetwarzania odpadów
		Sekcja 4.2	Uzdatnianie tlenowe (w tym kompostowanie)
		Sekcja 4.3	Uzdatnianie beztlenowe (lub rozkład beztlenowy (AD))
		Sekcja 4.4	Mechaniczno-biologiczne przetwarzanie odpadów (MBT)
		Sekcja 4.5	Ponieważ wszystkie trzy procesy omówione w rozdziale 4 (uzdatnianie tlenowe, beztlenowe i MBT) mają wiele cech wspólnych, w sekcji tej omówiono wszystkie techniki, które należy uwzględnić przy określaniu BAT dla przetwarzania biologicznego.
Rozdział 5	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów (PCT)	Sekcja 5.1	PCT odpadów stałych i/lub półpłynnych
		Sekcja 5.2	Powtórna rafinacja odpadów olejowych
		Sekcja 5.3	PCT odpadów o wartości opałowej
		Sekcja 5.4	Regeneracja zużytych rozpuszczalników
		Sekcja 5.5	Regeneracja / odzysk składników ograniczających zanieczyszczenia / pozostałości z oczyszczania gazów spalinowych (FGT)
		Sekcja 5.6	Przetwarzanie skażonej gleby
		Sekcja 5.7	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
		Sekcja 5.8	Przetwarzanie odpadów zawierających trwałe zanieczyszczenia organiczne (TZO), rtęć oraz innych odpadów

Stosowane procesy oraz techniki

Ogólne informacje na temat procesów oraz technik przemysłowych stosowanych w danym sektorze przedstawiono poniżej.



**Ogólna informacja o stosowanych procesach oraz technikach.**

Rodzaj przetwarzania	Numer sekcji
Procesy i techniki powszechnie stosowane w przetwarzaniu odpadów	Sekcja 2.1
Mechaniczne przetwarzanie odpadów	Sekcje 3.1.1, 3.2.1 oraz 3.3.2
Biologiczne przetwarzanie odpadów	Sekcje 4.2.1, 4.3.1 oraz 4.4.1
Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów (PCT)	PCT odpadów stałych i/lub półpłynnych: Sekcja 5.1.2
	Powtórna rafinacja odpadów olejowych: Sekcja 5.2.1
	PCT odpadów o wartości opałowej: Sekcja 5.3.2
	Regeneracja zużytych rozpuszczalników: Sekcja 5.4.1
	Regeneracja / odzysk składników ograniczających zanieczyszczenia / pozostałości z oczyszczania gazów spalinowych (FGT): Sekcja 5.5.1
	Przetwarzanie skażonej gleby: Sekcja 5.6.1
	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody: Sekcja 5.7.1
	Przetwarzanie odpadów zawierających trwałe zanieczyszczenia organiczne (TZO): Sekcja 5.8.1.1
	Przetwarzanie odpadów zawierających rtęć: Sekcja 5.8.2.1
Fizyczno-chemiczne przetwarzanie innych odpadów: Sekcje 5.8.3, 5.8.4, 5.8.5 oraz 5.8.6	

*Obecne poziomy emisji oraz zużycia*

Dane oraz informacje dotyczące ekologiczności zakładów w danym sektorze działających w momencie sporządzania niniejszego dokumentu, w zakresie bieżących emisji, zużycia i charakteru surowców, konsumpcji wody i energii, przedstawione zostały poniżej.

**Struktura danych oraz informacji dotyczących bieżących poziomów emisji i zużycia**

Rodzaj przetwarzania	Numer sekcji
Procesy i techniki powszechnie stosowane w przetwarzaniu odpadów	Sekcja 2.2
Mechaniczne przetwarzanie odpadów	Sekcje 3.1.2, 3.2.2 oraz 3.3.3
Biologiczne przetwarzanie odpadów	Sekcje 4.2.2, 4.3.2 oraz 4.4.1.1.2
Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów (PCT)	PCT odpadów stałych i/lub półpłynnych: Sekcja 5.1.3
	Powtórna rafinacja odpadów olejowych: Sekcja 5.2.2
	PCT odpadów o wartości opałowej: Sekcja 5.3.3
	Regeneracja zużytych rozpuszczalników: Sekcja 5.4.2
	Regeneracja / odzysk składników ograniczających zanieczyszczenia / pozostałości z oczyszczania gazów spalinowych (FGT): Sekcja 5.5.2
	Przetwarzanie skażonej gleby: Sekcja 5.6.2
	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody: Sekcja 5.7.2
	Przetwarzanie odpadów zawierających trwałe zanieczyszczenia organiczne (TZO): Sekcja 5.8.1.2
	Przetwarzanie odpadów zawierających rtęć: Sekcja 5.8.2.2

*Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT*

Techniki zapobiegania lub w przypadkach, gdy nie jest to możliwe, ograniczania emisji z zakładów danego sektora, które zostały uwzględnione przy określaniu BAT, przedstawiono bardziej szczegółowo w sekcjach wymienionych poniżej. Informacje te obejmują, w stosownych przypadkach, poziomy efektywności środowiskowej (np. poziomy emisji oraz konsumpcji), które

można osiągnąć przy użyciu tych technik, związane z nimi monitorowanie i koszty a także kwestie dotyczące różnych mediów z tym związanych.

### Charakterystyka technik do uwzględnienia przy określaniu BAT

Rodzaj przetwarzania	Numer sekcji
Procesy i techniki powszechnie stosowane w przetwarzaniu odpadów	Sekcja 2.3
Mechaniczne przetwarzanie odpadów	Sekcje 3.1.3, 3.2.3 oraz 3.3.4
Biologiczne przetwarzanie odpadów	Rodzaje biologicznego przetwarzania odpadów: Sekcja 4.5.1
	Tlenowe uzdatnianie odpadów: Sekcja 4.5.2
	Beztlenowe uzdatnianie odpadów: Sekcja 4.5.3
	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne: Sekcja 4.5.4
Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów (PCT)	Przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych: Sekcja 5.1.4
	Powtórna rafinacja odpadów olejowych: Sekcja 5.2.3
	PCT odpadów o wartości opałowej: Sekcja 5.3.4
	Regeneracja zużytych rozpuszczalników: Sekcja 5.4.3
	Regeneracja / odzysk składników ograniczających zanieczyszczenia / pozostałości z oczyszczania gazów spalinowych (FGT): Sekcje 5.5.3 oraz 5.5.4
	Przetwarzanie skażonej gleby: Sekcja 5.6.3
	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody: Sekcja 5.7.3
	Przetwarzanie odpadów zawierających trwale zanieczyszczenia organiczne (TZO): Sekcja 5.8.1.3
Przetwarzanie odpadów zawierających rtęć: Sekcja 5.8.2.3	

#### Konkluzje dotyczące najlepszych dostępnych technik (BAT)

W rozdziale 6 przedstawiono konkluzje dotyczące BAT określone w art. 3 pkt 12 dyrektywy 2010/75/UE.

#### Nowe techniki

W rozdziale 6 przedstawiono informacje na temat "nowych technik" w rozumieniu art. 3 pkt 14 dyrektywy 2010/75/UE.

#### Uwagi końcowe

Uwagi końcowe oraz zalecenia dotyczące przyszłych prac przedstawiono w rozdziale 8.

## 4. Źródła informacji oraz ustalenie BAT

Niniejszy dokument opiera się na informacjach zebranych z wielu źródeł, w szczególności za pośrednictwem technicznej grupy roboczej (TWG) ustanowionej specjalnie celem wymiany informacji na mocy art. 13 dyrektywy. Informacje zostały zebrane i ocenione przez Europejskie Biuro ds. Zintegrowanego Zapobiegania Zanieczyszczeniom i ich Kontroli IPPC (wchodzącego w skład Wspólnego Centrum Badawczego Komisji), które kierowało pracami nad określeniem najlepszych dostępnych technik (BAT), kierując się zasadami wiedzy technicznej, przejrzystości i neutralności. Praca technicznej grupy roboczej i wszystkich innych osób, które wniosły swój wkład, została doceniona z wdzięcznością.

Konkluzje dotyczące BAT zostały ustalone w drodze iteracyjnego procesu obejmującego następujące etapy:

- określenie kluczowych kwestii środowiskowych dla sektora przetwarzania odpadów;

- identyfikacja technik najistotniejszych dla rozwiązania kluczowych kwestii;
- określenie najlepszych poziomów efektywności środowiskowej na podstawie danych dostępnych w Unii Europejskiej i na całym świecie;
- zbadanie warunków, w jakich osiągnięto zadane poziomy efektywności środowiskowej, takich jak koszty, efekty cross-medialne, oraz główne siły napędowe zaangażowane we wdrażanie technik;
- wybór najlepszych dostępnych technik (BAT), powiązanych z nimi poziomów emisji (oraz innych poziomów efektywności środowiskowej) a także związane z tym monitorowanie dla danego sektora zgodnie z art. 3 ust. 10 dyrektywy i załącznikiem III do niej.

Ekspertyza europejskiego biura IPPC oraz technicznej grupy roboczej odegrała kluczową rolę w każdym z tych etapów oraz w sposobie przedstawienia niniejszej informacji.

Tam, gdzie to możliwe, podano dane ekonomiczne wraz z opisami technik przedstawionych w wyżej wymienionych sekcjach. Dane te w przybliżeniu wskazują wielkość kosztów oraz korzyści. Jednak rzeczywiste koszty i korzyści wynikające z zastosowania danej techniki mogą w dużym stopniu zależeć od konkretnej sytuacji danego zakładu, której nie można w pełni ocenić w niniejszym dokumencie. Wobec braku danych dotyczących kosztów, konkluzje dotyczące ekonomicznej żywotności techniki wyciągane są z obserwacji istniejących zakładów.

O ile nie wskazano inaczej, wszystkie wykresy i tabele przedstawione w rozdziałach 1-6 zostały sporządzone przez europejskie biuro IPPC z wykorzystaniem uzyskanych informacji, w celu przeglądu dokumentu BREF dotyczącego przetwarzania odpadów zgodnie z art. 13 dyrektywy w sprawie emisji przemysłowych (IED), w szczególności informacji dotyczących poszczególnych zakładów, uzyskanych za pomocą kwestionariuszy (patrz załącznik 9.1).

## **5. Przegląd dokumentów referencyjnych dotyczących najlepszych dostępnych technik BAT (BREF)**

BAT to koncepcja dynamiczna, dlatego przegląd dokumentów BREF jest procesem ciągłym. Na przykład, mogą pojawić się nowe środki i techniki, nauka i technologie stale się rozwijają, a nowe lub powstające procesy są z powodzeniem wprowadzane do przemysłu. W celu odzwierciedlenia takich zmian i ich konsekwencji dla BAT, niniejszy dokument będzie okresowo poddawany przeglądowi a w razie potrzeby odpowiednio aktualizowany.

## **6. Dane kontaktowe**

Wszelkie uwagi i sugestie należy kierować do Europejskiego Biura IPPC Wspólnego Centrum Badawczego pod następującym adresem:

European Commission  
Joint Research Centre (JRC)  
Directorate B – Growth and Innovation  
Circular Economy and Industrial Leadership Unit  
European IPPC Bureau Edificio Expo c/ Inca Garcilaso, 3 E-41092 Seville, Spain  
Telefon: +34 95 4488 284  
Fax: +34 95 4488 426  
E-mail: [JRC-B5-EIPPCB@ec.europa.eu](mailto:JRC-B5-EIPPCB@ec.europa.eu)  
Internet: <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu>

---

**Dokument referencyjny dotyczący najlepszych dostępnych technik w  
przetwarzaniu odpadów**

<b>PRZEDMOWA .....</b>	<b>I</b>
<b>ZAKRES .....</b>	<b>XXX</b>
<b>1 INFORMACJE OGÓLNE .....</b>	<b>1</b>
1.1 CEL PRZETWARZANIA ODPADÓW .....	1
1.2 RODZAJE ODPADÓW I ICH WYTWARZANIE W UE .....	3
1.2.1 Pojazdy wycofane z eksploatacji (EoLV) .....	6
1.2.2 Zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny (WEEE) .....	6
1.2.3 Stałe odpady komunalne (MSW) .....	7
1.2.4 Szlam oraz odpady płynne (ścieki) .....	7
1.2.5 Odpady kwasowe oraz zasadowe .....	7
1.2.6 Użycie adsorbentów .....	8
1.2.7 Użycie katalizatorów .....	8
1.2.8 Odpady z procesów spalania .....	9
1.2.9 Odpady olejowe .....	10
1.2.10 Zużyte rozpuszczalniki .....	11
1.2.11 Inne odpady nadające się do recyklingu .....	11
1.2.11.1 Odpady z tworzyw sztucznych .....	11
1.2.11.2 Odpady z produktów drewnianych .....	13
1.2.12 Odpady niebezpieczne pochodzące z sektora budowlanego oraz rozbioru .....	13
1.2.13 Odpady zanieczyszczone polichlorowanymi bifenyłami (PCB) .....	14
1.2.14 Odpady zanieczyszczone heksafluorkiem siarki SF <sub>6</sub> .....	14
1.2.15 Zanieczyszczenie gleby .....	15
1.3 INSTALACJE DO PRZETWARZANIA ODPADÓW .....	16
1.3.1 Rozdrabniacze .....	17
1.3.2 Instalacje do transferu odpadów .....	18
1.3.3 Instalacje do biologicznego przetwarzania odpadów .....	19
1.3.4 Instalacje do fizyczno-chemicznego oczyszczania ścieków .....	19
1.3.5 Instalacje do przetwarzania popiołów pochodzących ze spalania oraz pozostałości z oczyszczania gazów spalinowych .....	20
1.3.6 Instalacje do przetwarzania odpadów zawierających TZO .....	20
1.3.7 Instalacje do przetwarzania odpadów zawierających SF <sub>6</sub> .....	20
1.3.8 Instalacje do przetwarzania odpadów olejowych .....	21
1.3.9 Instalacje do przetwarzania zużytych rozpuszczalników .....	22
1.3.10 Instalacje do przetwarzania zużytych katalizatorów, odpadów z redukcji zanieczyszczeń oraz innych odpadów nieorganicznych .....	23
1.3.11 Instalacje do przetwarzania węgla aktywnego oraz żywic .....	23
1.3.12 Instalacje do przetwarzania odpadów kwasowych oraz zasadowych .....	24
1.3.13 Instalacje do przetwarzania odpadów o wartości opałowej .....	24
1.4 OPLACALNOŚĆ SEKTORA PRZETWARZANIA ODPADÓW .....	26
1.5 OGÓLNE KWESTIE ŚRODOWISKOWE ZWIĄZANE Z INSTALACJAMI DO PRZETWARZANIA ODPADÓW .....	29
<b>2 PROCESY ORAZ TECHNIKI POWSZECHNIE STOSOWANE W PRZETWARZANIU ODPADÓW .....</b>	<b>31</b>
2.1 STOSOWANE PROCESY ORAZ TECHNIKI.....	32
2.1.1 Wstępna akceptacja oraz przyjęcie odpadów .....	32
2.1.1.1 Wstępna akceptacja .....	32

2.1.1.2	Przyjęcie .....	32
2.1.2	Magazynowanie .....	33
2.1.3	Obsługa .....	35
2.1.4	Łączenie i mieszanie .....	37
2.1.5	Przetwarzanie odpadów laboratoryjnych .....	39
2.1.6	Oczyszczanie oraz mycie .....	40
2.1.7	Zmniejszanie gabarytów odpadów stałych .....	41
2.1.8	Inne niż normalne warunki pracy .....	43
2.2	AKTUALNE POZIOMY EMISJI ORAZ ZUŻYCIA .....	44
2.2.1	Ogólne informacje na temat gromadzenia danych .....	44
2.2.2	Ogólne informacje na temat poziomów emisji .....	46
2.2.2.1	Emisja pyłów do atmosfery .....	47
2.2.2.2	Emisje związków organicznych do atmosfery .....	50
2.2.2.3	Emisje amoniaku do atmosfery .....	58
2.3	TECHNIKI DO UWZGLĘDNIENIA PRZY OKREŚLANIU BAT DLA SEKTORA PRZETWARZANIA ODPADÓW (WT) .....	61
2.3.1	Techniki organizacyjne sprzyjające ochronie środowiska .....	62
2.3.1.1	System zarządzania środowiskowego (EMS) .....	62
2.3.1.2	Inwentaryzacja/rejestr strumienia .....	64
2.3.1.3	Wykorzystanie wykwalifikowanego personelu w zakładzie .....	65
2.3.2	Techniki operacyjne na rzecz poprawy efektywności ekologicznej .....	67
2.3.2.1	Wstępna akceptacja odpadów .....	67
2.3.2.2	Charakterystyka składu odpadów .....	70
2.3.2.3	Przyjęcie odpadów .....	73
2.3.2.4	Pobieranie próbek .....	76
2.3.2.5	System śledzenia oraz inwentaryzacja odpadów .....	79
2.3.2.6	Zarządzanie jakością produkcji w procesie przetwarzania odpadów .....	80
2.3.2.7	Segregacja odpadów .....	82
2.3.2.8	Badanie zgodności odpadów .....	86
2.3.2.9	Sortowanie odpadów .....	88
2.3.3	Monitorowanie .....	102
2.3.3.1	Informacje ogólne .....	102
2.3.3.2	Monitorowanie dopływu oraz odpływu ścieków .....	102
2.3.3.3	Monitorowanie emisji do wody .....	104
2.3.3.4	Monitorowanie emisji kierowanych do atmosfery .....	105
2.3.3.5	Monitorowanie odorów .....	107
2.3.4	Techniki zapobiegania i kontroli emisji zorganizowanych do atmosfery .....	108
2.3.4.1	Informacje ogólne .....	108
2.3.4.2	Cyklony/odpylacze .....	108
2.3.4.3	Filtr elektrostatyczny (ESP) .....	108
2.3.4.4	Filtr tkaninowy .....	109
2.3.4.5	Filtr absolutny .....	110
2.3.4.6	Utlenianie termiczne .....	110
2.3.4.7	Biofiltracja .....	111
2.3.4.8	Kondensacja oraz kondensacja kriogeniczna .....	113
2.3.4.9	Adsorpcja .....	114
2.3.4.10	Oczyszczanie .....	116
2.3.4.11	Wtrysk sorbentu .....	117
2.3.5	Techniki zapobiegania i kontroli emisji odorów oraz emisji rozproszonych / ulotnych do atmosfery .....	118
2.3.5.1	Plan ochrony przed niepożądanymi odorami .....	118
2.3.5.2	Zapobieganie lub redukcja emisji odorów z przetwarzania odpadów .....	119
2.3.5.3	Redukcja emisji rozproszonych .....	121
2.3.5.4	Program wykrywania i naprawy nieszczelności .....	125

2.3.5.5	Flaring (spalanie w pochodniach) .....	126
2.3.6	Techniki zapobiegania i kontroli emisji do wody .....	129
2.3.6.1	Uzdatnianie ścieków pochodzących z zakładów WT .....	129
2.3.6.1.1	Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzania odpadów za wyjątkiem zakładów przetwarzających odpady płynne na bazie wody .....	132
2.3.6.1.2	Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzających odpady płynne na bazie wody .....	153
2.3.6.2	Opis poszczególnych technik oczyszczania ścieków .....	188
2.3.6.2.1	Wyrównywanie .....	188
2.3.6.2.2	Neutralizacja .....	188
2.3.6.2.3	Mechaniczna separacja zanieczyszczeń nierozpuszczalnych .....	189
2.3.6.2.3.1	Separacja wód zaolejonych .....	189
2.3.6.2.3.2	Koagulacja i flokulacja .....	189
2.3.6.2.3.3	Elektrokoagulacja .....	190
2.3.6.2.3.4	Sedymentacja .....	191
2.3.6.2.3.5	Flotacja .....	191
2.3.6.2.3.6	Filtracja .....	192
2.3.6.2.3.7	Filtracja membranowa .....	193
2.3.6.2.4	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie zanieczyszczeń nieulegających biodegradacji lub inhibitorów.....	194
2.3.6.2.4.1	Wytrącanie metali .....	194
2.3.6.2.4.2	Utlenianie chemiczne .....	195
2.3.6.2.4.3	Redukcja chemiczna .....	196
2.3.6.2.4.4	Nanofiltracja i osmoza odwrócona .....	197
2.3.6.2.4.5	Odpędzanie .....	198
2.3.6.2.4.6	Procesy wymiany jonowej .....	198
2.3.6.2.4.7	Ewaporacja .....	199
2.3.6.2.4.8	Adsorpcja .....	199
2.3.6.2.4.9	Destylacja/rektyfikacja .....	200
2.3.6.2.5	Biologiczne oczyszczanie ścieków .....	201
2.3.6.2.5.1	Uzdatnianie tlenowe .....	201
2.3.6.2.5.2	Uzdatnianie beztlenowe .....	204
2.3.6.2.5.3	Wytrącanie azotu poprzez biologiczną nityfikację / denityfikację .....	205
2.3.6.3	Techniki przetwarzania osadów .....	206
2.3.7	Techniki optymalizacji zużycia wody i redukcji wytwarzanych ścieków . .....	207
2.3.8	Technologie zapobiegania lub ograniczania zużycia surowców oraz ich związków .....	210
2.3.9	Techniki efektywnego wykorzystania energii .....	212
2.3.9.1	Plan na rzecz efektywności energetycznej .....	212
2.3.9.2	Bilans energetyczny .....	214
2.3.10	Techniki zapobiegania i ograniczania emisji hałasu oraz wibracji .....	215
2.3.10.1	Plan ograniczania hałasu oraz wibracji .....	215
2.3.10.2	Ograniczenie hałasu i wibracji u źródła oraz redukcja szumów .....	216
2.3.11	Techniki zapobiegania oraz ograniczania zanieczyszczenia gleby i wody . .....	217
2.3.12	Techniki zapobiegające lub ograniczające powstawanie pozostałości .....	219
2.3.13	Techniki zapobiegające lub ograniczające negatywny wpływ wypadków i incydentów na środowisko .....	221
2.3.13.1	Ogólne Techniki zapobiegające lub ograniczające negatywny wpływ wypadków i incydentów na środowisko .....	221
2.3.13.2	Techniki ograniczające ryzyko środowiskowe związane z magazynowaniem odpadów .....	225

2.3.13.3	Techniki zmniejszania ryzyka środowiskowego związanego z obsługą oraz transferem odpadów .....	228
2.3.14	Techniki likwidacji zakładu .....	230
<b>3</b>	<b>MECHANICZNE PRZETWARZANIE ODPADÓW .....</b>	<b>232</b>
3.1	MECHANICZNE PRZETWARZANIE W ROZDRABNIACZACH ODPADÓW METALOWYCH .....	232
3.1.1	Stosowane procesy oraz techniki.....	232
3.1.2	Aktualne poziomy emisji oraz zużycia .....	242
3.1.2.1	Emisje do atmosfery .....	242
3.1.2.1.1	Przegląd ogólny .....	242
3.1.2.1.2	Pyły i powiązane z nimi cząstki metali .....	243
3.1.2.1.3	Lotne związki organiczne (LZO) .....	248
3.1.2.1.4	Polichlorowany bifenylny (PCB) oraz dioksyny .....	250
3.1.2.1.5	Rtęć .....	253
3.1.2.2	Emisje do wody oraz zużycie wody .....	256
3.1.2.2.1	Emisje do wody .....	256
3.1.2.2.2	Zużycie wody .....	261
3.1.2.3	Hałas oraz wibracje .....	262
3.1.2.4	Zużycie energii .....	262
3.1.3	Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT .....	262
3.1.3.1	Techniki zapobiegające lub ograniczające emisje do atmosfery .....	262
3.1.3.1.1	Ograniczanie emisji gazów odlotowych przy użyciu cyklonu, płuczki Venturiego oraz filtra workowego, w kombinacji lub osobno .....	262
3.1.3.1.2	Ultrafiltracja .....	272
3.1.3.1.3	Zapobieganie lub ograniczanie emisji rozproszonych .....	274
3.1.3.1.3.1	Specyficzna procedura odbioru .....	274
3.1.3.1.3.2	Kłapy bezpieczeństwa .....	274
3.1.3.1.3.3	Plan zarządzania deflagracją .....	275
3.1.3.1.3.4	Rozdrabnianie wstępne .....	277
3.1.3.2	Techniki zapobiegania i ograniczania hałasu oraz wibracji .....	278
3.1.3.2.1	Plan ograniczania wibracji .....	278
3.1.3.2.2	Bariery akustyczne .....	279
3.1.3.3	Techniki ograniczające zużycie energii .....	281
3.1.3.3.1	Sterowanie podawaniem materiału do rozdrabniacza .....	281
3.1.3.4	Gospodarka wodna w mechanicznym przetwarzaniu odpadów metalowych w rozdrabniaczach .....	281
3.2	PRZETWARZANIE ZUŻYTEGO SPRZĘTU ELEKTRYCZNEGO I ELEKTRONICZNEGO (WEEE) ZAWIERAJĄCEGO LOTNE WĘGLOWODORY (VHC) I/LUB WODORO(FLUOROWĘGLOWODORY) (VFC) .....	283
3.2.1	Stosowane procesy oraz techniki .....	283
3.2.1.1	Procesy innowacyjne .....	288
3.2.1.1.1	Przetwarzanie bezhalogenowych urządzeń chłodzących oraz zamrażających .....	288
3.2.2	Aktualne poziomy emisji i zużycia .....	289
3.2.2.1	Emisje do atmosfery .....	289
3.2.2.1.1	Pył .....	290
3.2.2.1.2	Lotne wodorofluorowęglowodory (VFC) .....	290
3.2.2.1.3	Lotne związki organiczne (LZO), niemietanowe lotne związki organiczne (NMLZO) oraz ogólny węgiel organiczny (OWO) .....	292
3.2.2.2	Emisje do wody .....	292
3.2.2.3	Zużycie energii .....	292
3.2.3	Techniki do uwzględnienia przy określaniu BAT .....	293
3.2.3.1	Techniki zapobiegania lub ograniczania emisji do atmosfery.....	293

3.2.3.1.1	Usuwanie środków chłodzących i olejów .....	293
3.2.3.1.2	Przetwarzanie gazów zawierających związki organiczne, takie jak VFC/VHC .....	294
3.2.3.1.3	Ograniczanie emisji pyłów .....	298
3.2.3.2	Techniki zapobiegające eksplozjom .....	299
<b>3.3</b>	<b>MECHANICZNE PRZETWARZANIE ODPADÓW O WARTOŚCI OPAŁOWEJ ..</b>	<b>300</b>
3.3.1	Przegląd .....	300
3.3.2	Stosowane procesy oraz techniki .....	300
3.3.3	Aktualne poziomy emisji oraz zużycia .....	307
3.3.3.1	Emisje do atmosfery .....	307
3.3.3.2	Emisje do wody .....	311
3.3.3.3	Zużycie wody .....	314
3.3.3.4	Zużycie energii .....	314
3.3.4	Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT .....	314
3.3.4.1	Techniki zapobiegające lub ograniczające emisje do atmosfery .....	314
3.3.4.1.1	Ograniczanie emisji pyłów .....	314
3.3.4.1.2	Ograniczanie emisji związków organicznych .....	317
<b>4</b>	<b>BIOLOGICZNE PRZETWARZANIE ODPADÓW .....</b>	<b>319</b>
4.1	PRZEGLĄD OGÓLNY .....	319
4.2	UZDATNIANIE TLENOWE (W TYM KOMPOSTOWANIE) .....	322
4.2.1	Stosowane procesy oraz techniki .....	322
4.2.1.1	Procesy innowacyjne .....	326
4.2.2	Aktualne poziomy emisji oraz zużycia .....	327
4.2.2.1	Emisje do atmosfery .....	327
4.2.2.1.1	Przetwarzanie (uzdatnianie) tlenowe w zakładach otwartych .....	327
4.2.2.1.2	Przetwarzanie (uzdatnianie) tlenowe w zakładach zamkniętych .....	329
4.2.2.2	Emisje do wody .....	336
4.2.2.2.1	Otwarte zakłady uzdatniania tlenowego .....	336
4.2.2.2.2	Zamknięte zakłady uzdatniania tlenowego .....	340
4.2.2.3	Zużycie wody .....	344
4.2.2.4	Zużycie energii .....	345
4.3	UZDATNIANIE BEZTLENOWE (LUB ROZKŁAD BEZTLENOWY (AD)) .....	345
4.3.1	Stosowane procesy oraz techniki .....	345
4.3.1.1	Innowacyjne procesy .....	354
4.3.1.1.1	Przekształcanie odpadów organicznych w karboksylany, kwasy karboksylowe lub polimery poprzez fermentację z kulturami mieszanymi.....	354
4.3.1.1.2	Produkcja bioetanolu .....	355
4.3.1.1.3	Oddzielanie i recykulacja suchej masy w zakładach AD .....	355
4.3.1.1.4	Wstępna obróbka substratów biomasy w celu poprawy przetwarzania beztlenowego .....	356
4.3.2	Aktualne poziomy emisji oraz zużycia .....	356
4.3.2.1	Emisje do atmosfery .....	356
4.3.2.2	Emisje do wody oraz zużycie wody .....	362
4.3.2.2.1	Emisje do wody .....	362
4.3.2.2.2	Zużycie wody .....	367
4.3.2.3	Zużycie energii .....	367
4.4	MECHANICZNO-BIOLOGICZNE PRZETWARZANIE ODPADÓW (MBT) .....	368
4.4.1	Stosowane procesy oraz techniki .....	368
4.4.1.1	Procesy innowacyjne .....	373



4.4.1.1.1	Obróbka wstępna w celu oddzielenia odpadów spożywczych od opakowań .....	373
4.4.1.1.2	Rozdzielanie substancji ulegających biodegradacji poprzez obróbkę enzymatyczną .....	373
4.4.2	Aktualne poziomy emisji oraz zużycia .....	374
4.4.2.1	Emisje do atmosfery .....	374
4.4.2.2	Emisje do wody oraz zużycie wody .....	379
4.4.2.2.1	Emisje do wody .....	379
4.4.2.2.2	Zużycie wody .....	381
4.4.2.3	Zużycie energii .....	381
4.5	TECHNIKI DO UWZGLĘDNIENIA PRZY OKREŚLANIU BAT .....	382
4.5.1	Techniki dla wszystkich rodzajów przetwarzania biologicznego .....	382
4.5.1.1	Selekcja odpadów dostarczonych do przetworzenia .....	382
4.5.1.2	Zarządzanie magazynowaniem gnijących odpadów dostarczonych do przetworzenia .....	384
4.5.1.3	Plan zarządzania odorami .....	386
4.5.1.4	Redukcja zorganizowanych emisji pyłu, zapachów, związków organicznych, H <sub>2</sub> S i NH <sub>3</sub> .....	387
4.5.1.5	Ograniczenie wytwarzania ścieków oraz zużycia wody .....	393
4.5.2	Techniki przetwarzania tlenowego .....	397
4.5.2.1	Monitorowanie procesów tlenowych w celu poprawy efektywności środowiskowej .....	397
4.5.2.2	Techniki ograniczania emisji pyłów rozproszonych, odory i bioaerozoli .....	402
4.5.2.3	Półprzepuszczalne osłony membranowe z wymuszonym napowietrzaniem .....	403
4.5.3	Techniki przetwarzania beztlenowego .....	407
4.5.3.1	Monitorowanie odpadów oraz procesów beztlenowych .....	407
4.5.4	Techniki MBT .....	408
4.5.4.1	Środki mające na celu ograniczanie emisji do atmosfery .....	408
<b>5</b>	<b>FIZYCZNO-CHEMICZNE PRZETWARZANIE ODPADÓW (PCT) .....</b>	<b>414</b>
5.1	FIZYCZNO-CHEMICZNE PRZETWARZANIE ODPADÓW STAŁYCH I/LUB PÓLPLYNNYCH .....	414
5.1.1	Przegląd .....	414
5.1.2	Stosowane procesy oraz techniki .....	414
5.1.2.1	Immobilizacja odpadów stałych i/lub półpłynnych .....	414
5.1.2.1.1	Stabilizacja .....	418
5.1.2.1.2	Zestalenie .....	421
5.1.2.2	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych przed zasypaniem .....	423
5.1.3	Aktualne poziomy emisji oraz zużycia .....	424
5.1.3.1	Przegląd .....	424
5.1.3.2	Emisje do atmosfery .....	426
5.1.3.3	Emisje do wody oraz zużycie wody .....	431
5.1.3.4	Zużycie energii .....	433
5.1.4	Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT .....	433
5.1.4.1	Monitorowanie odpadów dostarczonych do przetworzenia .....	433
5.1.4.2	Techniki zapobiegające lub ograniczające emisje do atmosfery .....	434
5.2	POWTÓRNA RAFINACJA OLEJÓW ODPADOWYCH .....	438
5.2.1	Stosowane procesy oraz techniki .....	438
5.2.2	Aktualne poziomy emisji oraz konsumpcji .....	456
5.2.2.1	Emisje z powtórnej rafinacji olejów odpadowych .....	456
5.2.2.1.1	Emisje do atmosfery .....	459

5.2.2.1.2	Emisje do wody .....	463
5.2.2.1.3	Pozostałości stałe .....	466
5.2.2.2	Zużycie w czasie powtórnej rafinacji olejów odpadowych .....	466
5.2.3	Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT .....	468
5.2.3.1	Selekcja olejów odpadowych do powtórnej rafinacji .....	468
5.2.3.2	Ograniczanie zużycia wody oraz emisji do wody w zakładach powtórnej rafinacji olejów odpadowych .....	470
5.2.3.3	Ograniczanie generowania odpadów przez instalacje powtórnej rafinacji olejów odpadowych .....	471
5.2.3.4	Redukcja emisji lotnych związków organicznych (LZO) z zakładów powtórnej rafinacji olejów odpadowych .....	472
5.3	<b>FIZYCZNO-CHEMICZNE PRZETWARZANIE ODPADÓW O WARTOŚCI OPAŁOWEJ</b> .....	474
5.3.1	Przegląd .....	474
5.3.2	Stosowane procesy oraz techniki .....	478
5.3.2.1	Przygotowanie produktu wyjściowego, głównie z odpadów stałych .....	478
5.3.2.1.1	Suszenie odpadów stałych .....	478
5.3.2.1.2	Peletowanie oraz wzbogacanie .....	479
5.3.2.2	Przygotowanie produktu wyjściowego głównie z odpadów stałych i półpłynnych poprzez obróbkę mechaniczną oraz impregnację .....	480
5.3.2.3	Przygotowanie cieczy wyjściowej .....	482
5.3.2.3.1	Przygotowanie płynnych paliw odpadowych poprzez homogenizację, rozdzielanie faz oraz łączenie/mieszanie odpadów .....	482
5.3.2.3.2	Przygotowanie cieczy wyjściowej poprzez fluidyzację odpadów .....	483
5.3.2.3.3	Przygotowywanie emulsji z odpadów płynnych/półpłynnych .....	485
5.3.2.4	Przetwarzanie olejów odpadowych inne niż powtórna rafinacja .....	487
5.3.2.4.1	Słabe oraz silne przetwarzanie olejów odpadowych .....	489
5.3.2.4.2	Kraking termiczny .....	492
5.3.2.5	Przetwarzanie roślinnych olejów odpadowych celem produkcji biodiesla .....	494
5.3.3	Aktualne poziomy emisji oraz zużycia .....	494
5.3.3.1	Emisje do atmosfery .....	497
5.3.3.2	Emisje do wody oraz zużycie wody .....	500
5.3.3.3	Zużycie energii .....	504
5.3.4	Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT .....	504
5.3.4.1	Ograniczanie emisji lotnych związków organicznych (LZO) do atmosfery podczas przygotowywania paliwa odpadowego z odpadów płynnych i półpłynnych .....	504
5.4	<b>REGENERACJA ZUŻYTYCH ROZPUSZCZALNIKÓW</b> .....	507
5.4.1	Stosowane procesy oraz techniki .....	507
5.4.2	Aktualne poziomy emisji oraz zużycia .....	512
5.4.3	Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT .....	523
5.4.3.1	Odzysk surowca lub energii z pozostałości po destylacji .....	523
5.4.3.2	Monitorowanie rozproszonych i ulotnych emisji LZO do atmosfery .....	524
5.4.3.3	Gromadzenie oraz zmniejszanie emisji LZO do atmosfery .....	526
5.4.3.4	Ograniczenie produkcji ścieków oraz zużycia wody w procesie wytwarzania próżni .....	528
5.4.3.4.1	Bezwodne wytwarzanie próżni .....	528
5.4.3.4.2	Pompy pierścieniowe z cieczą o wysokiej temperaturze wrzenia .....	529
5.4.3.4.3	Pompy próżniowe z zamkniętym obiegiem cieczy .....	530
5.5	<b>REGENERACJA / ODZYSK SKŁADNIKÓW OGRANICZAJĄCYCH ZANIECZYSZCZENIA / POZOSTAŁOŚCI Z OCZYSZCZANIA GAZÓW SPALINOWYCH (FGT)</b> .....	531
5.5.1	Stosowane procesy oraz techniki .....	531
5.5.1.1	Regeneracja zużytego węgla aktywnego .....	531

5.5.1.2	Regeneracja żywic jonowymiennych .....	533
5.5.1.3	Regeneracja odpadów katalitycznych .....	534
5.5.1.4	Obróbka pozostałości z FGT .....	536
5.5.1.4.1	Recykling chemicznych substancji na bazie sodu ze stałych pozostałości po FGT .....	536
5.5.1.4.2	Odzysk soli z płynnych pozostałości po FGT poprzez rozpuszczanie/odparowywanie .....	539
5.5.1.4.3	Mycie pozostałości po FGT i ich wykorzystanie jako surowca do produkcji wyrobów budowlanych .....	540
5.5.1.4.4	Ekstrakcja kwasowa .....	541
5.5.2	Aktualne poziomy emisji oraz konsumpcji .....	542
5.5.2.1	Regeneracja węgla aktywnego .....	542
5.5.2.2	Regeneracja odpadów katalitycznych .....	545
5.5.2.3	Obróbka pozostałości z FGT .....	545
5.5.3	Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT dla regeneracji węgla aktywnego .....	547
5.5.3.1	Odzysk ciepła oraz oczyszczanie gazów odlotowych .....	547
5.5.4	Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT dla odzyskiwania składników z katalizatorów .....	551
5.5.4.1	Odzysk ciepła oraz oczyszczanie gazów odlotowych .....	551
5.6	PRZETWARZANIE SKAŻONEJ GLEBY .....	553
5.6.1	Stosowane procesy oraz techniki .....	553
5.6.1.1	Desorpcja termiczna .....	553
5.6.1.2	Mycie gleby .....	556
5.6.1.3	Ekstrakcja / usuwanie oparów .....	560
5.6.1.4	Ekstrakcja rozpuszczalnikowa .....	561
5.6.1.5	Biodegradacja .....	562
5.6.2	Aktualne poziomy emisji oraz zużycia .....	565
5.6.2.1	Emisje z desorpcji termicznej .....	568
5.6.2.2	Emisje z ekstrakcji oparów odpadów stałych .....	570
5.6.2.3	Emisje oraz zużycie w procesie mycia gleby .....	571
5.6.2.4	Emisje oraz zużycie w procesie biodegradacji .....	575
5.6.3	Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT .....	576
5.6.3.1	Desorpcja termiczna .....	576
5.6.3.1.1	Ograniczanie emisji do atmosfery pyłów oraz lotnych związków organicznych (LZO) z desorpcji termicznej zanieczyszczonej gleby .....	576
5.6.3.2	Mycie gleby .....	577
5.6.3.2.1	Oczyszczanie oraz ponowne wykorzystanie ścieków do mycia gleby .....	577
5.6.3.2.2	Kontrola emisji do atmosfery z mycia gleby .....	578
5.7	PRZETWARZANIE ODPADÓW PŁYNNYCH NA BAZIE WODY .....	579
5.7.1	Stosowane procesy oraz techniki .....	579
5.7.2	Aktualne poziomy emisji oraz konsumpcji .....	588
5.7.2.1	Przegląd .....	588
5.7.2.2	Emisje do atmosfery .....	589
5.7.2.3	Emisje do wody .....	602
5.7.2.3.1	Przegląd .....	602
5.7.2.3.2	Zrzut bezpośredni .....	602
5.7.2.3.3	Zrzut pośredni .....	619
5.7.2.3.4	Zrzut bezpośredni i pośredni (THC, HOI, CN, AOX oraz metale)..	627
5.7.2.4	Zużycie energii .....	650
5.7.2.5	Zużycie surowców .....	650
5.7.3	Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT .....	653
5.7.3.1	Monitorowanie odpadów dostarczonych do przetworzenia .....	653

5.7.3.2	Techniki przeciwdziałania oraz ograniczania emisji do atmosfery z procesu przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody .....	654
5.8	<b>PRZETWARZANIE ODPADÓW ZAWIERAJĄCYCH TRWAŁE ZANIECZYSZCZENIA ORGANICZNE (TZO), RTĘĆ ORAZ INNYCH ODPADÓW .....</b>	<b>658</b>
5.8.1	Przetwarzanie odpadów zawierających TZO .....	658
5.8.1.1	Stosowane procesy oraz technologie .....	658
5.8.1.1.1	Dekontaminacja odpadów lub sprzętu zanieczyszczonego TZO .....	658
5.8.1.1.2	Dekontaminacja odpadów zawierających polichlorowany bifenył... ..	659
5.8.1.1.2.1	Czyszczenie sprzętu .....	659
5.8.1.1.3	Niszczanie TZO .....	661
5.8.1.1.4	Procesy innowacyjne .....	663
5.8.1.2	Aktualne poziomy emisji oraz zużycia .....	664
5.8.1.3	Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT .....	666
5.8.1.3.1	Optymalizacja wpływu dekontaminacji PCB na środowisko .....	666
5.8.1.3.2	Wychwytywanie i kontrola emisji LZO z mycia rozpuszczalnikiem .....	667
5.8.2	Przetwarzanie odpadów zawierających rtęć .....	669
5.8.2.1	Stosowane procesy oraz techniki .....	669
5.8.2.2	Aktualne poziomy emisji oraz zużycia .....	671
5.8.2.3	Technologie do rozważenia przy ustalaniu BAT .....	673
5.8.2.3.1	Ograniczanie emisji pyłów oraz rtęci do atmosfery .....	673
5.8.3	Przetwarzanie odpadów zawierających heksafluorek siarki (SF <sub>6</sub> ) .....	677
5.8.4	Przetwarzanie odpadów zawierających azbest .....	678
5.8.5	Przetwarzanie odpadów medycznych .....	680
5.8.6	Regeneracja zużytych kwasów .....	680
5.8.6.1	Regeneracja zużytego kwasu siarkowego .....	680
5.8.6.2	Regeneracja zużytego kwasu solnego .....	681
<b>6</b>	<b>KONKLUZJE DOTYCZĄCE NAJLEPSZYCH DOSTĘPNYCH TECHNIK (BAT) W ZAKRESIE PRZETWARZANIA ODPADÓW .....</b>	<b>683</b>
ZAKRES .....		683
DEFINICJE .....		685
UWAGI OGÓLNE .....		687
6.1	OGÓLNE KONKLUZJE DOTYCZĄCE BAT .....	689
6.1.1	Ogólna efektywność środowiskowa .....	689
6.1.2	Monitorowanie .....	693
6.1.3	Emisje do atmosfery .....	698
6.1.4	Hałas oraz wibracje .....	701
6.1.5	Emisje do wody .....	702
6.1.6	Emisje z wypadków oraz incydentów .....	708
6.1.7	Efektywność materiałowa .....	709
6.1.8	Efektywność energetyczna .....	709
6.1.9	Ponowne wykorzystanie opakowań .....	709
6.2	KONKLUZJE DOTYCZĄCE BAT DLA MECHANICZNEGO PRZETWARZANIA ODPADÓW .....	711
6.2.1	Ogólne konkluzje dotyczące BAT dla mechanicznego przetwarzania odpadów .....	711
6.2.1.1	Emisje do atmosfery .....	711
6.2.2	Konkluzje dotyczące BAT dla mechanicznego przetwarzania w rozdrabniaczach odpadów metalowych .....	711
6.2.2.1	Ogólna efektywność środowiskowa .....	712
6.2.2.2	Deflagracja .....	712
6.2.2.3	Efektywność energetyczna .....	712

6.2.3	Konkluzje dotyczące BAT dla przetwarzania zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego (WEEE) zawierającego lotne węglowodory (VHC) i/lub wodorofluorowęglowodory (VFC) .....	713
6.2.3.1	Emisje do atmosfery .....	713
6.2.3.2	Eksplozje .....	713
6.2.4	Konkluzje dotyczące BAT dla mechanicznego przetwarzania odpadów o wartości opałowej .....	714
6.2.4.1	Emisje do atmosfery .....	714
6.2.5	Konkluzje dotyczące BAT dla mechanicznego przetwarzania WEEE zawierającego rtęć .....	714
6.2.5.1	Emisje do atmosfery .....	714
6.3	KONKLUZJE DOTYCZĄCE BAT DLA BIOLOGICZNEGO PRZETWARZANIA ODPADÓW .....	715
6.3.1	Ogólne konkluzje dotyczące BAT dla biologicznego przetwarzania odpadów .....	715
6.3.1.1	Ogólna efektywność środowiskowa .....	715
6.3.1.2	Emisje do atmosfery .....	715
6.3.1.3	Emisje do wody oraz zużycie wody .....	716
6.3.2	Konkluzje dotyczące BAT dla uzdatniania tlenowego .....	716
6.3.2.1	Ogólna efektywność ekologiczna .....	717
6.3.2.2	Emisje odorów oraz emisje rozproszone do atmosfery .....	717
6.3.3	Konkluzje dotyczące BAT dla uzdatniania beztlenowego .....	717
6.3.3.1	Emisje do atmosfery .....	718
6.3.4	Konkluzje dotyczące BAT dla mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów .....	718
6.3.4.1	Emisje do atmosfery .....	718
6.4	KONKLUZJE DOTYCZĄCE BAT DLA FIZYCZNO-CHEMICZNEGO PRZETWARZANIA ODPADÓW .....	720
6.4.1	Konkluzje dotyczące BAT dla fizyczno-chemicznego przetwarzania odpadów stałych oraz półpłynnych .....	720
6.4.1.1	Ogólna efektywność środowiskowa .....	720
6.4.1.2	Emisje do atmosfery .....	720
6.4.2	Konkluzje dotyczące BAT dla powtórnej rafinacji odpadów olejowych ....	720
6.4.2.1	Ogólna efektywność środowiskowa .....	720
6.4.2.2	Emisje do atmosfery .....	721
6.4.3	Wnioski dotyczące BAT dla fizyczno-chemicznego przetwarzania odpadów o wartości opałowej .....	721
6.4.3.1	Emisje do atmosfery .....	721
6.4.4	Konkluzje dotyczące BAT dla regeneracji zużytych rozpuszczalników .....	721
6.4.4.1	Ogólna efektywność środowiskowa.....	721
6.4.4.2	Emisje do atmosfery .....	722
6.4.5	Poziomy emisji powiązane z najlepszymi dostępnymi technikami (BAT-AEL) dla emisji związków organicznych do atmosfery z powtórnej rafinacji olejów odpadowych, fizyczno-chemicznego przetwarzania odpadów o wartości opałowej oraz regeneracji zużytych rozpuszczalników .....	722
6.4.6	Konkluzje dotyczące BAT dla obróbki termicznej zużytego węgla aktywnego, zużytych katalizatorów oraz wydobytej skażonej gleby .....	722
6.4.6.1	Ogólna efektywność środowiskowa.....	722
6.4.6.2	Emisje do atmosfery .....	723
6.4.7	Konkluzje dotyczące BAT dla mycia wydobytej skażonej gleby .....	723
6.4.7.1	Emisje do atmosfery .....	723
6.4.8	Konkluzje dotyczące BAT dla dekontaminacji urządzeń zawierających polichlorowany bifenylny (PCB) .....	724
6.4.8.1	Ogólna efektywność ekologiczna .....	724

---

6.5	KONKLUZJE DOTYCZĄCE BAT DLA PRZETWARZANIA ODPADÓW PŁYNNYCH NA BAZIE WODY .....	725
6.5.1	Ogólna efektywność ekologiczna .....	725
6.5.2	Emisje do atmosfery .....	725
6.6	OPIS TECHNIK .....	726
6.6.1	Emisje zorganizowane do atmosfery .....	726
6.6.2	Emisje rozproszone związków organicznych do atmosfery .....	727
6.6.3	Emisje do wody .....	728
6.6.4	Techniki sortowania .....	731
6.6.5	Techniki zarządzania .....	732
<b>7</b>	<b>NOWE TECHNIKI.....</b>	<b>733</b>
7.1	TECHNIKI OGÓLNE .....	733
7.1.1	Analiza online metodą fluorescencji rentgenowskiej (XRF) .....	733
7.2	PRZETWARZANIE MECHANICZNE .....	735
7.2.1	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych .....	735
7.2.1.1	Usuwanie lotnych związków organicznych (LZO) .....	735
7.2.1.2	Ograniczanie zawartości lotnych związków organicznych w powietrzu wylotowym z rozdrabniaczy poprzez jonizację w połączeniu z adsorpcją węglem aktywnym .....	736
7.3	PRZETWARZANIE BIOLOGICZNE .....	739
7.3.1	Kompostowanie .....	739
7.3.1.1	Monitorowanie emisji do atmosfery - technika odwróconego rozproszenia z wykorzystaniem modelu Lagrangiana .....	739
7.3.1.2	Kompostowanie w silosie .....	740
7.3.2	Uzdatnianie beztlenowe .....	742
7.3.2.1	Sucha fermentacja beztlenowa odpadów organicznych z gospodarstw domowych .....	742
<b>8</b>	<b>UWAGI KOŃCOWE ORAZ ZALECENIA DOTYCZĄCE PRZYSZŁYCH PRAC .....</b>	<b>745</b>
<b>9</b>	<b>ZAŁĄCZNIKI .....</b>	<b>748</b>
9.1	LISTA PRZESIEBIORSTW UCZESTNICZĄCYCH W PROGRAMIE ZBIERANIA DANYCH .....	748
	<b>SŁOWNIK TERMINÓW .....</b>	<b>755</b>
I.	KRAJOWE KODY ISO .....	756
II.	JEDNOSTKI MONETARNE .....	757
III.	PREFIKSY, SEPARATORZY NUMERYCZNE ORAZ ADNOTACJE .....	758
IV.	JEDNOSTKI POMIAROWE .....	759
V.	PIERWIASTKI CHEMICZNE .....	760
VI.	ZWIĄZKI CHEMICZNE POWSZECHNIE STOSOWANE W NINIEJSZYM DOKUMENCIE .....	761
VII.	AKRONIMY .....	762
VIII.	DEFINICJE .....	766
	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>771</b>

## Wykaz tabel

Tabela 1.1:	Wykaz odpadów (WO) zgodnie z uaktualnioną decyzją Komisji 2000/53/WE .....	4
Tabela 1.2:	Odpady wytworzone w państwach UE-28 oraz Norwegii w 2014 r. ....	4
Tabela 1.3:	Odpady wytworzone przez przemysł oraz gospodarstwa domowe w 2014 r. (w tys. ton) ...	5
Tabela 1.4:	Pojazdy wycofane z eksploatacji wyprodukowane i poddane przetworzeniu w państwach UE-28 oraz Norwegii w 2014 r. ....	6
Tabela 1.5:	WEEE zebrany oraz przetworzony w państwach UE-28 oraz Norwegii w 2014 r. ....	7
Tabela 1.6:	Odpady komunalne wytworzone i przetworzone w państwach UE-28 oraz Norwegii w 2014 r. ....	7
Tabela 1.7:	Przemysłowe osady, osady ściekowe oraz ścieki z przetwarzania odpadów wytworzone w państwach UE-28 oraz Norwegii w 2014 r. ....	7
Tabela 1.8:	Odpady kwasowe, zasadowe lub solne wytworzone i przetworzone w państwach UE-28 oraz Norwegii w 2014 r. ....	8
Tabela 1.9:	Przykłady sektorów przemysłu, w których stosowane są katalizatory .....	8
Tabela 1.10:	Przegląd typów katalizatorów stosowanych w przemyśle .....	9
Tabela 1.11:	Odpady z procesów spalania wytworzone i przetworzone w UE-28 oraz Norwegii w 2014 r. ....	10
Tabela 1.12:	Główne pozostałości z oczyszczania gazów spalinowych (FGT) .....	10
Tabela 1.13:	Zużyte oleje wytworzone i przetworzone w państwach UE-28 oraz Norwegii w 2014 r. ....	11
Tabela 1.14:	Zużyte rozpuszczalniki wytworzone i przetworzone w państwach UE-28 oraz Norwegii w 2014 r. ....	11
Tabela 1.15:	Odpady z tworzyw sztucznych .....	12
Tabela 1.16:	Obecność metali w tworzywach sztucznych .....	12
Tabela 1.17:	Odpady z tworzyw sztucznych wygenerowane w państwach UE oraz Norwegii w 2014 r. ....	12
Tabela 1.18:	Odpady drzewne wygenerowane w państwach UE-28 oraz Norwegii w 2014 r. ....	13
Tabela 1.19:	Ilość niebezpiecznych odpadów mineralnych pochodzących z budowy i rozbiórki wytworzonych w 2014 r. w państwach UE-28 oraz Norwegii .....	14
Tabela 1.20:	Odpady zawierające polichlorowany bifenyl (PCB) wytworzone i przetworzone w państwach UE-28 oraz Norwegii w 2014 r. ....	14
Tabela 1.21:	Skażone gleby wygenerowane w państwach UE-28 oraz Norwegii w 2014 r. ....	15
Tabela 1.22:	Ilość działań związanych z przetwarzaniem odpadów w różnych bazach danych .....	17
Tabela 1.23:	Najważniejsze zanieczyszczenia emitowane do atmosfery w wyniku przetwarzania odpadów oraz ich główne źródła .....	29
Tabela 1.24:	Najważniejsze substancje zanieczyszczające wodę (parametry) emitowane w procesie przetwarzania odpadów oraz ich główne źródła .....	30
Tabela 2.1:	Informacje zawarte w opisie każdej technik/procesu wymienionego w rozdziale 2 .....	31
Tabela 2.2:	Etapy czyszczenia i mycia .....	41
Tabela 2.3:	Przegląd zakładów uczestniczących w zbieraniu danych .....	44
Tabela 2.4:	Informacje dotyczące stosowanych technik.....	61
Tabela 2.5:	Ekonomia sprzętu laboratoryjnego i monitorującego w zakładzie przetwarzania olejów odpadowych .....	78
Tabela 2.6:	Zakłady z listy referencyjnej obsługujące system zarządzania jakością produkcji .....	82
Tabela 2.7:	Przykład tabeli kompatybilności dla magazynowania odpadów niebezpiecznych .....	84
Tabela 2.8:	Przykłady technik sortujących .....	89
Tabela 2.9:	Przykłady technik sortowania stosowane w zakładach przetwarzania odpadów z listy referencyjnej .....	99
Tabela 2.10:	Zakłady wyposażone w cyklon (odpylacz) .....	108
Tabela 2.11:	Zakłady wyposażone w filtr elektrostatyczny (ESP) .....	109
Tabela 2.12:	Zakłady wyposażone w filtr tkaninowy .....	109
Tabela 2.13:	Zakłady wyposażone w filtr absolutny .....	110
Tabela 2.14:	Zakłady stosujące utlenianie termiczne .....	111
Tabela 2.15:	Zakłady wyposażone w filtr biologiczny (biofiltr) .....	113
Tabela 2.16:	Zakłady wyposażone w systemy kondensacji .....	114
Tabela 2.17:	Zakłady wyposażone w adsorpcję węglem aktywnym .....	115
Tabela 2.18:	Zakłady wyposażone w system płuczek gazowych mokrych .....	117
Tabela 2.19:	Zakłady wyposażone w system wtrysku sorbentu .....	118
Tabela 2.20:	Zakłady, w których wdrożony został plan ochrony przed niepożądanym odorem.....	119

---

Tabela 2.21:	Przegląd technik unieszkodliwiania odorów metodą tzw. „końca rury”	120
Tabela 2.22:	Ograniczanie emisji oraz poziomy emisji związane z spalaniem w pochodniach	127
Tabela 2.23:	Limity stosowania oraz ograniczenia związane z spalaniem w pochodniach	128
Tabela 2.24:	Aspekty ekonomiczne związane z spalaniem w pochodniach	129
Tabela 2.25:	Przykłady zakładów stosujących spalanie w pochodniach	129
Tabela 2.26:	Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzania odpadów z bezpośrednim odprowadzaniem do wody (TSS)	133
Tabela 2.27:	Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzania odpadów z bezpośrednim odprowadzaniem do wody (OWO oraz ChZT)	134
Tabela 2.28:	Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzania odpadów z bezpośrednim odprowadzaniem do wody (azot)	135
Tabela 2.29:	Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzania odpadów z bezpośrednim odprowadzaniem do wody (fosfor)	136
Tabela 2.30:	Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzania odpadów z bezpośrednim odprowadzaniem do wody (fenole)	136
Tabela 2.31:	Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzania odpadów z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (THC)	137
Tabela 2.32:	Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzania odpadów z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (HOI)	138
Tabela 2.33:	Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzania odpadów z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (arsen)	139
Tabela 2.34:	Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzania odpadów z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (kadm)	140
Tabela 2.35:	Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzania odpadów z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (chrom)	141
Tabela 2.36:	Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzania odpadów z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (miedź)	143
Tabela 2.37:	Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzania odpadów z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (ołów)	145
Tabela 2.38:	Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzania odpadów z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (nikiel)	147
Tabela 2.39:	Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzania odpadów z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (rtęć)	149
Tabela 2.40:	Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzania odpadów z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (cynk)	151
Tabela 2.41:	Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzających odpady płynne na bazie wody z bezpośrednim odprowadzaniem do wody (TSS)	154
Tabela 2.42:	Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzających odpady płynne na bazie wody z bezpośrednim odprowadzaniem do wody (ChZT oraz THC)	154
Tabela 2.43:	Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzających odpady płynne na bazie wody z bezpośrednim odprowadzaniem do wody (azot)	155
Tabela 2.44:	Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzających odpady płynne na bazie wody z bezpośrednim odprowadzaniem do wody (fosfor)	156
Tabela 2.45:	Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzających odpady płynne na bazie wody z bezpośrednim odprowadzaniem do wody (fenole)	156
Tabela 2.46:	Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzających odpady płynne na bazie wody z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (THC oraz HOI)	157
Tabela 2.47:	Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzających odpady płynne na bazie wody z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (cyjanek)	160
Tabela 2.48:	Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzających odpady płynne na bazie wody z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (AOX)	161
Tabela 2.49:	Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzających odpady płynne na bazie wody z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (arsen)	162
Tabela 2.50:	Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzających odpady płynne na bazie wody z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (kadm)	165
Tabela 2.51:	Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzających odpady płynne na bazie wody z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (chrom)	168
Tabela 2.52:	Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzających odpady płynne na bazie wody z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (Cr(VI))	172



Tabela 2.53:	Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzających odpady płynne na bazie wody z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (miedź) .....	174
Tabela 2.54:	Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzających odpady płynne na bazie wody z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (ołów) .....	177
Tabela 2.55:	Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzających odpady płynne na bazie wody z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (nikiel) .....	180
Tabela 2.56:	Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzających odpady płynne na bazie wody z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (rtęć) .....	184
Tabela 2.57:	Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzających odpady płynne na bazie wody z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (cynk) .....	186
Tabela 2.58:	Zakłady wyrównujące ścieki .....	188
Tabela 2.59:	Zakłady neutralizujące ścieki .....	188
Tabela 2.60:	Zakłady wyposażone w separatory oleju .....	189
Tabela 2.61:	Zakłady rozbijające emulsję .....	189
Tabela 2.62:	Zakłady wykonujące koagulację ścieków .....	190
Tabela 2.63:	Zakłady wykonujące flokulację ścieków .....	190
Tabela 2.64:	Zakłady wyposażone w system sedymentacji lub dekantacji .....	191
Tabela 2.65:	Zakłady wykonujące flotację w celu oczyszczania ścieków .....	192
Tabela 2.66:	Zakłady filtrujące ścieki .....	193
Tabela 2.67:	Zakłady wyposażone w filtry membranowe do oczyszczania ścieków .....	194
Tabela 2.68:	Zakłady wykorzystujące wytrącanie do oczyszczania ścieków .....	194
Tabela 2.69:	Zakłady stosujące utlenianie chemiczne do oczyszczania ścieków .....	195
Tabela 2.70:	Zakłady stosujące redukcję chemiczną do oczyszczania ścieków .....	197
Tabela 2.71:	Zakłady wyposażone w system odwróconej osmozy .....	197
Tabela 2.72:	Zakłady wyposażone w system odpędzania ścieków .....	198
Tabela 2.73:	Zakłady wykorzystujące wymianę jonową do oczyszczania ścieków .....	199
Tabela 2.74:	Zakłady zajmujące się odparowywaniem ścieków .....	199
Tabela 2.75:	Zakłady wyposażone w system adsorpcji do oczyszczania ścieków .....	200
Tabela 2.76:	Zakłady wyposażone w system z osadem czynnym .....	204
Tabela 2.77:	Zakłady wyposażone w bioreaktor membranowy (MBR) .....	204
Tabela 2.78:	Zakłady wykonujące nityfikację/denityfikację ścieków .....	205
Tabela 2.79:	Zakłady wykonujące odwadnianie osadów ściekowych .....	207
Tabela 2.80:	Przykłady substytutów surowców .....	211
Tabela 2.81:	Ekonomika integrowania różnych ulepszeń w technikach poprawiających efektywność wykorzystania energii .....	213
Tabela 2.82:	Przykładowy formularz raportowania zużycia energii .....	214
Tabela 3.1:	Emisje pyłów i metali do atmosfery z mechanicznego przetwarzania w rozdrabniaczach odpadów metalowych - pomiary okresowe .....	245
Tabela 3.2:	Zawartość metali ciężkich w osadach pyłu w zakładach stosujących rozdrabniacze .....	248
Tabela 3.3:	Emisje PCDD/F i PCB z mechanicznego przetwarzania w rozdrabniaczach odpadów metalowych - pomiary okresowe .....	251
Tabela 3.4:	Emisje PCDD/F i dioksynopodobnych PCB w trzech flamandzkich zakładach stosujących rozdrabniacze .....	252
Tabela 3.5:	Wynik pomiarów depozycji w pobliżu czterech flamandzkich zakładów stosujących rozdrabniacze .....	252
Tabela 3.6:	Raportowane emisje do wody z mechanicznego przetwarzania w rozdrabniaczach odpadów metalowych .....	257
Tabela 3.7:	Mechaniczne przetwarzanie w rozdrabniaczach odpadów metalowych - stosowane techniki, pochodzenie emisji do wody oraz rodzaj zrzutu .....	259
Tabela 3.8:	Mechaniczne przetwarzanie w rozdrabniaczach odpadów metalowych - bezpośredni zrzut do wody .....	261
Tabela 3.9:	Efektywność środowiskowa obróbki mechanicznej w rozdrabniaczach odpadów metalowych (emisja pyłu do atmosfery) .....	269
Tabela 3.10:	Efektywność środowiskowa obróbki mechanicznej w rozdrabniaczach odpadów metalowych (pył, emisje Pb i Cu do atmosfery) .....	271
Tabela 3.11:	Obróbka mechaniczna w rozdrabniaczach odpadów metalowych - ilość deflagracji rocznie .....	276
Tabela 3.12:	Monitorowanie emisji do atmosfery z przetwarzania WEEE zawierającego VFC i/lub VHC .....	289
Tabela 3.13:	Emisje pyłu do atmosfery z przetwarzania WEEE zawierającego VFC i/lub VHC .....	290

Tabela 3.14:	Emisje CFC do atmosfery z przetwarzania WEEE zawierającego VFC i/lub VHC .....	291
Tabela 3.15:	Typowe wartości opałowe różnych rodzajów odpadów .....	301
Tabela 3.16:	Wykorzystywanie jako paliwo odpadów z tworzyw sztucznych z różnych sektorów przemysłu .....	301
Tabela 3.17:	Przegląd różnych form fizycznych paliwa odpadowego (produkcja) .....	302
Tabela 3.18:	Typowy skład odpadów palnych (kod odpadów 19-12-10 z załącznika do COM 2000/532/WE) w oparciu o dużą liczbę pomiarów w zakładach stosujących CEN/TC 343 .....	303
Tabela 3.19:	Typowy skład opakowań mieszanych (kod odpadów 15-01-06 z załącznika do COM 2000/532/WE) oparty na dużej liczbie pomiarów w zakładach stosujących CEN/TC 343 .....	304
Tabela 3.20:	Dodatkowe etapy przetwarzania wymagane zgodnie z właściwościami fizycznymi odpadów stosowane celem dostarczenia paliwa odpadowego zgodnego ze specyfikacją konsumentów .....	306
Tabela 3.21:	Emisje do atmosfery z mechanicznego przetwarzania odpadów o wartości opałowej .....	308
Tabela 3.22:	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej - źródła emisji do atmosfery i związane z tym techniki redukcji .....	309
Tabela 3.23:	Emisje do wody z mechanicznego przetwarzania odpadów o wartości opałowej .....	312
Tabela 3.24:	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej - źródła emisji do wody, zastosowane techniki ich redukcji oraz rodzaj odprowadzenia .....	313
Tabela 3.25:	Efektywność środowiskowa zakładów prowadzących mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej i wyposażonych w system filtrów workowych/tkaninowych (emisja pyłu do atmosfery) .....	315
Tabela 3.26:	Efektywność środowiskowa mechanicznego przetwarzania odpadów o wartości opałowej (emisje związków organicznych do atmosfery) .....	318
Tabela 4.1:	Biologiczne przetwarzanie odpadów .....	320
Tabela 4.2:	Średni skład materiału wsadowego wprowadzanego do niemieckich kompostowni w zależności od wydajności zakładu .....	323
Tabela 4.3:	Parametry zmierzone w emisjach do atmosfery w otwartych oczyszczalniach tlenowych .....	327
Tabela 4.4:	Emisje odorów w otwartych oczyszczalniach tlenowych .....	328
Tabela 4.5:	Emisje bioaerozoli w otwartych oczyszczalniach tlenowych .....	329
Tabela 4.6:	Parametry zmierzone w emisjach do atmosfery w zamkniętych oczyszczalniach tlenowych .....	330
Tabela 4.7:	Źródła emisji do atmosfery i związane z tym techniki redukcji w zamkniętych oczyszczalniach tlenowych .....	331
Tabela 4.8:	Emisje odorów w zamkniętych oczyszczalniach tlenowych .....	333
Tabela 4.9:	Emisje bioaerozoli w zamkniętych oczyszczalniach tlenowych .....	334
Tabela 4.10:	Liczba okresowych pomiarów stężenia NH <sub>3</sub> w emisjach do atmosfery .....	335
Tabela 4.11:	Parametry zmierzone w emisjach do wody w otwartych oczyszczalniach tlenowych .....	337
Tabela 4.12:	Źródła emisji do wody i związane z nimi technologie redukcji w kompostowniach otwartych .....	339
Tabela 4.13:	Parametry zmierzone w emisjach do wody w zamkniętych oczyszczalniach tlenowych .....	341
Tabela 4.14:	Źródła emisji do wody i związane z tym techniki redukcji w zamkniętych oczyszczalniach tlenowych .....	342
Tabela 4.15:	Skład produktu wyjściowego wykorzystywanego jako paliwo .....	348
Tabela 4.16:	Przegląd produktów wyjściowych beztlenowego przetwarzania odpadów komunalnych ulegających biodegradacji .....	348
Tabela 4.17:	Technologie fermentacji beztlenowej .....	350
Tabela 4.18:	Orientacyjny przegląd wymogów dotyczących przetwarzania biogazu w odniesieniu do zamierzonego zastosowania .....	352
Tabela 4.19:	Przetwarzanie wstępne oraz utylizacja biogazu .....	353
Tabela 4.20:	Emisje do atmosfery z fermentacji beztlenowej (AD) .....	358
Tabela 4.21:	Fermentacja beztlenowa - techniki redukcji oraz źródła emisji zorganizowanych do atmosfery .....	360
Tabela 4.22:	Emisje do wody z fermentacji beztlenowej .....	363
Tabela 4.23:	Fermentacja beztlenowa - techniki ograniczające oraz źródła emisji do wody .....	365
Tabela 4.24:	Przegląd produktu wyjściowego w różnych konfiguracjach procesu MBT .....	369
Tabela 4.25:	Parametry zmierzone w emisjach do atmosfery z instalacji MBT (z wyłączeniem spalania biogazu) .....	376

Tabela 4.26:	Techniki ograniczające emisje do atmosfery i pochodzenie emisji w zakładach MBT	377
Tabela 4.27:	Emisje do wody z zakładów MBT	379
Tabela 4.28:	Techniki ograniczające emisje do wody w zakładach MBT	380
Tabela 4.29:	Oczyszczalnie biologiczne wyposażone w zamkniętą halę i związane z tym możliwości magazynowania	385
Tabela 4.30:	Zakresy zmierzonych emisji odorów w zakładach oczyszczania biologicznego	387
Tabela 4.31:	Efektywność środowiskowa zakładów prowadzących przetwarzanie biologiczne w kategoriach emisji NH <sub>3</sub> do atmosfery	389
Tabela 4.32:	Efektywność środowiskowa odorów prowadzących przetwarzanie biologiczne pod względem emisji zapachów do atmosfery	391
Tabela 4.33:	Przykłady zakładów wykorzystujących wodę pochodzącą z recyklingu	396
Tabela 4.34:	Wskaźnik oceny wilgotności	398
Tabela 4.35:	Środki zapobiegające niedoborom tlenu podczas kompostowania	399
Tabela 4.36:	Zalety/wady systemów nadciśnieniowych i ssawnych	400
Tabela 4.37:	Ograniczanie emisji jako sprawność pokrywy w porównaniu do współczynnika bazowego półprzepuszczalnych osłon membranowych	405
Tabela 4.38:	Efektywność środowiskowa zakładów MBT pod względem emisji pyłów do atmosfery	410
Tabela 4.39:	Efektywność środowiskowa zakładów MBT pod względem emisji związków organicznych do atmosfery	411
Tabela 5.1:	Emisje z fizyczno-chemicznego przetwarzania odpadów stałych oraz półpłynnych	425
Tabela 5.2:	Emisje do atmosfery z fizyczno-chemicznego przetwarzania odpadów stałych i/lub półpłynnych	426
Tabela 5.3:	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych - stosowane techniki ograniczania oraz źródła emisji do atmosfery	427
Tabela 5.4:	Emisje lotnych związków organicznych do atmosfery z fizyczno-chemicznego przetwarzania odpadów stałych i/lub półpłynnych	431
Tabela 5.5:	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych - źródła emisji do wody, zastosowane techniki ograniczania emisji i rodzaje zrzutu	432
Tabela 5.6:	Immobilizacja (stabilizacja i zestalenie) odpadów stałych i/lub półpłynnych - wdrożone procedury związane z zapewnieniem zgodności odpadów dostarczonych do przetworzenia z procesem przetwarzania	434
Tabela 5.7:	Efektywność środowiskowa fizyczno-chemicznego przetwarzania odpadów stałych i/lub półpłynnych pod względem emisji pyłów do atmosfery	436
Tabela 5.8:	Techniki obróbki końcowej stosowane przy przetwarzaniu olejów odpadowych	442
Tabela 5.9:	Techniki /procesy powtórnej rafinacji olejów odpadowych	443
Tabela 5.10:	Rodzaje domieszek stosowanych w środkach smarnych	448
Tabela 5.11:	Rodzaje zbiorników, w których oleje odpadowe są dostarczane do oczyszczalni	449
Tabela 5.12:	Orientacyjny wykaz składników obecnych w zużytych olejach	450
Tabela 5.13:	Orientacyjny wykaz składników obecnych w przemysłowych olejach odpadowych	452
Tabela 5.14:	Wpływ hydrrafinacji na zanieczyszczenia materiału wsadowego po odasfaltowaniu	454
Tabela 5.15:	Kwestie dotyczące produktów związane z różnymi techniki/procesami powtórnej rafinacji olejów odpadowych	455
Tabela 5.16:	Matryca do przypisywania materiałów wsadowych do atmosfery, oleju i wody w procesach gorących oraz zimnych	457
Tabela 5.17:	Główne źródła emisji w zakładach powtórnej rafinacji oleju	458
Tabela 5.18:	Ocena ekologiczności kilkukrotnego procesu ponownego wykorzystania i rafinacji	459
Tabela 5.19:	Parametry monitorowane w emisjach do atmosfery w zakładach dokonujących powtórnej rafinacji olejów odpadowych	460
Tabela 5.20:	Źródła emisji do atmosfery i związane z nimi techniki ograniczania emisji	461
Tabela 5.21:	Monitorowanie zanieczyszczeń w emisjach do wody w zakładach powtórnej rafinacji olejów odpadowych	463
Tabela 5.22:	Źródła emisji do wody i związane z nimi techniki ograniczania emisji	465
Tabela 5.23:	Rodzaje odpadów powstających w procesach powtórnej rafinacji olejów odpadowych	466
Tabela 5.24:	Wartości zużycia dla tradycyjnego systemu TDA i systemu wysokiego odzysku TDA w połączeniu z procesem PDA	468
Tabela 5.25:	Ekonomika bioreaktora membranowego	471
Tabela 5.26:	Efektywność środowiskowa zakładów prowadzących powtórna rafinację olejów odpadowych pod względem emisji związków organicznych do atmosfery	473
Tabela 5.27:	Rodzaje odpadów wykorzystywanych do przygotowania odpadowych paliw stałych oraz płynnych	477

---

Tabela 5.28:	Typowe wartości opałowe różnych rodzajów odpadów .....	478
Tabela 5.29:	Przetwarzanie olejów odpadowych przed ich wykorzystaniem jako paliwo .....	488
Tabela 5.30:	Typowy skład olejów opałowych i smarnych .....	489
Tabela 5.31:	Przykłady wykorzystania słabo i silnie przetworzonego oleju odpadowego jako paliwa. ....	491
Tabela 5.32:	Przykład strumieni wyjściowych w odpowiednich warunkach pracy .....	492
Tabela 5.33:	Komponenty produktu wyjściowego z termicznego krakingu olejów odpadowych .....	493
Tabela 5.34:	Zakłady z listy referencyjnej przeprowadzające fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej .....	495
Tabela 5.35:	Źródła emisji do atmosfery i techniki ograniczania emisji do atmosfery w zakładach wykonujących PCT odpadów o wartości opałowej .....	498
Tabela 5.36:	Zanieczyszczenia monitorowane w emisjach do atmosfery z zakładów wykonujących PCT odpadów o wartości opałowej .....	499
Tabela 5.37:	Źródła emisji do wody i związane z nimi techniki ograniczania emisji w zakładach wykonujących PCT odpadów o wartości opałowej .....	501
Tabela 5.38:	Zanieczyszczenia monitorowane w emisjach do wody z zakładów wykonujących PCT odpadów o wartości opałowej .....	503
Tabela 5.39:	Efektywność środowiskowa zakładów dokonujących fizyczno-chemicznego przetwarzania odpadów o wartości opałowej i wyposażonych w regeneracyjny dopalacz termiczny (RTO), węgiel aktywny, kondensację kriogeniczną lub płukanie na mokro .....	504
Tabela 5.40:	Typowe regenerowalne odpady rozpuszczalników .....	508
Tabela 5.41:	Zakłady z listy referencyjnej prowadzące regenerację zużytych rozpuszczalników .....	514
Tabela 5.42:	Emisje do atmosfery z zakładów regeneracji zużytych rozpuszczalników .....	515
Tabela 5.43:	Parametry mierzone w emisjach do atmosfery z zakładów zajmujących się regeneracją zużytych rozpuszczalników .....	516
Tabela 5.44:	Emisje lotnych związków organicznych z zakładów regeneracji zużytych rozpuszczalników .....	517
Tabela 5.45:	Emisje do wody z zakładów regeneracji zużytych rozpuszczalników .....	519
Tabela 5.46:	Parametry mierzone w emisjach do wody z zakładów regeneracji zużytych rozpuszczalników .....	521
Tabela 5.47:	Monitorowanie rozproszonych emisji LZO w zakładach prowadzących regenerację zużytych rozpuszczalników .....	525
Tabela 5.48:	Efektywność środowiskowa zakładów zajmujących się regeneracją zużytych rozpuszczalników i wyposażonych w termiczne utlenianie, węgiel aktywny, kondensację lub płukanie na mokro .....	527
Tabela 5.49:	Zakres emisji występujących w różnych regeneracjach żywic jonowymiennych .....	533
Tabela 5.50:	Komercyjna regeneracja katalizatora kobaltowo-molibdenowego .....	535
Tabela 5.51:	Typowe właściwości fizyczno-chemiczne pozostałości z chemikaliów sodowych (RSC) .....	537
Tabela 5.52:	Technologie ekstrakcji kwasów .....	542
Tabela 5.53:	Potencjalne drogi uwalniania zanieczyszczeń .....	543
Tabela 5.54:	Zakres emisji występujących w różnych regeneracjach węgla .....	544
Tabela 5.55:	Bilans masowy w komercyjnej regeneracji z użyciem katalizatora kobaltowo-molibdenowego .....	545
Tabela 5.56:	Zakłady z listy referencyjnej przetwarzające pozostałości z FGT .....	546
Tabela 5.57:	Emisje do atmosfery z zakładów przetwarzających pozostałości z FGT .....	546
Tabela 5.58:	Emisje do wody z zakładów przetwarzających pozostałości z FGT .....	547
Tabela 5.59:	Zastosowanie technik oczyszczania gazów odlotowych wytwarzanych w procesie regeneracji z użyciem węgla aktywnego .....	549
Tabela 5.60:	Techniki redukcyjne stosowane w regeneracji zużytych katalizatorów .....	551
Tabela 5.61:	Porównanie cech systemów desorpcji termicznej i oczyszczania gazów odlotowych .....	555
Tabela 5.62:	Podsumowanie danych dotyczących skuteczności płukania gleby .....	559
Tabela 5.63:	Efektywność płukania gleby dla różnych komponentów .....	559
Tabela 5.64:	Wyniki rekultywacji osadu z separatora API poprzez ekstrakcję rozpuszczalnikową .....	562
Tabela 5.65:	Pożądane właściwości wsadu wejściowego dla procesów biodegradacji gnojowicy w celu odkażania gleby .....	563
Tabela 5.66:	Możliwość zastosowania biodegradacji gnojowicy do oczyszczania zanieczyszczeń w glebie, osadach i szlamach .....	563
Tabela 5.67:	Biodegradowalność zanieczyszczonej gleby proponowana do rekultywacji fazy stałej ..	564
Tabela 5.68:	Zakłady z listy referencyjnej zajmujące się oczyszczaniem zanieczyszczonej gleby .....	566
Tabela 5.69:	Kontrola emisji do atmosfery w zakładach wykonujących desorpcję termiczną zanieczyszczonej gleby .....	568

---

Tabela 5.70:	Emisje do atmosfery mierzone w zakładach wykonujących desorpcję termiczną zanieczyszczonej gleby .....	569
Tabela 5.71:	Emisje z systemów ekstrakcji oparów .....	570
Tabela 5.72:	Kontrola emisji do atmosfery w zakładach wykonujących płukanie wodą zanieczyszczonej gleby .....	571
Tabela 5.73:	Zanieczyszczenia mierzone w emisjach do atmosfery z zakładów wykonujących płukanie wodą zanieczyszczonej gleby .....	571
Tabela 5.74:	Kontrola emisji do wody w zakładach wykonujących płukanie wodą zanieczyszczonej gleby .....	572
Tabela 5.75:	Parametry mierzone w emisjach do wody w zakładach wykonujących płukanie wodą zanieczyszczonej gleby .....	573
Tabela 5.76:	Podsumowanie danych dotyczących emisji dla systemu bioremediacji ex situ .....	575
Tabela 5.77:	Przykładowe rodzaje odpadów płynnych na bazie wody .....	580
Tabela 5.78:	Odpady wytworzone w procesie technologicznym przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody .....	581
Tabela 5.79:	Analiza niektórych reprezentatywnych rodzajów fizyczno-chemicznego przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody .....	582
Tabela 5.80:	Emisje do atmosfery z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody .....	591
Tabela 5.81:	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody - stosowane techniki oraz źródła emisji do atmosfery .....	592
Tabela 5.82:	Monitorowanie emisji do wody z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody uwolnienie bezpośrednie .....	603
Tabela 5.83:	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody – uwolnienie bezpośrednie - stosowane techniki, usuwane substancje, opis odpadów dostarczanych do przetworzenia, produkt wyjściowy oraz rodzaj zrzutu .....	606
Tabela 5.84:	Pochodzące z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody związki azotu monitorowane w emisjach do wody – uwolnienie bezpośrednie .....	614
Tabela 5.85:	Monitorowanie emisji do wody z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody – uwolnienie pośrednie .....	620
Tabela 5.86:	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody – uwolnienie pośrednie - stosowane techniki, usuwane substancje, opis odpadów dostarczanych do przetworzenia, produkt wyjściowy oraz rodzaj zrzutu .....	621
Tabela 5.87:	Poziomy zużycia w niektórych rodzajach przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody .....	651
Tabela 5.88:	Używane chemikalia oraz niektóre z ich poziomów zużycia w procesie detoksykacji, neutralizacji i odwadniania celem usunięcia metali ze ścieków .....	652
Tabela 5.89:	Teoretyczne zużycie zasad w procesie wytrącania na 100 g metalu .....	652
Tabela 5.90:	Zużycie chemikaliów do wytrącania siarczków/ultrafiltracji .....	653
Tabela 5.91:	Zużycie chemikaliów do oczyszczania odsrebrzonych ścieków fotograficznych .....	653
Tabela 5.92:	Efektywność środowiskowa przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody pod względem emisji kwasu solnego (HCl) do atmosfery .....	655
Tabela 5.93:	Efektywność środowiskowa przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody pod względem emisji związków organicznych do atmosfery .....	656
Tabela 5.94:	Przegląd technologii destrukcji oraz nieodwracalnego przekształcania trwałych zanieczyszczeń organicznych w odpadach .....	661
Tabela 5.95:	Niektóre szczególne procesy przetwarzania odpadów zawierających polichlorowane bifenyle lub inne trwałe zanieczyszczenia organiczne .....	662
Tabela 5.96:	Zgłaszana skuteczność niszczenia w procesach uwodorniania .....	665
Tabela 5.97:	Emisje do atmosfery z Zakładu 191 .....	666
Tabela 5.98:	Zakłady z listy referencyjnej przetwarzające odpady zawierające rtęć .....	672
Tabela 5.99:	Emisje do atmosfery z zakładów przetwarzających odpady zawierające rtęć .....	673
Tabela 5.100:	Parametry mierzone w emisjach do atmosfery z zakładów przetwarzających odpady zawierające rtęć .....	673
Tabela 5.101:	Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzających odpady zawierające rtęć (emisje rtęci do atmosfery) .....	675
Tabela 5.102:	Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzających odpady zawierające rtęć (emisje pyłów do atmosfery) .....	676
Tabela 5.103:	Emisje z przetwarzania odpadów kwasów oraz zasad .....	682

---

Tabela 6.1:	Poziomy emisji związane z najlepszymi dostępnymi technikami (BAT-AEL) dla bezpośredniego uwolnienia do wód przyjmujących .....	706
Tabela 6.2:	Poziomy emisji związane z najlepszymi dostępnymi technikami (BAT-AEL) dla pośredniego uwolnienia do wód przyjmujących .....	708
Tabela 6.3:	Poziomy emisji związane z najlepszymi dostępnymi technikami (BAT-AEL) dla emisji pyłów kierowanych do atmosfery z mechanicznego przetwarzania odpadów .....	711
Tabela 6.4:	Poziomy emisji związane z najlepszymi dostępnymi technikami (BAT-AEL) dla emisji całkowitych LZO i CFC kierowanych do atmosfery z przetwarzania WEEE zawierającego VFC i/lub VHC .....	713
Tabela 6.5:	Poziomy emisji związane z najlepszymi dostępnymi technikami (BAT-AEL) dla emisji całkowitych LZO kierowanych do atmosfery z mechanicznego przetwarzania odpadów o wartości opałowej .....	714
Tabela 6.6:	Poziomy emisji związane z najlepszymi dostępnymi technikami (BAT-AEL) dla zorganizowanych emisji rtęci do atmosfery z mechanicznego przetwarzania WEEE zawierającego rtęć .....	715
Tabela 6.7:	Poziomy emisji związane z najlepszymi dostępnymi technikami (BAT-AEL) dla emisji zorganizowanych NH <sub>3</sub> , nieprzyjemnych odorów, pyłu i całkowitych LZO do atmosfery z biologicznego przetwarzania odpadów .....	716
Tabela 6.8:	Poziomy emisji związane z najlepszymi dostępnymi technikami (BAT-AEL) dla zorganizowanych emisji pyłu do atmosfery z fizyczno-chemicznego przetwarzania odpadów stałych i/lub półpłynnych .....	720
Tabela 6.9:	Poziomy emisji związane z najlepszymi dostępnymi technikami (BAT-AEL) dla zorganizowanych emisji całkowitych LZO kierowanych do atmosfery z powtórnej rafinacji olejów odpadowych, fizyczno-chemicznego przetwarzania odpadów o wartości opałowej oraz regeneracji zużytych rozpuszczalników .....	722
Tabela 6.10:	Poziomy emisji związane z najlepszymi dostępnymi technikami (BAT-AEL) dla zorganizowanych emisji do atmosfery HCl i całkowitego LZO z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody .....	725
Tabela 8.1:	Kluczowe etapy procesu weryfikacji dokumentu BREF dotyczącego unieszkodliwiania odpadów .....	745
Tabela 8.2:	Podział wyrażonych poglądów .....	746

---

## Wykaz ilustracji

Ilustracja 1.1:	Hierarchia postępowania z odpadami .....	1
Ilustracja 1.2:	Zakłady powtórnej rafinacji w Europie w 2015 r. ....	22
Ilustracja 1.3:	Struktura sektora przetwarzania odpadów w 2014 r. (NACE wersja 2: 38.2 - przetwarzanie i unieszkodliwianie odpadów) - wielkość przedsiębiorstw pod względem liczby zatrudnionych osób .....	27
Ilustracja 2.1:	Lokalizacja zakładów, które uczestniczyły w gromadzeniu danych .....	46
Ilustracja 2.2:	Emisje pyłu do atmosfery ze wszystkich zakładów przetwarzania odpadów (pomiar okresowy) .....	47
Ilustracja 2.3:	Emisje pyłu do atmosfery ze wszystkich zakładów przetwarzania odpadów (pomiar ciągły - średnia długookresowa) .....	48
Ilustracja 2.4:	Emisje pyłu do atmosfery ze wszystkich zakładów przetwarzania odpadów (pomiar ciągły - średnia krótkookresowa) .....	48
Ilustracja 2.5:	Emisje pyłu do atmosfery z mechanicznego przetwarzania odpadów .....	49
Ilustracja 2.6:	Emisje całkowite LZO do atmosfery ze wszystkich zakładów przetwarzania odpadów (pomiar okresowy) .....	50
Ilustracja 2.7:	Szczegóły dotyczące emisji całkowitej LZO do atmosfery ze wszystkich zakładów przetwarzających odpady (pomiar okresowy) .....	51
Ilustracja 2.8:	Emisje całkowite LZO do atmosfery ze wszystkich zakładów przetwarzania odpadów (pomiar ciągły - średnia długookresowa) .....	52
Ilustracja 2.9:	Emisje całkowite LZO do atmosfery ze wszystkich zakładów przetwarzania odpadów (pomiar ciągły - średnia krótkookresowa) .....	52
Ilustracja 2.10:	Emisje OWO do atmosfery ze wszystkich zakładów przetwarzania odpadów (pomiar okresowy) .....	53
Ilustracja 2.11:	Emisje OWO do atmosfery ze wszystkich zakładów przetwarzania odpadów (pomiar ciągły - średnia krótkookresowa) .....	53
Ilustracja 2.12:	Emisje NMLZO do atmosfery ze wszystkich zakładów przetwarzania odpadów (pomiar okresowy) .....	54
Ilustracja 2.13:	Szczegóły dotyczące emisji NMLZO do atmosfery ze wszystkich zakładów przetwarzania odpadów (pomiar okresowy) .....	54
Ilustracja 2.14:	Emisje NMLZO do atmosfery ze wszystkich zakładów przetwarzania odpadów (pomiar ciągły - średnia długookresowa) .....	55
Ilustracja 2.15:	Emisje NMLZO do atmosfery ze wszystkich zakładów przetwarzania odpadów (pomiar ciągły - średnia krótkookresowa) .....	55
Ilustracja 2.16:	Emisja związków organicznych do atmosfery z powtórnej rafinacji olejów odpadowych, fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej oraz regeneracja zużytych rozpuszczalników .....	57
Ilustracja 2.17:	Emisje NH <sub>3</sub> do atmosfery ze wszystkich zakładów przetwarzania odpadów (pomiar okresowy) .....	58
Ilustracja 2.18:	Szczegóły dotyczące emisji NH <sub>3</sub> do atmosfery ze wszystkich zakładów przetwarzania odpadów (pomiar okresowy) .....	59
Ilustracja 2.19:	Emisje NH <sub>3</sub> do atmosfery ze wszystkich zakładów przetwarzania odpadów (pomiar ciągły - średnia długookresowa) .....	59
Ilustracja 2.20:	Emisje NH <sub>3</sub> do atmosfery ze wszystkich zakładów stosujących przetwarzanie biologiczne .....	60
Ilustracja 2.21:	Ciągłe doskonalenie modelu EMS .....	62
Ilustracja 2.22:	Zobrazowanie analizy przepływu materiału .....	81
Ilustracja 2.23:	Schemat magnetycznego oddzielnika taśmowego .....	90
Ilustracja 2.24:	Schemat separatora wiroprądowego .....	92
Ilustracja 2.25:	Separator optyczny .....	93
Ilustracja 2.26:	Zasady separacji powietrzem .....	94
Ilustracja 2.27:	Podstawowa zasada działania połączonych technologii wibracji oraz sortowania powietrznego .....	96
Ilustracja 2.28:	Przesiewacze bębnowe .....	97
Ilustracja 2.29:	Przesiewacz Trommela .....	98
Ilustracja 2.30:	Parametry monitorowane w emisjach do wody według rodzaju przetwarzania odpadów .....	104

Ilustracja 2.31: Parametry monitorowane w emisjach zorganizowanych do atmosfery według rodzaju przetwarzania odpadów .....	106
Ilustracja 2.32: Budowa biofiltra .....	112
Ilustracja 2.33: Przykład gospodarowania ściekami w zakładzie unieszkodliwiania odpadów .....	131
Ilustracja 2.34: Warianty bioreaktora membranowego w porównaniu z konwencjonalnym procesem z osadem czynnym .....	203
Ilustracja 3.1: Przykładowy zakład rozdrabniający złom mieszany .....	233
Ilustracja 3.2: Przykładowy rozdrabniacz wstępny .....	235
Ilustracja 3.3: Szczegóły procesu rozdrabniania .....	236
Ilustracja 3.4: Typowy zakład rozdrabniający złom mieszany w UE .....	237
Ilustracja 3.5: Budowa konwencjonalnego zakładu rozdrabniającego .....	238
Ilustracja 3.6: Potencjalne źródła emisji do atmosfery w zakładzie rozdrabniającym .....	243
Ilustracja 3.7: Emisja z zakładu rozdrabniania podczas deflagracji .....	243
Ilustracja 3.8: Emisja pyłu do atmosfery z mechanicznego przetwarzania w rozdrabniaczach odpadów metalowych .....	247
Ilustracja 3.9: Emisje związków organicznych do atmosfery z mechanicznego przetwarzania w rozdrabniaczach odpadów metalowych .....	249
Ilustracja 3.10: Przełącznik rtęciowy .....	253
Ilustracja 3.11: Podświetlająca lampa rtęciowa .....	254
Ilustracja 3.12: Ogniwa/baterie rtęciowe .....	254
Ilustracja 3.13: Emisje rtęci do atmosfery z mechanicznego przetwarzania w rozdrabniaczach odpadów metalowych .....	255
Ilustracja 3.14: System rozdrabniacza z pojedynczym cyklonem .....	264
Ilustracja 3.15: System rozdrabniacza z dwoma cyklonami, płuczką Venturiego i pojedynczym wyciągiem .....	265
Ilustracja 3.16: System rozdrabniacza z dwoma cyklonami, płuczką Venturiego, filtrem workowym i podwójnym wyciągiem .....	266
Ilustracja 3.17: System rozdrabniacza z wtryskiem wody do młyna .....	267
Ilustracja 3.18: Wtrysk wody do rozdrabniacza .....	267
Ilustracja 3.19: Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych - zależność pomiędzy wiekiem zakładu a emisją pyłu do atmosfery .....	268
Ilustracja 3.20: Przykład ultrafiltracji .....	273
Ilustracja 3.21: Widok z lotu ptaka na klapy bezpieczeństwa w zakładzie rozdrabniającym .....	275
Ilustracja 3.22: Elementy izolacyjne (pierścieniowe) do redukcji drgań .....	278
Ilustracja 3.23: Ekrany ochronne w zakładzie rozdrabniającym Schrott-Bosch GmbH, Niemcy .....	280
Ilustracja 3.24: Tłumiki hałasu na stropie rozdrabniacza .....	280
Ilustracja 3.25: Przykład systemu odgazującego piankę poliuretanową (PUR) .....	285
Ilustracja 3.26: Działania w zakresie ochrony przeciwwybuchowej (schemat decyzyjny) .....	286
Ilustracja 3.27: Rozdrabniacz dwuwałowy .....	287
Ilustracja 3.28: Rozdrabniacz czterowałowy .....	287
Ilustracja 3.29: Rozdrabniacz wirnikowy .....	288
Ilustracja 3.30: Odgazowanie etap 2 – kondensacja kriogeniczna .....	294
Ilustracja 3.31: Odgazowanie etap 2 – adsorpcja z użyciem węgla aktywnego .....	296
Ilustracja 3.32: Schemat przepływu dla mechanicznego przetwarzania odpadów o wartości opałowej .....	306
Ilustracja 3.33: Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej, z użyciem filtra workowego/tkaninowego .....	307
Ilustracja 3.34: Emisja pyłu do atmosfery z mechanicznego przetwarzania odpadów o wartości opałowej .....	310
Ilustracja 3.35: Emisja związków organicznych do atmosfery z mechanicznego przetwarzania odpadów o wartości opałowej .....	311
Ilustracja 4.1: Przykład zamkniętej oczyszczalni tlenowej przetwarzającej bioodpady .....	325
Ilustracja 4.2: Stężenia NH <sub>3</sub> w zamkniętych oczyszczalniach tlenowych .....	335
Ilustracja 4.3: Ścieżka fermentacji beztlenowej .....	346
Ilustracja 4.4: Przykład zakładu stosującego fermentację beztlenową .....	349
Ilustracja 4.5: Schemat przepływu materiału w mechaniczno-biologicznym procesie przetwarzania .....	370
Ilustracja 4.6: Schemat procesu suszenia biologicznego .....	371
Ilustracja 4.7: Potencjalne źródła emisji z procesów MBT .....	372
Ilustracja 4.8: Emisja pyłu do atmosfery z zakładów stosujących MBT .....	378
Ilustracja 4.9: Emisje związków organicznych do atmosfery z zakładów stosujących MBT .....	378



Ilustracja 4.10: Wybór odpowiedniego biologicznego systemu przetwarzania w zależności od stężenia węgla organicznego i rodzaju odpadów .....	382
Ilustracja 4.11: Konfiguracja systemu kolekcji powietrza wylotowego w Zakładzie 37 .....	413
Ilustracja 5.1: Typowy proces immobilizacji .....	417
Ilustracja 5.2: Przykładowy system wstępnego wapnowania w przetwarzaniu osadów organicznych .....	420
Ilustracja 5.3: Przykład wtórnego wapnowania w przetwarzaniu osadów organicznych .....	421
Ilustracja 5.4: Przykład przetwarzania fizyczno-chemicznego przed zasypaniem .....	423
Ilustracja 5.5: Pył w emisjach do atmosfery z fizyczno-chemicznego przetwarzania odpadów stałych i/lub półpłynnych .....	430
Ilustracja 5.6: Emisje NH <sub>3</sub> do atmosfery w wyniku immobilizacji odpadów stałych i/lub półpłynnych .....	441
Ilustracja 5.7: Przetwarzanie olejów odpadowych oraz sposób klasyfikacji stosowany w niniejszym dokumencie .....	439
Ilustracja 5.8: Ogólny schemat przepływu etapów wstępnego przetwarzania olejów odpadowych .....	440
Ilustracja 5.9: Substancje wejściowe i wyjściowe w procesach powtórnej rafinacji .....	467
Ilustracja 5.10: Wybrane możliwości wykorzystania odpadów jako paliwa w różnych sektorach .....	475
Ilustracja 5.11: Przykład produkcji paliw stałych z płynnych lub półpłynnych odpadów niebezpiecznych .....	481
Ilustracja 5.12: Przykładowy schemat procesu wytwarzania organicznego płynnego paliwa odpadowego .....	483
Ilustracja 5.13: Przykładowy schemat procesu wytwarzania płynnego paliwa odpadowego w procesie fluidyzacji .....	484
Ilustracja 5.14: Przykładowy schemat procesu przygotowania emulsji .....	486
Ilustracja 5.15: Przykład słabego przetwarzania oleju odpadowego .....	490
Ilustracja 5.16: Całkowita zawartość LZO oraz NMLZO mierzone w emisjach do atmosfery z zakładów prowadzących fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej .....	500
Ilustracja 5.17: Przykładowy schemat przepływu w instalacji do regeneracji zużytych rozpuszczalników .....	511
Ilustracja 5.18: Przykładowy układ regeneracji zużytych rozpuszczalników oraz punkty emisji .....	513
Ilustracja 5.19: Schemat procesu recyklingu RSC .....	538
Ilustracja 5.20: Schematyczny diagram przepływu w zakładzie regeneracji węgla .....	543
Ilustracja 5.21: Przykład obrotowej instalacji desorbera termicznego .....	554
Ilustracja 5.22: Ogólny schemat przepływu w zakładzie płukania gleby .....	558
Ilustracja 5.23: Uproszczony schemat przepływu podczas fizyczno-chemicznego przetwarzania emulsji wodno-olejowej .....	585
Ilustracja 5.24: Uproszczony schemat przepływu podczas fizyczno-chemicznego przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody zawierających rozpuszczalniki .....	586
Ilustracja 5.25: Uproszczony schemat przepływu podczas fizyczno-chemicznego i biologicznego procesu przetwarzania wodnych (uwodnionych) odpadów morskich .....	587
Ilustracja 5.26: Uproszczony schemat przepływu podczas fizyczno-chemicznego i biologicznego przetwarzania płynnych odpadów fotograficznych .....	588
Ilustracja 5.27: Główne strumienie emisji z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody .....	588
Ilustracja 5.28: Potencjalne strumienie emisji z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody .....	589
Ilustracja 5.29: Emisje HCl do atmosfery z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody .....	597
Ilustracja 5.30: Emisje NH <sub>3</sub> do atmosfery z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody .....	599
Ilustracja 5.31: Emisje związków organicznych do atmosfery z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody .....	601
Ilustracja 5.32: OWO oraz ChZT w emisjach do wody z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody – odprowadzanie bezpośrednie .....	611
Ilustracja 5.33: TSS w emisjach do wody z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody – odprowadzanie bezpośrednie .....	613
Ilustracja 5.34: Fosfor całkowity w emisjach do wody z przetwarzania odpadów – odprowadzanie bezpośrednie .....	616
Ilustracja 5.35: Fenole w emisjach do wody z przetwarzania odpadów – odprowadzanie bezpośrednie .....	618
Ilustracja 5.36: THC i HOI w emisjach do wody z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody ..	628
Ilustracja 5.37: Cyjanek w emisjach do wody z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody .....	630
Ilustracja 5.38: AOX w emisjach do wody z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody .....	632

---

Ilustracja 5.39: Arsen w emisjach do wody z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody .....	633
Ilustracja 5.40: Kadm w emisjach do wody z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody .....	635
Ilustracja 5.41: Chrom w emisjach do wody z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody .....	637
Ilustracja 5.42: Cr <sup>6+</sup> w emisjach do wody z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody .....	639
Ilustracja 5.43: Miedź w emisjach do wody z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody .....	641
Ilustracja 5.44: Rtęć w emisjach do wody z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody .....	643
Ilustracja 5.45: Nikiel w emisjach do wody z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody .....	645
Ilustracja 5.46: Ołów w emisjach do wody z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody .....	647
Ilustracja 5.47: Cynk w emisjach do wody z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody .....	649
Ilustracja 5.48: Schemat przepływu emisji do atmosfery w zakładzie stosującym płukanie z użyciem rozpuszczalnika w celu dekontaminacji PCB .....	668
Ilustracja 5.49: Dekontaminacja odpadów zawierających SF <sub>6</sub> .....	677
Ilustracja 7.1: Przetwarzanie lotnych związków organicznych .....	736
Ilustracja 7.2: Schemat instalacji pilotażowej przeprowadzającej jonizację i adsorpcję z użyciem węgla aktywnego .....	737
Ilustracja 7.3: Kompostowanie w silosie .....	741
Ilustracja 7.4: Proces suchej fermentacji beztlenowej (DAD) .....	743



## ZAKRES

Niniejszy dokument referencyjny dotyczący najlepszych dostępnych technik (BREF) dotyczy następujących rodzajów działalności określonych w załączniku I do dyrektywy 2010/75/UE:

- 5.1. Przetwarzanie lub odzysk odpadów niebezpiecznych o wydajności przekraczającej 10 ton dziennie, obejmujących jedną lub więcej z następujących czynności:
  - (a) przetwarzanie biologiczne;
  - (b) przetwarzanie fizyczno-chemiczne;
  - (c) łączenie lub mieszanie przed poddaniem któremukolwiek z innych rodzajów czynności wymienionych w pkt 5.1 i 5.2 załącznika I do dyrektywy 2010/75/UE;
  - (d) przepakowywanie przed poddaniem któremukolwiek z innych rodzajów czynności wymienionych w pkt 5.1 i 5.2 załącznika I do dyrektywy 2010/75/UE;
  - (e) odzysk/regeneracja rozpuszczalników;
  - (f) recykling/odzysk materiałów nieorganicznych innych niż metale lub związki metali;
  - (g) regeneracja kwasów lub zasad;
  - (h) odzysk składników stosowanych do redukcji zanieczyszczeń;
  - (i) odzysk składników z katalizatorów;
  - (j) powtórna rafinacja oleju lub inne sposoby ponownego wykorzystania oleju;
- 5.3. (a) Przetwarzanie odpadów innych niż niebezpieczne, o wydajności przekraczającej 50 ton dziennie, obejmujące jeden lub więcej z następujących rodzajów działalności, z wyłączeniem działalności objętych dyrektywą Rady 91/271/EWG z dnia 21 maja 1991 r. dotyczącą oczyszczania ścieków komunalnych:
  - (i) przetwarzanie biologiczne;
  - (ii) przetwarzanie fizyczno-chemiczne;
  - (iii) obróbka wstępna odpadów przeznaczonych do spalania lub współspalenia;
  - (iv) przetwarzanie popiołów;
  - (v) przetwarzanie w rozdrabniaczach odpadów metalowych, w tym zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego oraz pojazdów wycofanych z eksploatacji i ich części.(b) Odzysk lub połączenie odzysku i unieszkodliwiania odpadów innych niż niebezpieczne, o wydajności przekraczającej 75 ton dziennie, obejmujący jeden lub więcej z następujących rodzajów działalności, z wyłączeniem działalności objętych dyrektywą 91/271/EWG:
  - (i) przetwarzanie biologiczne;
  - (ii) obróbka wstępna odpadów przeznaczonych do spalania lub współspalenia;
  - (iii) przetwarzanie popiołów;
  - (iv) przetwarzanie w rozdrabniaczach odpadów metalowych, w tym zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego oraz pojazdów wycofanych z eksploatacji i ich części.

Jeżeli jedyną prowadzoną operacją w przetwarzaniu odpadów jest fermentacja beztlenowa, próg wydajności dla tej czynności wynosi 100 ton na dobę.
- 5.5. Tymczasowe magazynowanie odpadów niebezpiecznych nieobjętych pkt 5.4 załącznika I do dyrektywy 2010/75/UE, w oczekiwaniu na którąkolwiek z działalności wymienionych w pkt 5.1, 5.2, 5.4 i 5.6 załącznika I do dyrektywy 2010/75/UE o całkowitej pojemności przekraczającej 50 ton, z wyłączeniem tymczasowego magazynowania lub prowadzonej zbiórki, na terenie obiektu, w którym odpady są wytwarzane.

- 6.11. Oczyszczanie ścieków nieobjętych dyrektywą 91/271/EWG i odprowadzanych przez instalację prowadzącą działalność objętą pkt 5.1, 5.3 lub 5.5, jak to wymieniono powyżej.

Odnosząc się do niezależnie prowadzonego oczyszczania ścieków nieobjętych dyrektywą 91/271/EWG, niniejszy dokument BREF obejmuje również kombinowane oczyszczanie ścieków pochodzących z różnych źródeł, jeżeli główne zanieczyszczenie pochodzi z rodzajów działalności objętych pkt 5.1, 5.3 lub 5.5 wymienionych powyżej.

Niniejszy dokument BREF nie odnosi się do następujących kwestii

- Retencja powierzchniowa.
- Przetwarzanie lub recykling zwłok zwierzęcych lub odpadów zwierzęcych objętych opisem działalności z pkt 6.5 załącznika I do dyrektywy 2010/75/UE, jeżeli jest to objęte dokumentem BREF dotyczącym rzeźni i przemysłu produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego.
- Przetwarzanie obornika w gospodarstwie, jeżeli jest ono objęte dokumentem BREF dotyczącym intensywniej hodowli drobiu lub świń.
- Bezpośredni odzysk (tj. bez obróbki wstępnej) odpadów jako substytutu surowców w instalacjach prowadzących działania objęte innymi dokumentami BREF, np.:
  - Bezpośredni odzysk ołowiu (np. z baterii), soli cynku lub aluminium lub odzysk metali z katalizatorów. Może to być objęte dokumentem BREF dla przemysłu metali nieżelaznych.
  - Przetwarzanie papieru do celów recyklingu. Może to być objęte dokumentem BREF dotyczącym produkcji masy papierniczej, papieru i tektury.
  - Wykorzystanie odpadów jako paliwa/surowca w piecach cementowych. Może to być objęte dokumentem BREF dotyczącym produkcji cementu, wapna i tlenku magnezu.
- Współspalanie odpadów, piroliza i zgazowanie. Może to być objęte dokumentem BREF dla spalania odpadów lub dokumentem BREF dla dużych obiektów energetycznego spalania.
- Magazynowanie odpadów. Jest objęte dyrektywą 1999/31/WE w sprawie składowania odpadów. W szczególności podziemne magazynowanie stałe i długoterminowe ( $\geq 1$  rok przed unieszkodliwieniem,  $\geq 3$  lata przed odzyskiem) jest objęte dyrektywą 1999/31/WE.
- Rekultywacja skażonej gleby *in situ* (np. gleby niewydobytej).
- Obróbka żużli i popiołów paleniskowych. Może to być objęte dokumentem BREF dla spalania odpadów lub dokumentem BREF dla dużych obiektów energetycznego spalania.
- Wytapianie złomu metali i materiałów zawierających metale. Może to być objęte dokumentem BREF dla przemysłu metali nieżelaznych, dokumentem BREF dla produkcji żelaza i stali lub dokumentem BREF dla przemysłu kuźniczego i odlewniczego.
- Regeneracja zużytych kwasów i zasad, gdy jest to objęte dokumentem BREF dotyczącym przetwarzania metali żelaznych.
- Spalanie paliw, gdy nie generuje to gorących gazów, które wchodzi w bezpośredni kontakt z odpadami. Może to być objęte dokumentem BREF dla dużych obiektów energetycznego spalania lub dyrektywą 2015/2193/UE.

Inne dokumenty referencyjne, które mogą być istotne dla działań objętych niniejszym dokumentem BREF to:

- Ekonomia oraz wzajemne powiązania pomiędzy różnymi komponentami środowiska;
- Emisje z magazynowania;
- Efektywność energetyczna;

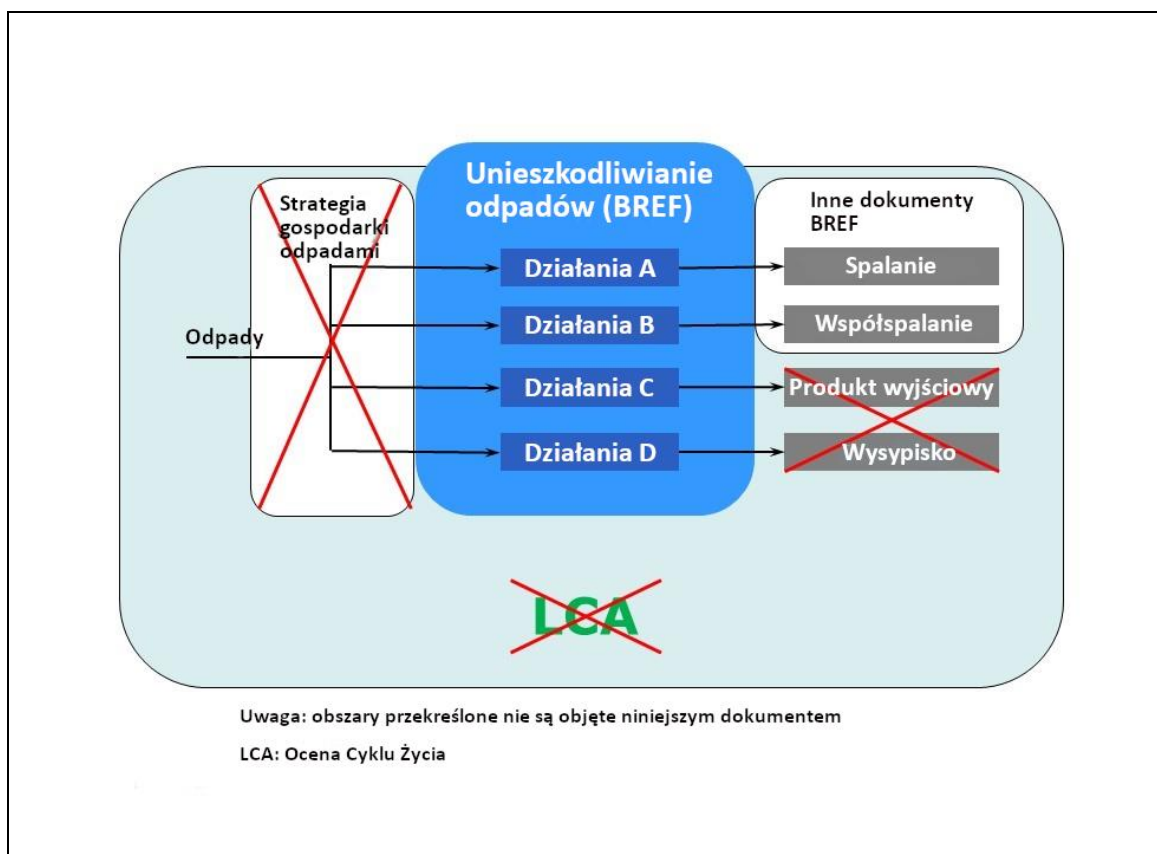
- Monitorowanie emisji do powietrza i wody z instalacji IED (IED -Dyrektywa w Sprawie Emisji Przemysłowych);
- Wspólne systemy oczyszczania/zagospodarowywania ścieków i gazów odlotowych w sektorze chemicznym
- Produkcja cementu, wapna oraz tlenku magnezu;
- Intensywny chów i hodowla drobiu lub świń.

Zakres niniejszego dokumentu nie obejmuje spraw, które dotyczą wyłącznie bezpieczeństwa w miejscu pracy lub bezpieczeństwa produktów, ponieważ kwestie te nie są objęte Dyrektywą. Są one omawiane jedynie w przypadkach, gdy mają wpływ na kwestie objęte zakresem Dyrektywy.

Pozostała część niniejszego rozdziału ma na celu wyjaśnienie, które działania w całym łańcuchu gospodarki odpadami są lub nie są uwzględnione w tym dokumencie.

### Sektor gospodarki odpadami a niniejszy dokument

Łańcuch działań związanych z gospodarką odpadami jest długi i wykracza poza zakres dyrektywy 2010/75/UE (dyrektywa w sprawie emisji przemysłowych, IED). Poniższy wykres próbuje podsumować, które działania z sektora gospodarki odpadami są ujęte w serii dokumentów dotyczących BREF.



### Zarządzanie odpadami a niniejszy dokument

Pełna ocena cyklu życia (LCA) zastosowana do niektórych odpadów może uwzględniać wszystkie ogniwa w łańcuchu odpadów, jak również wpływ produktu końcowego/odpadu na środowisko. Dyrektywa IED nie ma na celu zajmowania się tymi analizami, lecz skupia się na instalacjach. Na przykład minimalizacja ilości i/lub toksyczności odpadów wytwarzanych u źródła w instalacjach przemysłowych jest nierozdzielnie związana z dyrektywą IED i jest ujęta w sektorowych dokumentach BREF (zob. tabelę poprzedzającą przedmowę do niniejszego dokumentu). Inny przykład pokazuje, że gospodarka odpadami obejmuje również strategiczne decyzje dotyczące tego, jakimi rodzajami odpadów zajmuje się każdy dostępny typ ich

przetwarzania/proces/opcja lub jakie przetwarzanie stosowane jest do takich odpadów. Decyzja ta zależy od możliwości przetwarzania odpadów dostępnych na poziomie lokalnym, regionalnym, krajowym lub międzynarodowym, co zależy również od miejsca ich wytworzenia.

Jak pokazuje to powyższa ilustracja, rzeczywiste spalanie odpadów nie jest objęte zakresem niniejszego dokumentu. Jest ono przedmiotem sektorowych dokumentów BREF, w których analizowane są różne procesy spalania w zależności od sektora przemysłu, w którym mają zastosowanie (np. spalarnie odpadów, duże obiekty spalania, piece cementowe). Poprzez

uwzględnienie przetwarzania odpadów przeznaczonych do wykorzystania jako paliwo, niniejszy dokument obejmuje obróbkę, którą można zastosować w celu dostosowania różnych rodzajów odpadów do jakości paliwa wymaganej w różnych procesach spalania.

Niektóre materiały klasyfikowane są zgodnie z przepisami prawa, na przykład jako paliwo z odzysku, paliwo odpadowe RDF lub paliwo stałe z odzysku. Zamiarem niniejszego dokumentu nie jest wkraczanie w dyskusję nad definicją terminu "odpady". Również niektóre z wymienionych materiałów można, zgodnie z przepisami prawa, zakwalifikować jako niebezpieczne.

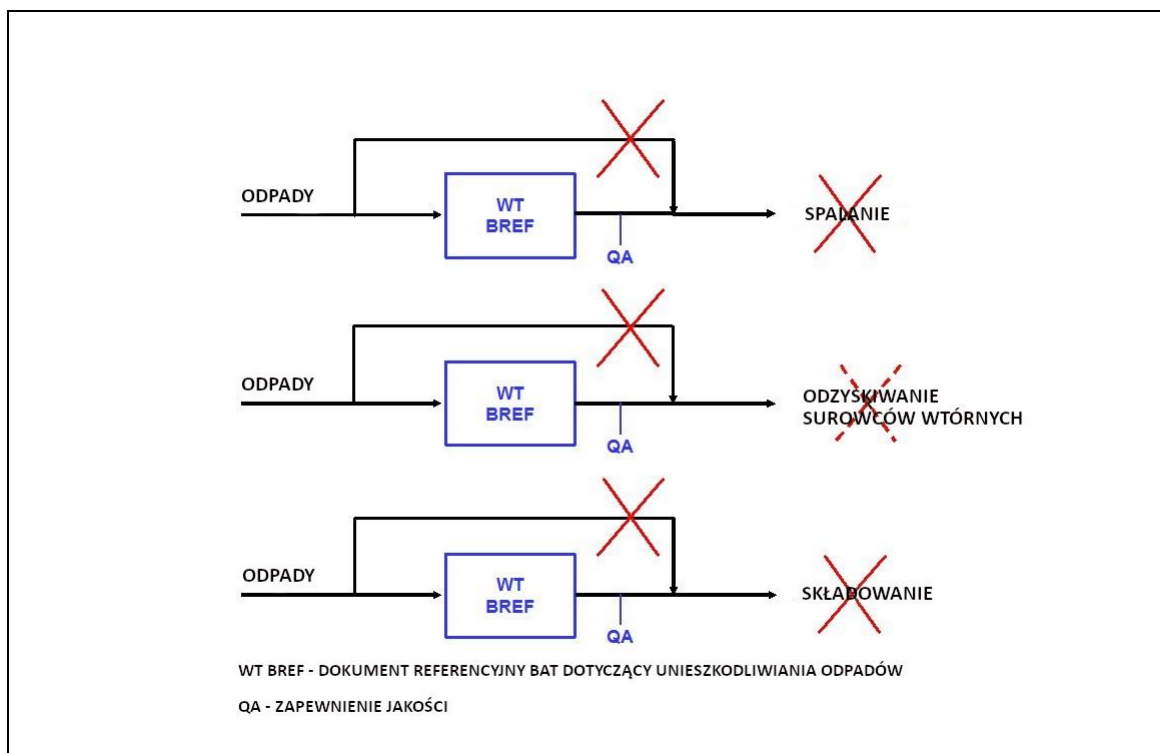
Ogólnie rzecz biorąc, niniejszy dokument nie ma na celu omówienia następujących tematów:

- określenie kryteriów zniesienia statusu odpadu;
- określenie kryteriów dotyczących produktów ubocznych;
- definiowanie specyfikacji produktu lub kryteriów jakości dla odpadów wyjściowych;
- określenie kryteriów przyjęcia dla instalacji nieobjętych dokumentem BREF dotyczącym unieszkodliwiania odpadów;
- określenie, kiedy odpady są niebezpieczne, a kiedy nie.

Dokument ten nie zawiera opcji ponownego wykorzystania lub odzysku surowców, które przechodzą bezpośrednio z jednego sektora przemysłu do drugiego bez przetwarzania (np. ponowne wykorzystanie piasku odlewniczego lub niektórych kompatybilnych katalizatorów jako surowca w piecach do wypalania cementu, ponowne wykorzystanie odpadów zawierających metale nieżelazne w procesie obróbki metali). Kwestia ta została przedstawiona na kolejnej ilustracji.

Jak wspomniano powyżej, w niniejszym dokumencie nie uwzględniono żadnych technik związanych z magazynowaniem odpadów. Jedynymi poruszonymi kwestiami są kwestie związane z przetwarzaniem odpadów celem uczynienia ich bardziej odpowiednimi do magazynowania.

Poniższy rysunek przedstawia próbę wyjaśnienia oraz podsumowania kwestii poruszonych w powyższych punktach.



**Przykłady przetwarzania odpadów nieobjętych niniejszym dokumentem**

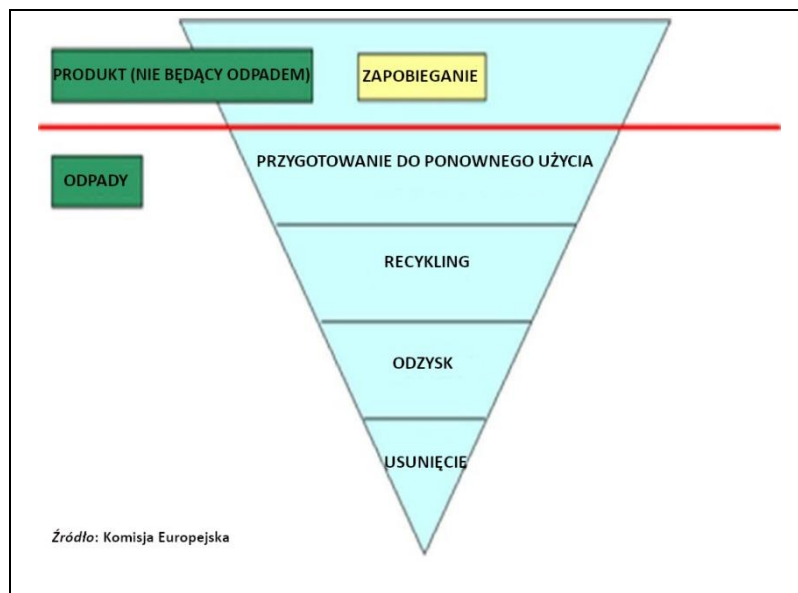


# 1 INFORMACJE OGÓLNE

[1. Concawe 1996] [2. V. Monier oraz E. Labouze 2001], [3. Eunomia Badania i Doradztwo 2002], [4. Viscolube 2002], [5. Militon i inni 1998] [6. Departament Ochrony Środowiska Wlk. Brytanii 1991], [7. H. UK 1995], [8. LaGrega i inni 1994], [9. UK EA 2001], [10. Babbie Group Ltd 2002], [11. WT TWG 2003], [12. UNEP 2000], [13. Schmidt i inni 2002] [14. Eucopro 2003], [15. Iswa 2003], [16. C. Ruiz 2002] [17. Pretz i inni 2003], [18. WT TWG 2004], [19. WT TWG 2004], [20. EUROSTAT 2018], [21. WT TWG 2016].

## 1.1 Cel przetwarzania odpadów

W Unii Europejskiej gospodarka odpadami jest zasadniczą częścią procesu przechodzenia do gospodarki o obiegu zamkniętym<sup>2</sup> i opiera się na "hierarchii postępowania z odpadami", która ustala następującą kolejność priorytetów przy kształtowaniu polityki dotyczącej odpadów i gospodarki odpadami na poziomie operacyjnym (patrz rys. 1.1): zapobieganie, przygotowanie do ponownego użycia, recykling, odzysk oraz, jako najmniej preferowana opcja, usuwanie (co obejmuje magazynowanie oraz spalanie bez odzysku energii i nie jest objęte zakresem niniejszego dokumentu).



**Ilustracja 1.1: Hierarchia postępowania z odpadami**

Produkty wtórne są nieodłącznym elementem każdego procesu przemysłowego i zazwyczaj nie można ich uniknąć. Ponadto stosowanie produktów przez społeczeństwo prowadzi do powstawania pozostałości.

W wielu przypadkach takie materiały (zarówno produkty wtórne, jak i pozostałości) nie mogą być ponownie wykorzystane w inny sposób i mogą stać się niehandlowe. Są one zazwyczaj przekazywane stronom trzecim jako odpady do dalszego przetworzenia.

Sposób przetwarzania odpadów zależy często od rodzaju odpadów oraz charakteru ich dalszego przeznaczenia. Niektóre rodzaje przetwarzania odpadów oraz instalacje są wielofunkcyjne. W niniejszym dokumencie podstawowe przyczyny przetwarzania odpadów to:

- zmniejszenie niebezpiecznego charakteru odpadów;
- segregacja odpadów a następnie poddanie dalszemu wykorzystaniu/przetworzeniu ich całości lub części;

<sup>2</sup> [http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm)

- zmniejszenie ilości odpadów, które muszą być ostatecznie przekazane do usunięcia;
- przekształcenie odpadów w materiały użyteczne.

Poniżej przedstawiono przykłady konkretnych przypadków, które mogą mieć wpływ na obróbkę wstępną:

- I.** uwolnienie ciekłe odprowadzane do kanalizacji;
- II.** odpady stałe wysyłane na składowisko;
- III.** odpady stałe przeznaczone do spalania;
- IV.** spalanie odzyskanego oleju opałowego;
- V.** obrót kompostem lub produktem pofermentacyjnym.

Istnieje również szereg ważnych działań pomocniczych związanych z przetwarzaniem odpadów, takich jak przyjmowanie i magazynowanie odpadów, w oczekiwaniu na ich przetworzenie na miejscu lub wyprowadzenie poza miejsce powstania, i które są nieuniknione celem realizacji przetwarzania odpadów.

## 1.2 Rodzaje odpadów i ich wytwarzanie w UE

[2. V. Monier oraz E. Labouze 2001], [5. Militon i inni 1998] [6. Departament Ochrony Środowiska Wlk. Brytanii 1991], [7. H. UK 1995], [8. LaGrega i inni 1994], [9. UK EA 2001], [10. Babbie Group Ltd 2002], [11. WT TWG 2003], [12. UNEP 2000], [13. Schmidt i inni 2002] [14. Eucopro 2003], [15. Iswa 2003], [16. C. Ruiz 2002] [17. Pretz i inni 2003], [18. WT TWG 2004], [19. WT TWG 2004], [21. WT TWG 2016].

W niniejszej sekcji podsumowano rodzaje odpadów wytwarzanych w UE i ich klasyfikację, jak również omówiono wytwarzanie odpadów w poszczególnych państwach UE oraz niektórych innych europejskich krajach. Instalacje do przetwarzania odpadów są przeznaczone do zagospodarowania odpadów. Odpady te stanowią wkład dostarczony do przetworzenia (zwany surowcem w innych sektorach przemysłu) dla tych instalacji. W załączniku I do Dyrektywy IED określono progi wydajności dla działań związanych z gospodarowaniem odpadami, zatem nie wszystkie odpady wytwarzane w UE są przetwarzane w instalacjach objętych Dyrektywą.

W całym sektorze przetwarzania odpadów właściwości fizyczno-chemiczne odpadów dostarczonych do przetworzenia mogą się znacznie różnić. Odpady mogą być od ciekłych do stałych z punktu widzenia ich właściwości fizycznych, oraz od organicznych do nieorganicznych z punktu widzenia ich właściwości chemicznych.

Europejski Wykaz Odpadów (WO) klasyfikuje odpady według działalności je generującej, stosując podział na 20 różnych grup wymienionych poniżej.

Tabela 1.1: Wykaz odpadów (WO) zgodnie z uaktualnioną decyzją Komisji 2000/53/WE

2-cyfrowy kod	Grupa odpadów
01	Odpady powstające przy poszukiwaniu, wydobywaniu, fizycznej i chemicznej przeróbce rud oraz innych kopalin
02	Odpady z rolnictwa, sadownictwa, upraw hydroponicznych, rybołówstwa, leśnictwa, łowiectwa oraz przetwórstwa żywności
03	Odpady z przetwórstwa drewna oraz z produkcji płyt i mebli, masy celulozowej, papieru i tektury
04	Odpady z przemysłu skórzanego, futrzarskiego i tekstylnego
05	Odpady z przeróbki ropy naftowej, oczyszczania gazu ziemnego oraz pirolitycznej przeróbki węgla
06	Odpady z produkcji, przygotowania, obrotu i stosowania produktów przemysłu chemii nieorganicznej
07	Odpady z produkcji, przygotowania, obrotu i stosowania produktów przemysłu chemii organicznej
08	Odpady z produkcji, przygotowania, obrotu i stosowania powłok ochronnych (farb, lakierów, emalii ceramicznych), kitu, klejów, szczeliw i farb drukarskich
09	Odpady z przemysłu fotograficznego i usług fotograficznych
10	Odpady z procesów termicznych
11	Odpady z chemicznej obróbki powierzchniowej, powlekania metali i innych materiałów; hydrometalurgia metali nieżelaznych
12	Odpady z kształtowania oraz fizycznej i mechanicznej obróbki powierzchni metali i tworzyw sztucznych
13	Odpady olejowe i odpady paliw płynnych (z wyłączeniem olejów jadalnych oraz grup 05 i 12)
14	Odpady z rozpuszczalników organicznych, chłodziw i propelentów (z wyłączeniem grup 07 i 08)
15	Odpady opakowaniowe; sorbenty, tkaniny do wycierania, materiały filtracyjne i ubrania ochronne nieujęte w innych grupach
16	Inne niewymienione odpady
17	Odpady z budowy, remontów i demontażu obiektów budowlanych (włączając glebę i ziemię z terenów zanieczyszczonych)
18	Odpady z opieki zdrowotnej ludzi lub zwierząt i/lub związanych z nią badań (z wyjątkiem odpadów kuchennych i restauracyjnych, które nie wynikają z bezpośredniej opieki zdrowotnej)
19	Odpady z instalacji i urządzeń służących zagospodarowaniu odpadów, z oczyszczalni ścieków oraz z uzdatniania wody pitnej i wody do celów przemysłowych
20	Odpady komunalne łącznie z frakcjami gromadzonymi selektywnie

Celem zobrazowania sytuacji w zakresie odpadów w Europie, w poniższych tabelach (tabela 1.2 i tabela 1.3) przedstawiono ilość odpadów wytworzonych w państwach UE-28 oraz Norwegii.

Tabela 1.2: Odpady wytworzone w państwach UE-28 oraz Norwegii w 2014 r.

Pochodzenie geograficzne	Ogólna ilość odpadów wytworzonych w 2014 r. (w tys. ton)	Odpady niebezpieczne wytworzone w 2014 r. (w tys. ton)	Odpady inne niż niebezpieczne wytworzone w 2014 r. (w tys. ton)
UE-28	2 494 700	99 850	2 414 370
Norwegia	11 727	1 357	9 364
Źródło: <a href="#">[20. EUROSTAT 2018]</a>			

Tabela 1.3: Odpady wytworzone przez przemysł oraz gospodarstwa domowe w 2014 r. (w ty. ton)

	Razem	Wydobycie	Produkcja	Energetyka	Budownictwo	Pozostała działalność gospodarstwa	Gospodarstwa domowe
<b>UE-28</b>	2 494 700	704 630	255 060	93 210	858 750	374 510	208 540
Belgia	56 435	66	14 286	1 357	17 078	18 120	5 529
Bułgaria	179 677	159 280	3 275	9 105	1 340	3 993	2 683
Czechy	23 395	234	4 394	1 012	9 410	5 084	3 261
Dania	20 081	12	1 281	1 082	10 572	3 710	3 424
Niemcy	387 504	7 432	61 083	9 975	206 466	65 660	36 888
Estonia	21 804	7 905	4 407	7 110	671	1 229	482
Irlandia	15 167	2 707	3 468	321	1 884	5 262	1 524
Grecja	69 759	47 357	4 894	10 888	480	1 632	4 508
Hiszpania	110 518	18 641	14 814	5 272	20 418	31 215	20 160
Francja	324 463	2 346	21 797	1 588	227 607	42 751	28 374
Chorwacja	3 725	5	485	120	618	1 334	1 162
Włochy	159 107	982	26 645	3 195	51 684	46 941	29 660
Cypr	2 051	155	613	2	635	232	414
Łotwa	2 621	5	245	727	454	481	709
Litwa	6 200	25	2 609	101	435	1 869	1 162
Luksemburg	7 073	130	286	3	5 979	432	243
Węgry	16 651	83	2 699	2 312	3 440	5 166	2 951
Malta	1 665	36	25	4	1 241	205	154
Holandia	133 250	132	13 452	1 671	90 735	18 736	8 523
Austria	55 868	43	5 396	531	40 266	5 463	4 170
Polska	179 180	75 736	31 431	21 892	17 010	24 869	8 240
Portugalia	14 587	278	2 616	177	1 513	5 292	4 710
Rumunia	176 334	152 784	6 745	7 092	1 050	4 841	3 823
Słowenia	4 686	8	1 315	633	815	1 353	562
Słowacja	8 863	289	2 613	544	1 387	2 297	1 733
Finlandia	95 970	62 775	10 293	1 464	16 297	3 538	1 603
Szwecja	167 027	138 898	5 726	1 895	8 867	7 468	4 173
Wlk. Brytania	251 037	26 291	8 167	3 140	120 394	65 330	27 715
Norwegia	11 727	333	2 809	151	2 694	3 361	2 379
Źródło: [20. EUROSTAT 2018]							

Poniższe sekcje zawierają bardziej szczegółowe informacje, sklasyfikowane według rodzaju odpadów. Nie wszystkie rodzaje odpadów zostały uwzględnione, ponieważ w niektórych przypadkach dany sektor jest niewielki lub nie dostarczono żadnych informacji.

### 1.2.1 Pojazdy wycofane z eksploatacji (EoLV)

Dyrektywa 2000/53/WE w sprawie pojazdów wycofanych z eksploatacji ustanowiona została celem uczynienia demontażu oraz recyklingu pojazdów bardziej przyjaznymi dla środowiska i atrakcyjnymi ekonomicznie. Ponadto ustanawia ona jasne cele w zakresie obowiązkowego usuwania zanieczyszczeń, określa ilości docelowe w zakresie ponownego użycia, recyklingu i odzysku z pojazdów i ich części oraz zmusza producentów do produkowania nowych pojazdów z myślą o ich przetwarzalności. Dyrektywa umożliwia również producentom/importerom ponoszenie wydatków związanych z przetwarzaniem produktów wycofanych z eksploatacji, nawet gdy procesy niezbędne do osiągnięcia ustalonych celów nie są ekonomicznie opłacalne. [\[20. EUROSTAT 2018\]](#)

Tabela 1.4 przedstawia dane dotyczące pojazdów wycofanych z eksploatacji wyprodukowanych oraz przetworzonych w UE-28 i Norwegii w 2014 roku.

**Tabela 1.4: Pojazdy wycofane z eksploatacji wyprodukowane i poddane przetworzeniu w państwach UE-28 oraz Norwegii w 2014 r.**

Pochodzenie geograficzne	Ilość wyprodukowanych	Waga wyprodukowanych ( w tys. ton)	Całkowity odzysk oraz ponowne użycie (w tys. ton)	Całkowity odzysk oraz ponowne użycie (w procentach)
UE-28	6 149 682	6 354	5 799	91.3
Norwegia	139 920	158	154	97.5

Źródło: [\[20. EUROSTAT 2018\]](#)

### 1.2.2 Zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny (WEEE)

WEEE jest złożoną mieszaniną materiałów i części składowych, które ze względu na ich niebezpieczną zawartość, a także jeśli nie są właściwie zarządzane, mogą powodować poważne problemy środowiskowe oraz zdrowotne. Co więcej, produkcja nowoczesnej elektroniki wymaga korzystania z ograniczonych oraz drogich materiałów. Celem poprawy zarządzania środowiskowego związanego z WEEE, przyczynienia się do rozwoju gospodarki o obiegu zamkniętym oraz zwiększenia efektywności wykorzystania zasobów niezbędna jest poprawa w zakresie zbiórki, przetwarzania i recyklingu elektroniki po zakończeniu okresu jej użytkowania. Gospodarowanie zasobami WEEE reguluje dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/19/UE z dnia 4 lipca 2012 r. w sprawie zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego (dyrektywa WEEE). Dyrektywa ta określa zasady i cele dotyczące zbierania, przetwarzania oraz odzysku z WEEE. [\[20. EUROSTAT 2018\]](#)

Znaczenie właściwego przetwarzania chłodziarek wycofanych z eksploatacji wyjaśnione jest w następujący sposób. W Europie lodówka zawiera średnio 125 g chlorofluorowęglowodoru (CFC - R12) w obiegu chłodzenia i około 312 g CFC-R11 w materiałach izolacyjnych. Oznacza to współczynnik ocieplenia globalnego (GWP) odpowiadający wartości około 2,8 tony CO<sub>2</sub> (co odpowiada emisji CO<sub>2</sub> przez średni europejski samochód przejeżdżający około 17 000 km). Szacuje się, że 200 milionów chłodziarek i zamrażarek zawierających CFC nadal używanych w Europie zawiera równowartość około 560 megaton CO<sub>2</sub>. Oznacza to, że właściwe postępowanie z chłodziarkami wycofanymi z eksploatacji ograniczyłoby emisję CFC do atmosfery o ponad 15 000 ton w ciągu najbliższych 10 lat. [\[23. Podgrupa mech. 2014\]](#).

Tabela 1.5 przedstawia ilość zebranego i przetworzonego WEEE w państwach UE-28 oraz Norwegii w 2014 r.

Tabela 1.5: WEEE zebrany oraz przetworzony w państwach UE-28 oraz Norwegii w 2014 r.

Pochodzenie geograficzne	Zebrany WEEE (w tonach)	WEEE przetworzony (w tonach)	Recykling oraz ponowne użycie (w tonach)
UE-28	3 483 352	3 427 156	2 845 996
Norwegia	107 236	105 392	85 857

Źródło: [\[20. EUROSTAT 2018\]](#)

### 1.2.3 Stałe odpady komunalne (MSW)

Odpady komunalne składają się w dużej mierze z odpadów wytwarzanych przez gospodarstwa domowe, ale mogą również obejmować podobne odpady wytwarzane przez małe przedsiębiorstwa, instytucje publiczne oraz odpady niegromadzone przez gminę.

W tabeli 1.6 przedstawiono ilość odpadów komunalnych wytworzonych i przetworzonych w państwach UE-28 oraz Norwegii w 2014 r.

Tabela 1.6: Odpady komunalne wytworzone i przetworzone w państwach UE-28 oraz Norwegii w 2014 r.

Pochodzenie geograficzne	Odpady wytworzone (w tys. ton)	Odpady wytworzone (w kg/osobę)	Odzysk energii (w tys. ton)	Recykling materiałów (w tys. ton)	Kompostowanie oraz fermentacja (w tys. ton)
UE-28 <sup>(1)</sup>	242 999	479	57 220	67 801	38 210
Norwegia	2 175	423	1 148	567	351

<sup>(1)</sup> Szacunki EUROSTAT.  
Źródło: [\[20. EUROSTAT 2018\]](#)

### 1.2.4 Szlam oraz odpady płynne (ścieki)

Tabela 1.7 przedstawia ilości przemysłowych osadów, osadów ściekowych oraz ścieków z przetwarzania odpadów wytworzonych w państwach UE-28 oraz Norwegii w 2014 roku.

Tabela 1.7: Przemysłowe osady, osady ściekowe oraz ścieki z przetwarzania odpadów wytworzone w państwach UE-28 oraz Norwegii w 2014 r.

Pochodzenie geograficzne	Osady ściekowe przemysłowe <sup>(1)</sup> (w tys. ton)			Osady ściekowe i ścieki pochodzące z przetwarzania odpadów <sup>(2)</sup> (w tys. ton)		
	Ogólnie	Inne niż niebezpieczne	Niebezpieczne	Ogólnie	Inne niż niebezpieczne	Niebezpieczne
UE-28	12 700	10 500	2 200	11 420	10 170	1 250
Norwegia	47	23	24	0	0	0

(1) Kategoria odpadów (EWC-Stat - nomenklatura statystyczna odpadów zorientowana głównie na substancje) zgodnie z rozporządzeniem Komisji (UE) nr 849/2010 to 03.2.  
(2) Kategoria odpadów (EWC-Stat - nomenklatura statystyczna odpadów zorientowana głównie na substancje) zgodnie z rozporządzeniem Komisji (UE) nr 849/2010 to 03.3.  
Równoważność z europejskim wykazem odpadów (LoW) ustanowionym decyzją Komisji 2000/532/WE jest określona w załączniku III do rozporządzenia Komisji 849/2010.  
Źródło: [\[20. EUROSTAT 2018\]](#)

### 1.2.5 Odpady kwasowe oraz zasadowe

Europejski Wykaz Odpadów (LoW) określa szereg odpadów kwasów i zasad (np. kwas siarkowy, solny, fluorowodorowy, fosforowy, kwas azotowy, wodorotlenek wapnia, soda czy amoniak).

Kwas fluorowodorowy (HF) nie jest regenerowany a tylko neutralizowany. Substancje uwalniające wodorotlenki nie są zazwyczaj regenerowane; są one zwykle neutralizowane. W tabeli 1.8 przedstawiono ilości odpadów kwasowych, zasadowych lub solnych wytworzonych i przetworzonych w państwach UE-28 oraz Norwegii w 2014 r.

**Tabela 1.8: Odpady kwasowe, zasadowe lub solne wytworzone i przetworzone w państwach UE-28 oraz Norwegii w 2014 r.**

Pochodzenie geograficzne	Wytworzone odpady kwasowe, zasadowe lub solne <sup>(1)</sup> (w tys. ton)	Łączna ilość przetworzonych odpadów (w tys. ton)	Odzysk inny niż odzysk energii <sup>(2)</sup> (w tys. ton)
UE-28	5 900	4 430	3 140
Norwegia	458	332	31

(1) Kategoria odpadów (EWC-Stat - nomenklatura statystyczna odpadów zorientowana głównie na substancje) zgodnie z rozporządzeniem Komisji (UE) nr 849/2010 to 01.2. Równoważność z europejskim wykazem odpadów (LoW) ustanowionym decyzją Komisji 2000/532/WE jest określona w załączniku III do rozporządzenia Komisji 849/2010.  
 (2) Operacje odzysku tak jak to określono w sekcji 8 załącznika II do rozporządzenia Komisji 849/2010.  
 Źródło: [20. EUROSTAT 2018]

### 1.2.6 Użycie adsorbentów

Adsorpcja zanieczyszczeń z użyciem węgla aktywnego, węgla drzewnego czy żywic jonowymiennych jest od wielu lat powszechnie stosowaną techniką oczyszczania z zanieczyszczeń ścieków i emisji gazowych (np. chemiczne zapotrzebowanie na tlen (ChZT), trwałe zanieczyszczenia organiczne (TZO), zanieczyszczenia nieorganiczne). Węgiel aktywny jest również wykorzystywany do usuwania lotnych związków organicznych (LZO) z emisji gazowych (np. wytwarzanie i formułacja pestycydów). Procedury regeneracji zużytego węgla ograniczono przede wszystkim do technologii reaktywacji termicznej. Żywice znalazły selektywne zastosowania tam, gdzie odzysk i ponowne wykorzystanie zanieczyszczeń organicznych jest ważnym celem, lub tam, gdzie zanieczyszczenia są w stosunkowo wysokich stężeniach. Żywice mogą być również stosowane do usuwania i odzysku substancji nieorganicznych (np. usuwanie barwników w przemyśle cukrowniczym, farbiarskim i papierniczym, usuwanie fenolu, uszlachetnianie nowych substancji antybakteryjnych, oczyszczanie wody o zwiększonej czystości). Węgiel drzewny wykorzystywany jest głównie jako paliwo. Ponieważ jest on niszczone w procesie spalania, więc zazwyczaj nie jest regenerowany.

### 1.2.7 Użycie katalizatorów

Metody katalityczne są szeroko stosowane w produkcji substancji nieorganicznych i organicznych, w technologii petrochemicznej, w przetwórstwie syntetycznych paliw gazowych i płynnych, w kontroli zanieczyszczeń oraz w konwersji energii. Niektóre przykłady zastosowania katalizatorów przedstawiono w tabeli 1.9.

**Tabela 1.9: Przykłady sektorów przemysłu, w których stosowane są katalizatory**

Sektor przemysłowy	Przykłady
Produkcja związków nieorganicznych	Wodór, amoniak, kwas siarkowy itp.
Produkcja związków organicznych	Synteza organiczna, uwodornienie, odwodornienie, katalizowane kwasem reakcje odwodnienia, oksychlorowanie
Rafinacja ropy naftowej	Reforming, odsiarczanie, hydrokraking, kraking, izomeryzacja, hydorafinerstwo olejów smarnych
Techniki kontroli zanieczyszczeń	Redukcja NO <sub>x</sub> przy użyciu SCR, gazy wylotowe z oczyszczania spalin

Źródło: [16. C. Ruiz 2002]



Rodzaj związków stosowanych jako katalizatory zależy od procesu, ale najczęściej używane są metale, tlenki metali i kwasy, jak to pokazano w tabeli 1.10.

**Tabela 1.10: Przegląd typów katalizatorów stosowanych w przemyśle**

	Znaczenie	Przykłady
Metale	Są to jedne z najważniejszych i szeroko stosowanych komponentów w katalizatorach przemysłowych	Ag, Au, platynowce; Metale przejściowe: Fe, Co, Ni, Mo, Ru, Rh, Pd, W, Re, Os, Ir oraz Pt; Inne metale: Cu, Zn, As, Se, Ag, Cd, Sn, Sb, Te, Au, Hg, Pb oraz Bi.
Tlenki metali	Są one powszechnie stosowane jako katalizatory oraz wspomagacze katalizatorów	$\text{Al}_2\text{O}_3$ , $\text{SiO}_2$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ , $\text{V}_2\text{O}_5$ , $\text{ZnO}$ , $\text{NiO}$ , $\text{MoO}_3$ , $\text{CoO}$ , $\text{WO}_3$ .
Siarczki metali	Hydroprzetwarzanie (obróbka wodorem) ropy naftowej	$\text{MoS}_2$ , $\text{WS}_2$
Kwasy	Izolatory wykazujące przejście od charakteru zasadowego do amfoterycznego i kwasowego	$\text{Na}_2\text{O}$ , $\text{MgO}$ , $\text{Al}_2\text{O}_3$ , $\text{SiO}_2$ oraz $\text{P}_2\text{O}_5$
Substancje uwalniające wodorotlenki	Ograniczone zastosowania w przemyśle	$\text{Ba}(\text{OH})_2$ , $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , Na
Katalizatory wielofunkcyjne	Wieloetapowa redukcja utleniania i/lub reakcje kwasowo-zasadowe, np. izomeryzacja, po której następuje odwodornienie alkanów, a następnie uwodornienie olefiny	$\text{Bi}_2\text{O}_3$ , $\text{MoO}_3$
Wymienniki jonowe	Kondensacja aldolu, tworzenie acetalu, epoksydacja, uwodnienie	Grupy kationowe (zawierają np. grupy kwasu sulfonowego) i anionowe (zawierają np. czwartorzędowe grupy amoniowe)
Złożone struktury metaloorganiczne	Reakcje uwodornienia, hydroformylacji i polimeryzacji	Heterogenizowane kompleksy metali (np. kompleks $[\text{Rh}(\text{CO})_x(\text{PPh}_3)_x]$ )
Inne	Polimeryzacja, utlenianie związków aromatycznych, synteza różnych związków aromatycznych	Oktan kobaltu $\text{Co}(\text{acetate})_2$ , aminy, nadtlenek benzoilu, nadwęglany, perestry itp.

Źródło: [16. C. Ruiz 2002]

Teoretycznie katalizator po użyciu pozostaje niezmienny. Może jednak stracić swoją aktywność z powodu dezaktywacji (np. zatrucie poprzez P, S, As, Se, Te, Bi, C, zanieczyszczenie lub spiekanie) oraz wtórnej dyspersji aktywnych rodniczków. W konsekwencji odpady katalizatorów składają się głównie z tych samych materiałów, co katalizator natywny, ale są zanieczyszczone kilkoma dodatkowymi składnikami.

### 1.2.8 Odpady z procesów spalania

Podczas procesów spalania powstają odpady stałe, zwane zazwyczaj "popiołami". Zwykle występują dwa rodzaje popiołów: "popioły paleniskowe" (których obróbka znajduje się poza zakresem niniejszego dokumentu) zazwyczaj zbierane na dnie komory spalania, oraz "popioły lotne", które są mniejsze i unoszone przez gazy spalinowe. Popioły lotne są najczęściej zbierane za pomocą urządzeń do oczyszczania gazów spalinowych, wychytujących również inne zanieczyszczenia. Odpowiada to pozostałościom z oczyszczania gazów odlotowych (FGT), czasami niesłusznie nazywanych pozostałościami z ograniczania zanieczyszczenia powietrza.

Ściśle mówiąc, "pozostałości z ograniczania zanieczyszczenia powietrza" obejmują wyłącznie pozostałości stałe pochodzące z urządzeń do oczyszczania gazów spalinowych, w tym odczynniki reagujące i nieprzereagowane, ale z wyłączeniem części popiołów lotnych.

W tabeli 1.11 poniżej przedstawiono ilość odpadów z procesów spalania wytworzonych i przetworzonych w państwach UE-28 oraz Norwegii w 2014 r.

**Tabela 1.11: Odpady z procesów spalania wytworzone i przetworzone w UE-28 oraz Norwegii w 2014 r.**

Pochodzenie geograficzne	Odpady wytworzone w procesie spalania <sup>(1)</sup> (w tys. ton)	Odpady przetworzone (w tys. ton)	Odzysk inny niż odzysk energii <sup>(2)</sup> (w tys. ton)
UE-28	127 400	121 330	47 750
Norwegia	890	921	421

(1) Kategoria odpadów (EWC-Stat - nomenklatura statystyczna odpadów zorientowana głównie na substancje) zgodnie z rozporządzeniem Komisji (UE) nr 849/2010 to 12.4. Równoważność z europejskim wykazem odpadów (LoW) ustanowionym decyzją Komisji 2000/532/WE jest określona w załączniku III do rozporządzenia Komisji 849/2010.  
 (2) Operacje odzysku tak jak to określono w sekcji 8 załącznika II do rozporządzenia Komisji 849/2010.  
 (3) Źródło: [20. EUROSTAT 2018]

Przegląd głównych składników stałych pozostałości z FGT podano w tabeli 1.12.

**Tabela 1.12: Główne pozostałości z oczyszczania gazów spalinowych (FGT)**

Komponent stały	Systemy suche/półsuche	Systemy mokre
Popiół lotny/popiół z kotłów	Zawsze	Zawsze
Odczynnik nadmiarowy + produkty reakcji	Zawsze: można mieszać z popiołem lotnym, zawierają sole Cl i/lub gips.	Nie dotyczy
Sorbent dioksynowy	Opcjonalnie: zwykle zawarty	Opcjonalnie: zazwyczaj traktowany oddzielnie lub ponownie wykorzystywany jako środek neutralizujący w oczyszczalni ścieków
Osady	Nie dotyczy	Zawsze: czasami zmieszany z popiołem lotnym/popiołem z kotła (model Bamberg)
Gips	Zawarty w produktach z reakcji	Uzyskiwany, jeśli nie ma uwolnień ciekłych: traktowany oddzielnie, jeśli przeznaczony do odzysku
Sole Cl	Zawarty w produktach z reakcji; w niektórych przypadkach możliwy jest odzysk	Uzyskiwany, jeśli nie ma uwolnień ciekłych: w niektórych przypadkach możliwy jest odzysk

Źródło: [15. Iswa 2003], [18. WT TWG 2004]

### 1.2.9 Odpady olejowe

Oleje odpadowe to oleje mineralne, syntetyczne lub przemysłowe, które przestały nadawać się do użytku, do którego były pierwotnie przeznaczone. W szczególności są to oleje z silników spalinowych, oleje przekładniowe, a także mineralne oleje smarne, turbinowe oraz hydrauliczne (dyrektywa 2008/98/WE). Oleje odpadowe są klasyfikowane jako odpady niebezpieczne i zbierane oddzielnie celem ponownego bezpiecznego przetworzenia. Odpady olejowe zanieczyszczone PCB o stężeniu przekraczającym 50 ppm nie są zaliczane do tej kategorii, ponieważ są inaczej traktowane przez prawodawstwo UE.

Istnieją dwa rodzaje olejów odpadowych, jeden związany z olejami odpadowymi, które nie powinny być mieszane z innymi odpadami i które podlegają obecnie odzyskowi w procesach regeneracji (zob. sekcja 5.2), oraz drugi rodzaj związany z paliwami oraz mieszaninami paliw podlegających obecnie odzyskowi, które mają zostać wykorzystywane jako paliwo (zob. sekcja 5.3.2.4).

Tabela 1.13 przedstawia ilość przepracowanych olejów wytworzonych i przetworzonych w państwach UE-28 oraz Norwegii w 2014 r.

**Tabela 1.13: Zużyte oleje wytworzone i przetworzone w państwach UE-28 oraz Norwegii w 2014 r.**

Pochodzenie geograficzne	Oleje zużyte <sup>(1)</sup> (w tonach)	Oleje zużyte poddane obróbce (w tonach)	Odzysk energii <sup>(2)</sup> (w tonach)	Odzysk inny niż odzysk energii <sup>(2)</sup> (w tonach)
UE-28	4 210 000	2 370 000	230 000	2 030 000
Norwegia	44 448	114 744	93 330	15 235

(1) Kategoria odpadów (EWC-Stat - nomenklatura statystyczna odpadów zorientowana głównie na substancje) zgodnie z rozporządzeniem Komisji (UE) nr 849/2010 to 01.3. Równoważność z europejskim wykazem odpadów (LoW) ustanowionym decyzją Komisji 2000/532/WE jest określona w załączniku III do rozporządzenia Komisji 849/2010.  
(2) Operacje odzysku tak jak to określono w sekcji 8 załącznika II do rozporządzenia Komisji 849/2010.  
Źródło: [\[20. EUROSTAT 2018\]](#)

### 1.2.10 Zużyte rozpuszczalniki

W niniejszym dokumencie termin "odpadowy rozpuszczalnik" lub "zużyty rozpuszczalnik" należy rozumieć jako obejmujący wszystkie odpady z substancji organicznych używanych jako rozpuszczalniki, w tym odpady z substancji organicznych używanych w procesach chemii organicznej, a także odpady pochodzące z produkcji, formulacji, dostaw oraz odpady używane w powłokach (farby, lakiery, emalie szkliste), spoiwach, uszczelniaczach oraz w tuszu drukarskim.

Tabela 1.14 przedstawia ilości zużytych rozpuszczalników wytworzonych i przetworzonych w państwach UE-28 oraz Norwegii w 2014 r.

**Tabela 1.14: Zużyte rozpuszczalniki wytworzone i przetworzone w państwach UE-28 oraz Norwegii w 2014 r.**

Pochodzenie geograficzne	Rozpuszczalniki zużyte <sup>(1)</sup> (w tonach)	Rozpuszczalniki zużyte poddane obróbce (w tonach)	Odzysk energii <sup>(2)</sup> (w tonach)	Odzysk inny niż odzysk energii <sup>(2)</sup> (w tonach)
UE-28	2 320 000	1 780 000	520 000	650 000
Norwegia	11 087	18 892	9 221	6 473

(1) Kategoria odpadów (EWC-Stat - nomenklatura statystyczna odpadów zorientowana głównie na substancje) zgodnie z rozporządzeniem Komisji (UE) nr 849/2010 to 01.1. Równoważność z europejskim wykazem odpadów (LoW) ustanowionym decyzją Komisji 2000/532/WE jest określona w załączniku III do rozporządzenia Komisji 849/2010.  
(2) Operacje odzysku tak jak to określono w sekcji 8 załącznika II do rozporządzenia Komisji 849/2010.  
Źródło: [\[20. EUROSTAT 2018\]](#)

### 1.2.11 Inne odpady nadające się do recyklingu

#### 1.2.11.1 Odpady z tworzyw sztucznych

Tworzywa sztuczne to głównie polimery organiczne o różnym składzie. Typowe polimery to polistyren (PS), politereftalan etylenu (PET), polipropylen (PP), poliuretan (PUR), terpolimer akrylonitrylo-butadieno-styrenowy (ABS), poliwęglan (PC), poliamidy (PA), poli(tereftalan butylenu) (PBT), polietylen (PE), poli(chlorek winylu) (PVC), i inne. Odpady z tworzyw sztucznych można różnicować w zależności od sposobu ich wykorzystania, jak to pokazano w poniższej tabeli.

Tabela 1.15: Odpady z tworzyw sztucznych

Branża	Polimery zawarte w odpadach z tworzyw sztucznych
Opakowania	PE, PP, PS, PET i inne
Przemysł motoryzacyjny	PP, PUR, ABS i inne
Przemysł elektryczny	PS, ABS, PP i inne
Przemysł elektroniczny	PC, PA, PBT i inne
Budownictwo	Pianki: PUR, PS i inne Rury: PE, PVC i inne
Rolnictwo (folie)	PE

Źródło: [18. WT TWG 2004] [24. CEFIC 2002].

Wymagania dotyczące każdego rodzaju zastosowania różnią się znacznie, a wyboru tworzywa sztucznego dokonuje użytkownik, zazwyczaj producent będący następnym ogniwem w łańcuchu produkcyjnym, na podstawie stosunku kosztów do wyników. Tabela 1.16 przedstawia kilka przykładów metali obecnych w tworzywach sztucznych.

Tabela 1.16: Obecność metali w tworzywach sztucznych

Metal	Zastosowanie	Komentarz
Pb	Stabilizator PVC	Około 0,7-2 % Pb jako stabilizator w wielu typach sztywnego PVC do stosowania zewnętrznego (zaprzestano stosowania w UE-28 pod koniec 2015 r., stąd też występuje jedynie jako pozostałość w odpadach/materiałach poddawanych recyklingowi).
	Pigment w plastiku	Chromian ołowiu do kolorów żółtego i czerwonego zawiera 64 % ołowiu (stosowanie z zastrzeżeniem ograniczeń określonych w załączniku XVII do rozporządzenia REACH)
Cd	Stabilizator (np. w PVC)	Około 0,2 %, maksymalnie 0,5 % kadmu stosowanego jako stabilizator w sztywnym PVC do zastosowań zewnętrznych (profile okienne, bocznice). (Zaprzestano stosowania w państwach UE-27 w 2006 r.; stosowanie podlega restrykcjom określonym w załączniku XVII do rozporządzenia REACH)
	Pigment	Brak
Sb, P lub Br	Środek zmniejszający palność	Brak
Cr (Cr(III) oraz Cr(VI))	Barwniki oraz pigmenty	Brak

Źródło: [18. WT TWG 2004], [25. COWI A/S 2002], komentarz EUROMETAUX #22, komentarz FR #248 w: [21. WT TWG 2016]

Tabela 1.17 poniżej przedstawia ilość odpadów z tworzyw sztucznych wytworzonych w państwach UE-28 i Norwegii w 2014 roku.

Tabela 1.17: Odpady z tworzyw sztucznych wygenerowane w państwach UE oraz Norwegii w 2014 r.

Pochodzenie geograficzne	Wygenerowane odpady z tworzyw sztucznych <sup>(1)</sup> (w tys. ton)
UE-28	17 040
Norwegia	211

<sup>(1)</sup> Kategoria odpadów (EWC-Stat - nomenklatura statystyczna odpadów zorientowana głównie na substancje) zgodnie z rozporządzeniem Komisji (UE) nr 849/2010 to 07.4. Równoważność z europejskim wykazem odpadów (LoW) ustanowionym decyzją Komisji 2000/532/WE jest określona w załączniku III do rozporządzenia Komisji 849/2010.

Źródło: [20. EUROSTAT 2018]

### 1.2.11.2 Odpady z produktów drewnianych

Istnieją różne rodzaje odpadów z produktów drewnianych, które można sklasyfikować w zależności od ich pochodzenia i/lub potencjalnego zagrożenia. Na przykład w Niemczech wyróżnia się cztery rodzaje odpadów drzewnych:

- rodzaj I: drewno, które nie zostało lub zostało poddane tylko obróbce mechanicznej;
- rodzaj II: drewno klejone, powlekane lub inne przetworzone odpady drewniane, gdzie nie zastosowano środków impregnujących;
- rodzaj III: odpady z produktów drewnianych poddane działaniu komponentów halogenoorganicznych;
- rodzaj IV: poddane obróbce odpady z produktów drewnianych (np. podpory kolejowe, ogrodzenia), które nie mogą być zaklasyfikowane jako typ I do III ze względu na zawartość zanieczyszczeń;

[Komentarz DE #400 w [\[21. WT TWG 2016\]](#)]

Niebezpieczne odpady z produktów drewnianych mogą pochodzić z słupów elektrycznych, telefonicznych, telegraficznych, podpór kolejowych oraz z drewna impregnowanego do zastosowań zewnętrznych. Zabiegi te oparte są na krezocie i pentachlorofenolu, solach metali, siarczanie miedzi, obróbce CFK (obróbka Cu, F, Cr), obróbce CCB (obróbka Cu, Cr, B) lub obróbce CCA (obróbka Cu, Cr, As).

Tabela 1.18 przedstawia ilość odpadów drzewnych (niebezpiecznych oraz innych niż niebezpieczne) wytworzonych w państwach UE-28 i Norwegii w 2014 r.

**Tabela 1.18: Odpady drzewne wygenerowane w państwach UE-28 oraz Norwegii w 2014 r.**

Pochodzenie geograficzne	Wygenerowane odpady drzewne razem <sup>(1)</sup> (w tys. ton)	Odpady drzewne inne niż niebezpieczne (w tys. ton)	Odpady drzewne niebezpieczne (w tys. ton)
UE-28	50 280	48 560	1 720
Norwegia	1 390	1 347	43

<sup>(1)</sup> Kategoria odpadów (EWC-Stat - nomenklatura statystyczna odpadów zorientowana głównie na substancje) zgodnie z rozporządzeniem Komisji (UE) nr 849/2010 to 07.5. Równoważność z europejskim wykazem odpadów (LoW) ustanowionym decyzją Komisji 2000/532/WE jest określona w załączniku III do rozporządzenia Komisji 849/2010.  
Źródło: [\[20. EUROSTAT 2018\]](#)

### 1.2.12 Odpady niebezpieczne pochodzące z sektora budowlanego oraz rozbiórki

Odpady pochodzące z sektora budowlanego oraz z rozbiórek to jeden z największych objętościowo strumieni odpadów wytwarzanych w UE. Stanowią one około 25-30 % wszystkich odpadów wytwarzanych w UE i składają się z wielu materiałów (w tym: betonu, cegieł, gipsu, drewna, szkła, metali, tworzyw sztucznych, rozpuszczalników, azbestu, wydobytych gleb) z których większość można poddać recyklingowi.

Jeśli chodzi o niebezpieczne odpady mineralne pochodzące z budowy i rozbiórki (z wyjątkiem odpadów zawierających azbest), w tabeli 1.19 przedstawiono ilości wytworzone w państwach UE-28 oraz w Norwegii w 2014 r.

**Tabela 1.19: Ilość niebezpiecznych odpadów mineralnych pochodzących z budowy i rozbiórki wytworzonych w 2014 r. w państwach UE-28 oraz Norwegii**

Pochodzenie geograficzne	Wygenerowane niebezpieczne odpady mineralne pochodzące z budowy oraz rozbiórek <sup>(1)</sup> (w tys. ton)
UE-28	8 590
Norwegia	127

<sup>(1)</sup> Kategoria odpadów (EWC-Stat - nomenklatura statystyczna odpadów zorientowana głównie na substancje) zgodnie z rozporządzeniem Komisji (UE) nr 849/2010 to 12.1. Równoważność z europejskim wykazem odpadów (LoW) ustanowionym decyzją Komisji 2000/532/WE jest określona w załączniku III do rozporządzenia Komisji 849/2010.  
Źródło: [20. EUROSTAT 2018]

### 1.2.13 Odpady zanieczyszczone polichlorowanymi bifenyłami (PCB)

Niektóre rodzaje odpadów zanieczyszczonych PCB to transformatory elektryczne, kondensatory, oleje transformatorowe oraz oleje odpadowe (olej odpadowy zanieczyszczony PCB w ilości powyżej 50 ppm uznawany jest w prawodawstwie europejskim za odpady specjalne, których nie można traktować w taki sam sposób jak zwykły olej odpadowy). Niektóre powszechnie spotykane materiały mogą być również zanieczyszczone PCB (gleby, materiały budowlane, odpady odzieżowe, inne zanieczyszczenia). Zazwyczaj mogą one być odkażane poprzez obróbkę z użyciem rozpuszczalnika, a otrzymana w ten sposób mieszanina rozpuszczalnika oraz PCB może być następnie przetworzona.

W tabeli 1.20 przedstawiono ilości odpadów zawierających PCB wytworzonych i przetworzonych w państwach UE-28 oraz Norwegii w 2014 r.

**Tabela 1.20: Odpady zawierające polichlorowany bifenył (PCB) wytworzone i przetworzone w państwach UE-28 oraz Norwegii w 2014 r.**

Pochodzenie geograficzne	Wygenerowane odpady zawierające PCB <sup>(1)</sup> (w tonach)	Odpady zawierające PCB poddane obróbce (w tonach)	Odzysk inny niż odzysk energii <sup>(2)</sup> (w tonach)
UE-28	40 000	40 000	10 000
Norwegia	5 705	4 505	3 078

(1) Kategoria odpadów (EWC-Stat - nomenklatura statystyczna odpadów zorientowana głównie na substancje) zgodnie z rozporządzeniem Komisji (UE) nr 849/2010 to 07.7. Równoważność z europejskim wykazem odpadów (LoW) ustanowionym decyzją Komisji 2000/532/WE jest określona w załączniku III do rozporządzenia Komisji 849/2010.  
(2) Operacje odzysku tak jak to określono w sekcji 8 załącznika II do rozporządzenia Komisji 849/2010.  
Źródło: [20. EUROSTAT 2018]

### 1.2.14 Odpady zanieczyszczone heksafluorkiem siarki SF<sub>6</sub>

Heksafluorek siarki (SF<sub>6</sub>) ze względu na swoje właściwości dielektryczne i charakterystyki dotyczące przełączania łuków elektrycznych stosowany jest jako środek izolacyjny i przerywający w urządzeniach elektrycznych średniego i wysokiego napięcia (rozdzielnice i wyłączniki). Światowe zużycie SF<sub>6</sub> wykorzystywanego w produkcji sprzętu elektrycznego wynosi ponad 5 500 ton rocznie i ciągle rośnie. Wiadomo również, że jest to także gaz cieplarniany o znacznym współczynniku globalnego ocieplenia (GWP > 22 800 zgodnie z rozporządzeniem (UE) nr 517/2014 w sprawie fluorowanych gazów cieplarnianych).

Szacuje się, że obecnie w Europie zainstalowanych jest 20 mln sztuk urządzeń zawierających SF<sub>6</sub>. Większość z nich wykorzystywana jest w przedsiębiorstwach sektora elektrycznego (65 %), a reszta w innych zakładach przemysłowych (35 %). Zgodnie z rozporządzeniem, SF<sub>6</sub> musi zostać odzyskany z urządzeń, które mają być poddane recyklingowi, regeneracji lub zniszczeniu, bez celowych wycieków do środowiska.

Pierwsza generacja rozdzielnic, które są używane przez ostatnie 30-40 lat, zaczyna osiągać kres przewidywanego okresu eksploatacji, co sprawia, że ich przetwarzanie lub recykling staje się ważnym oraz nowym zagadnieniem w europejskim sektorze przetwarzania odpadów. [Komentarz ES #1 w [\[21. WT TWG 2016\]](#)]

### 1.2.15 Zanieczyszczenie gleby

Zanieczyszczenie gleby to występowanie w glebie szkodliwych substancji powyżej pewnego poziomu, powodujących pogorszenie lub utratę jednej lub więcej z funkcji gleby. Za zanieczyszczenie gleby można również uznać obecność chemikaliów wytworzonych przez człowieka oraz inne zmiany w naturalnym środowisku glebowym. Tego typu zanieczyszczenia powstają zazwyczaj w wyniku pęknięcia podziemnych zbiorników magazynowych, stosowania pestycydów, przenikania zanieczyszczonych wód powierzchniowych do warstw niższych, wymywania odpadów ze składowisk lub bezpośredniego odprowadzania odpadów przemysłowych do gleby. Najczęściej stosowanymi chemikaliami są węglowodory ropopochodne, rozpuszczalniki, pestycydy, ołów oraz inne metale ciężkie. Występowanie tego zjawiska jest skorelowane ze stopniem uprzemysłowienia i intensywnością użytkowania chemikaliów. ( zobacz <http://esdac.jrc.ec.europa.eu/themes/soilcontamination>). W tabeli 1.21 poniżej przedstawiono ilość zanieczyszczonych gleb wygenerowanych w państwach UE-28 oraz Norwegii w 2014 r.

**Tabela 1.21: Skażone gleby wygenerowane w państwach UE-28 oraz Norwegii w 2014 r.**

Pochodzenie geograficzne	Wygenerowane skażone gleby <sup>(1)</sup> (w tonach)	
	Razem	Niebezpieczne
UE-28	462 800	8 050
Norwegia	35	0

<sup>(1)</sup> Kategoria odpadów (EWC-Stat - nomenklatura statystyczna odpadów zorientowana głównie na substancje) zgodnie z rozporządzeniem Komisji (UE) nr 849/2010 to 12.6. Równoważność z europejskim wykazem odpadów (LoW) ustanowionym decyzją Komisji 2000/532/WE jest określona w załączniku III do rozporządzenia Komisji 849/2010.  
Źródło: [\[20. EUROSTAT 2018\]](#)

### 1.3 Instalacje do przetwarzania odpadów

W tej części podsumowano sektor przetwarzania odpadów w UE.

Sektor odpadów jest w UE w wysokim stopniu uregulowany. Definicje prawne powszechnie stosowanych w tym sektorze terminów (np. odpady, odpady niebezpieczne) dostępne są w dyrektywie 2008/98/WE tzw. dyrektywie ramowej w sprawie odpadów.

Docelowo odpady podlegają odzyskowi lub są unieszkodliwiane. Dlatego też instalacje do przetwarzania odpadów wykonują operacje odzysku lub unieszkodliwiania odpadów. Zazwyczaj uważa się, że urządzenia do przetwarzania odpadów nie wytwarzają produktu podobnego do innych sektorów przemysłu, ale mogą to czynić, jeżeli spełnione są kryteria zniesienia statusu odpadu. Przyjmuje się, że zakłady tej branży świadczą usługi dla społeczeństwa w zakresie postępowania z odpadami. Zakład przetwarzania odpadów obejmuje najczęściej tereny przyległe, struktury oraz inne obszary wykorzystywane do magazynowania, odzysku, recyklingu, przetwarzania lub usuwania odpadów.

Podobnie jak w przypadku rodzajów odpadów, klasyfikacja działalności w zakresie unieszkodliwiania odpadów określona jest w załącznikach do dyrektywy 2008/98/WE.

Koncepcja obiektu przeznaczonego do gospodarki odpadami nie jest nowa. Na długo przed uchwaleniem przepisów dotyczących odpadów (niebezpiecznych lub innych niż niebezpieczne), przedsiębiorstwa, które produkowały odpady, uznawały już potrzebę ich specjalistycznego przetwarzania oraz unieszkodliwiania. Wielu producentów wybudowało i prowadziło własne, dedykowane obiekty do unieszkodliwiania odpadów, zazwyczaj w miejscu swojej działalności.

Inne przedsiębiorstwa, które wytwarzały odpady a nie posiadały odpowiedniego miejsca do ich magazynowania lub wytwarzały ich zbyt mało, aby uzasadnić inwestycję w zakład utylizacji na miejscu, transportowały swoje odpady poza teren zakładu do specjalistycznych instytucji celem przetworzenia i usunięcia. Takie obiekty zazwyczaj są określane jako obiekty komercyjne, niezwiązane z działalnością zakładu.

Tak jak istnieje wiele rodzajów odpadów, istnieje wiele sposobów ich zagospodarowania. Na przykład, wyróżnia się co najmniej 50 stosowanych w handlu technologii przetwarzania odpadów niebezpiecznych. Obiekt unieszkodliwiania odpadów może funkcjonować w oparciu o tylko jedną technologię lub może łączyć wiele technologii, szczególnie jeśli jest obiektem komercyjnym służącym wielu producentom odpadów.

Istnieją pewne różnice pomiędzy typowym obiektem komercyjnym poza terenem zakładu a obiektem na jego terenie, specjalizującym się zazwyczaj w przetwarzaniu tylko określonego typu odpadów. Wynika to po części z faktu, że obiekt poza terenem zakładu przyjmuje odpady również od innych, podczas gdy obiekt na terenie zakładu zajmuje się jedynie odpadami wytwarzanymi w wyniku długotrwałej oraz ważnej działalności własnej przedsiębiorstwa. Z technicznego punktu widzenia, obiekt pozazakładowy zazwyczaj obsługuje szerszy zakres rodzajów odpadów i jest najczęściej większy oraz bardziej złożony.

Na przykład obiekty unieszkodliwiania odpadów poza terenem zakładu można sklasyfikować w następujący sposób:

- Obiekty koncentrujące się głównie na odzysku materiału jako produktu handlowego (zazwyczaj rozpuszczalników, olejów, kwasów lub metali). Niektóre z nich wykorzystują wartość energetyczną zawartą w odpadach.
- Obiekty skupiające się na zmianie fizycznych lub chemicznych właściwości odpadów, degradacji lub niszczenia poszczególnych składników odpadów, przy użyciu dowolnej z wielu różnych metod fizycznych, chemicznych, termicznych lub biologicznych.
- Obiekty koncentrujące się na stałym umieszczeniu odpadów na powierzchni lub pod powierzchnią ziemi. Nie są one objęte niniejszym dokumentem.

Jeśli chodzi o ilość działań związanych z przetwarzaniem odpadów w Europie oraz Norwegii, dostępne są różne dane, w zależności od zdolności do przetwarzania odpadów (np. progi



określone w załączniku I do dyrektywy 2010/75/UE) lub od poziomu emisji wynikających z tych działań, np. objętych rozporządzeniem (WE) 166/2006 w sprawie ustanowienia Europejskiego Rejestru Uwalniania i Transferu Zanieczyszczeń (PRTR).

W tabeli 1.22 przedstawiono przegląd ilości działań związanych z przetwarzaniem odpadów przeprowadzonych w państwach UE-28 oraz Norwegii na podstawie różnych baz danych.

**Tabela 1.22: Ilość działań związanych z przetwarzaniem odpadów w różnych bazach danych**

Baza danych/okres		EUROSTAT <sup>(1)</sup> (2014)	E-PRTR <sup>(2)</sup> (2014)		Instalacje IED <sup>(3)</sup> (2015)	
Działania związane z przetwarzaniem odpadów		Odzysk inny niż odzysk energii	5. (a) Instalacje do odzysku lub unieszkodliwiania odpadów niebezpiecznych	5. (c) Instalacje do unieszkodliwiania odpadów innych niż niebezpieczne	5.1 Odzysk lub przetwarzanie odpadów niebezpiecznych	5.3 Unieszkodliwianie odpadów innych niż niebezpieczne
Pochodzenie geograficzne	UE-28	36 883	2 577	4 006	2 937 <sup>(4)</sup>	1 137 <sup>(4)</sup>
	NO	138	22	10	ND	ND

(1) Operacje odzysku zgodnie z sekcją 8 załącznika II do rozporządzenia Komisji 849/2010.  
(2) Działalność zgodna z załącznikiem I do rozporządzenia (WE) nr 166/2006.  
(3) Działalność zgodna z załącznikiem I do dyrektywy 2010/75/UE.  
(4) Liczba instalacji w państwach UE-27.  
Uwaga: ND = nie dotyczy.

Poniższe sekcje (1.3.1-1.3.13) obejmują bardziej szczegółowe informacje na temat typów instalacji do przetwarzania odpadów, sklasyfikowanych według głównego rodzaju ich obróbki. Nie wszystkie rodzaje przetwarzania odpadów objęte niniejszym dokumentem są objęte poniższą sekcją, być może dlatego, że takie przetwarzanie można uznać za nieznaczące.

### 1.3.1 Rozdrabniacze

[26. Podgrupa mech. 2014], [21. WT TWG 2016]

#### Rozdrabniacze odpadów metalowych

W 2014 r. w Europie działało około 350 rozdrabniaczy złomu mieszanego.

Rozdrabniacze złomu mieszanego są w stanie przetworzyć od 25 do 400 ton odpadów metalowych na godzinę, przy czym wydajność ta jest uzależniona od wielkości rozdrabniacza i mocy silnika napędzającego wirnik. Generalnie, rozdrabniarki złomu mieszanego wykorzystują określoną formę separacji magnetycznej celem wydobycia żelaza z zmieszanego strumienia odpadów oraz określoną formę separacji powietrzem, aby oddzielić żelazo od materiałów niemetalicznych. Materiał jest najczęściej transportowany, pomiędzy poszczególnymi etapami oraz do bunkrów magazynowych, za pomocą przenośników taśmowych.

Większość rozdrabniaczy znajduje się na wolnym powietrzu, a nie w zamkniętych budynkach.

#### Rozdrabniacze zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego (WEEE)

Różne kategorie WEEE przetwarzane są w rozdrabniaczach. W przypadku strumieni odpadów WEEE zawierających lotne fluorowęglowodory (VFC), lotne węglowodory (VHC) lub rtęć, używane są rozdrabniacze zlokalizowane w zamkniętych pomieszczeniach.

W szczególności, ze względu na dyrektywę WEEE (2012/19/UE), w ciągu ostatnich 15 lat zbudowano specjalistyczne zakłady rozdrabniania WEEE, z których większość przetwarza sprzęt taki jak lodówki i urządzenia chłodzące, zawierające lotne (wodoro)fluorowęglowodory (VFC), takie jak chlorofluorowęglowodory (CFC) R12 i R11, wodorochlorofluorowęglowodory (HCFC)

R22 i R141b, wodorofluorowęglowodory (HFC) R134a lub VHC, takie jak węglowodory (HC) R600a, cyklopentan, izopentan, izo-pentan, n-pentan.

Instalacje te są zazwyczaj w stanie przetwarzać automatycznie od 35 do 75 urządzeń na godzinę w dwuetapowym procesie. Etap 1 skupia się na przetwarzaniu obwodów chłodzenia urządzeń: po usunięciu luźnych wewnętrznych części urządzeń do zmiany temperatury olej, VFC i/lub VHC są odsysane celem dalszej obróbki. W etapie 2 urządzenia są rozdrabniane na mniejsze elementy materiałowe, a środki porotwórcze VFC i VHC zawarte w pianie izolacyjnej są usuwane (zgodnie z rozporządzeniem WE/1005/2009). Komponenty (żelazo, zmieszany żelazo, pianka, tworzywa sztuczne) oddzielane są od siebie w procesie sortowania końcowego. Powietrze procesowe zarówno z etapu 1, jak i etapu 2 jest wychwytywane, skraplane, przechowywane oraz przetwarzane.

Oprócz tych zakładów istnieją również specjalne instalacje do rozdrabniania WEEE, stosowane do:

- wielkogabarytowego sprzętu gospodarstwa domowego;
- sprzętu zawierającego lampy elektronopromieniowe (CRT);
- sprzętu zawierającego wyświetlacze płaskie (np. wyświetlacze LCD, plazmowe itp.);
- żarówek.

### 1.3.2 Instalacje do transferu odpadów

Operacje wykonywane w takich instalacjach obejmują: odbiór, łączenie, sortowanie, transfer w trakcie lub przed poddaniem odpadów procesowi usuwania/odzysku. W określonych przypadkach łączenie oraz mieszanie mogą być również przeprowadzane w tych instalacjach. Stacje transferu odpadów mogą obejmować samodzielne operacje lub mogą stanowić integralną część procesu przetwarzania. We wszystkich miejscach zazwyczaj przeprowadza się jakąś operację oddzielania ciał stałych, w ramach której cieczy są przenoszone z jednego pojemnika do drugiego. Transport cieczy może odbywać się z cysterny do zbiornika sanitarnego lub może być zlewany do beczki o pojemności ponad 200 litrów. Zazwyczaj wykonywane czynności to kontrola, pobieranie próbek, sortowanie fizyczne oraz pakowanie, dekantacja, mieszanie, opróżnianie beczek, magazynowanie, regeneracja beczek/dużych pojemników do przewozu luzem (DPPL) oraz w niektórych przypadkach usuwanie tkanin do wycierania, solidifikacja czy niszczenie filtrów oleju. Stacje do transferu odpadów dzielą się zazwyczaj na dwie kategorie w zależności od celu instalacji:

- **Skoncentrowane na strumieniu wyjściowym.** Są to instalacje, które pełnią rolę podajnika dla innych procesów np. regeneracji rozpuszczalników, spalania, obróbki chemicznej. Instalacje te są ukierunkowane na określone rodzaje odpadów, które można sprawdzać, analizować oraz gromadzić celem zapewnienia stałego surowca wsadowego dla powiązanego z nimi procesu przetwarzania. Mogą one jednak przyjmować oraz przetwarzać także inne materiały celem zapewnienia pełnej obsługi klientów. Jednak najczęściej mają tendencję do obsługi tylko niektórych rodzajów odpadów, dlatego też systemy odbioru, magazynowania i kontroli są projektowane pod tym kątem.
- **Skoncentrowane na odpadach dostarczanych do przetworzenia.** Miejsca te są niezależnymi stacjami przeładunkowymi i zasadniczo przyjmują pełen zakres odpadów z sąsiedniego obszaru. Zazwyczaj łączą one oraz mieszają dostarczane surowce celem wytworzenia szeregu strumieni odpadów nadających się do obróbki w ramach różnych procesów przetwarzania, odzysku i unieszkodliwiania, ale najczęściej nie są one nakierowane na konkretny rodzaj odpadów. Może w nich występować tendencja w kierunku określonych rodzajów odpadów, ale prawdopodobnie wynikać to będzie raczej z lokalnych wzorców powstawania odpadów i aspektów komercyjnych, niż z potrzeby zapewnienia surowca dla określonego procesu niższego szczebla.

Większość operacji związanych z przygotowaniem odpadów można podzielić na dwie grupy:

- **Przegrupowanie/Przysposobienie.** Tutaj celem jest zgrupowanie odpadów w małych lub średnich ilościach, gdzie będą one miały taki sam charakter oraz będą kompatybilne. Powstałe w ten sposób odpady muszą być jednak nadal przetwarzane. Celem przegrupowania może być też uzyskanie większych i bardziej jednorodnych objętości na potrzeby przetwarzania odpadów, poprawy bezpieczeństwa (np. ułatwienie obsługi) oraz racjonalizacji kosztów logistycznych. Łączenie procesów stosowanych w przygotowaniu odpadów i w operacjach obróbki wstępnej zależy od specyfikacji obróbki końcowej.
- **Obróbka wstępna.** W tym przypadku celem jest dostosowanie odpadów do rodzaju odzysku i/lub unieszkodliwiania w ramach dostępnego przetwarzania końcowego. Obróbka wstępna obejmuje kilka aspektów. Można ją zdefiniować jako operacje prowadzące do homogenizacji składu chemicznego i/lub właściwości fizycznych odpadów. W wyniku obróbki wstępnej powstają odpady, które mogą się bardzo różnić od odpadów początkowych, choć nie z punktu widzenia przepisów prawa. Takie wstępnie przetworzone odpady muszą być jeszcze poddane dalszej obróbce w zakładzie odzysku i/lub unieszkodliwiania. Po zakończeniu procesu obróbki wstępnej, wstępnie przetworzone odpady powinny być zgodne ze specyfikacjami chemicznymi i fizycznymi ustalonymi przez użytkowników końcowych.

Grupowanie i obróbka wstępna mogą być zlokalizowane w tym samym miejscu co obróbka końcowa, w miejscu produkcji odpadów lub w określonym wydzielonym miejscu. Niemniej jednak, niezależnie od lokalizacji, procesy operacyjne są takie same.

### 1.3.3 Instalacje do biologicznego przetwarzania odpadów

W kontekście badania dotyczącego rozszerzenia zakresu dyrektywy IED [\[27. VITO i inni 2007\]](#) przeprowadzono inwentaryzację instalacji do przetwarzania biologicznego w państwach UE-27.

Ogółem policzono około 6 000 instalacji do biologicznego przetwarzania odpadów organicznych, z czego około 3 500 to instalacje kompostujące (tj. 60 %), a 2 500 to instalacje do fermentacji (40 %).

W odniesieniu do kompostowania w inwentaryzacji uwzględniono przetwarzanie segregowanych w gospodarstwach domowych odpadów, a także innych strumieni odpadów organicznych, takich jak osady ściekowe.

Jeśli chodzi o fermentację, należy zauważyć, że policzono ograniczoną liczbę scentralizowanych instalacji fermentacji beztlenowej (około 120-150), z czego 95 % stanowiły instalacje na farmach. Podkreślono również, że o ile zdolność przerobowa scentralizowanych instalacji na ogół przekracza 50 ton dziennie, nie dotyczy to instalacji w gospodarstwach rolnych.

Jeśli chodzi o wydajność to badanie wskazuje, że w udokumentowanym czasie wydajność przetwarzania w dużych instalacjach (> 50 ton/dobę) w państwach UE-27 szacowana była na 36,8 mln ton rocznie, z czego dwie trzecie przetworzonych odpadów stanowią odpady zielone i odpady z gospodarstw domowych, a jedna trzecia - inne odpady organiczne.

### 1.3.4 Instalacje do fizyczno-chemicznego oczyszczania ścieków

Sektor ten reprezentowany jest przez szeroki wachlarz procesów, od systemów mieszania bez rzeczywistych interakcji chemicznych do złożonych zakładów z szeregiem opcji przetwarzania, z których niektóre zostały zaprojektowane na zamówienie dla określonych strumieni odpadów.

Proces przeznaczony jest do oczyszczania ścieków (zanieczyszczonych np. kwasami/alkaliami, metalami, solami, osadami), ale zazwyczaj akceptuje również szereg materiałów organicznych, np. popłuczyny z procesów technologicznych, resztki z separacji olejowo-wodnej, odpady po czyszczeniu, odpady z separacji olejowo-wodnej, wychwycone odpady. Mogą one zawierać prawie każdy materiał przemysłowy. Jest prawdopodobne, że proces przetwarzania będzie miał pewien wpływ na materiały organiczne, na przykład ze względu na utlenianie chemiczne ChZT,

niektóre związki organiczne mogą być adsorbowane lub uwięzione w osadach, lub też w sytuacji

przetwarzania emulsyjnego część zawartości organicznej może zostać oddzielona od fazy wodnej.

Systemy oczyszczania usuwają i/lub detoksykują niebezpieczne składniki rozpuszczone lub zawieszony w wodzie. Wybór oraz kolejność poszczególnych procesów uzależniona jest od charakterystyki przyjmowanych odpadów i wymaganej jakości oczyszczania. Przykładowe fizyczno-chemiczne oczyszczalnie ścieków zazwyczaj przeprowadzają następujące procesy jednostkowe: niszczenie cyjanku, redukcja chromu, dwustopniowe wytrącanie metali, regulacja pH (np. neutralizacja), filtrowanie substancji stałych, przetwarzanie biologiczne, adsorpcja węgla, odwadnianie osadów, koagulacja/flokulacja oraz kilka innych.

Fizyczno-chemiczne oczyszczanie ścieków zazwyczaj dzieli odpady na inny rodzaj odpadów (zazwyczaj stałych) oraz ścieki, które można uznać za ścieki komunalne w rozumieniu dyrektywy dotyczącej oczyszczania ścieków komunalnych (91/271/EWG).

Zakłady przetwarzania fizyczno-chemicznego są niezbędne dla małych i średnich przedsiębiorstw, w tym przedsiębiorstw branży handlowej. Odpady, które muszą być przetwarzane przez zakłady przetwarzania fizyczno-chemicznego, będą w przyszłości nadal generowane (w trakcie procesów produkcyjnych). Obowiązkowe przyjmowanie odpadów przez ogólnie dostępne zakłady przetwarzania fizyczno-chemicznego jest korzystne dla przemysłu i handlu, ułatwiając prawidłowe usuwanie odpadów oraz zmniejszając obciążenia ekonomiczne.

Można zidentyfikować następujące konfiguracje podstawowe:

- Własne zakłady przetwarzania fizyczno-chemicznego. Są one wyspecjalizowane w przetwarzaniu odpadów wytwarzanych przez firmę matkę.
- Ogólnie dostępne zakłady przetwarzania fizyczno-chemicznego (zakłady usługowe). Przetwarzają odpady wytwarzane przez zakłady produkcyjne danego regionu.

### **1.3.5 Instalacje do przetwarzania popiołów pochodzących ze spalania oraz pozostałości z oczyszczania gazów spalinowych**

Popiół paleniskowy i pozostałości z oczyszczania gazów spalinowych (FGT) są jednym z głównych strumieni odpadów poddawanych procesom stabilizacji i solidyfikacji, albo w obiekcie energetycznego spalania (np. w niektórych piecach do spopielenia), albo w instalacjach do przetwarzania odpadów. Inne metody to witrifikacja (zeszklenie), oczyszczanie oraz recykling niektórych składników (np. soli). Pozostałości z FGT mogą również zastępować surowce w procesie przetwarzania odpadów lub mogą być poddawane dalszej obróbce w celu umożliwienia ich wykorzystania na przykład w budownictwie.

### **1.3.6 Instalacje do przetwarzania odpadów zawierających trwale związki organiczne (TZO)**

Spalanie (które nie wchodzi w zakres niniejszego dokumentu) jest najczęściej stosowaną technologią niszczenia PCB, o ile jest dostępne.

Stosuje się również inne rodzaje obróbki odpadów zawierających TZO (w tym zawierających polichlorowany bifenyl - PCB), takie jak odkażanie urządzeń zawierających TZO lub niszczenie i nieodwracalne przekształcanie zawartości TZO w odpadach, na przykład poprzez odchlorowanie zasadami metali lub KPEG (glikolami potasowymi i polietylenowymi).

### **1.3.7 Instalacje do przetwarzania odpadów zawierających SF<sub>6</sub>**

Ze względu na wysoki współczynnik ocieplenia globalnego SF<sub>6</sub> uznawany jest w UE za odpad niebezpieczny w momencie wycofywania go z eksploatacji. W związku z tym tylko

licencjonowane lub upoważnione zakłady odpadów niebezpiecznych mogą przetwarzać, transportować, poddawać recyklingowi lub niszczyć gaz zgodnie z krajowymi lub regionalnymi przepisami oraz normami.

W sektorze tym działają dwa rodzaje firm:

- przedsiębiorstwa zajmujące się zarządzaniem gazem SF<sub>6</sub> (napełnianie, wymiana itp.);
- przedsiębiorstwa zajmujące się zużytym sprzętem elektrycznym oraz usuwaniem i recyklingiem SF<sub>6</sub> z tego sprzętu.

Ponadto wielu dostawców gazów przemysłowych oraz producentów urządzeń średniego i wysokiego napięcia obsługuje zakłady przetwarzania odpadów SF<sub>6</sub> lub działa jako pośrednicy zarządzający i/lub zbierający takie odpady. [Komentarz ES #2 w [\[21. WT TWG 2016\]](#)]

### 1.3.8 Instalacje do przetwarzania odpadów olejowych

Zużyte oleje smarne nadają się do regeneracji z jakością zasadniczo równą niektórym grupom olejów bazowych stosowanych do produkcji olejów smarnych (niektóre oleje grup bazowych III i IV rzadko, jeśli w ogóle, zawierają oleje z powtórnej rafinacji). Proces ten jest zazwyczaj określany jako "powtórna rafinacja olejów".

Odzysk oleju z odpadów jest zazwyczaj częścią przemysłu przetwarzania odpadów. Istnieją instalacje specjalizujące się w odzysku olejów z różnych rodzajów odpadów. Ponadto wiele oczyszczalni chemicznych oraz instalacji transferowych posiada jednostki do separacji oleju, które przeprowadzają pierwsze oddzielenie oleju od wody przed wysłaniem odzyskanego oleju do specjalistycznego zakładu celem dalszego przetworzenia. Niektóre elementy definiujące ten sektor są następujące:

- Przedsiębiorstwa, które obsługują poszczególne sektory przemysłu, oferują zazwyczaj ogólne usługi w zakresie gospodarki odpadami dla tego sektora, co może obejmować oleje odpadowe.
- Przedsiębiorstwa zbierające zużyte oleje smarne z warsztatów samochodowych mogą również zbierać filtry olejowe, oleje do układów kierowniczych, hamulcowych i przekładniowych, oleje zapobiegające zamarzaniu oraz baterie/akumulatory.
- Przedsiębiorstwa przetwarzające oleje transformatorowe prawdopodobnie będą akceptować oleje zawierające niewielkie ilości polichlorowanego bifenylu (PCB).
- Niektóre zakłady przetwarzania chemicznego i biologicznego przeprowadzają również na małą skalę operacje odzysku olejów w ramach procesu obróbki wstępnej. Są to na ogół proste systemy separacji grawitacyjnej.

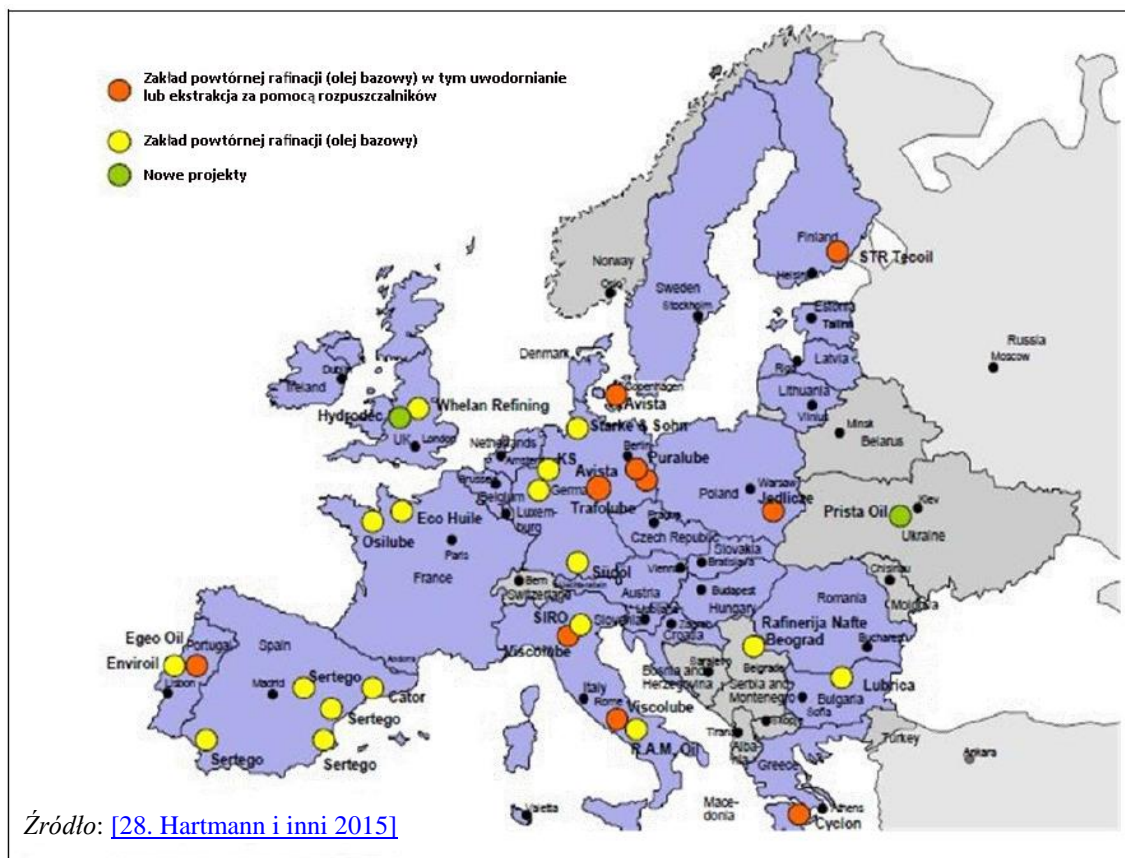
W UE istnieje duża liczba wyspecjalizowanych zakładów przetwarzania oraz uzdatniania olejów. Niektóre firmy przeprowadzają proste oczyszczanie, usuwając osady i wodę z oleju odpadowego. Inne przedsiębiorstwa prowadzą bardziej złożone procesy powtórnej rafinacji, przekształcając zużyte oleje (przynajmniej ich część, zazwyczaj 50-60 %) w olej bazowy do smarów.

Do przetwarzania olejów odpadowych stosuje się szeroką gamę i kombinacje procesów oraz operacji fizycznych a także chemicznych: mieszanie, odwirowywanie, sedymentację, filtrowanie, destylację, krakowanie termiczne, obróbkę kwasami i zasadami, uwodornianie itp.

#### **Powtórna rafinacja**

W 2014 r. wyprodukowano około 500 000 ton powtórnie rafinowanego oleju bazowego, co stanowi około 13 % całkowitego zapotrzebowania na oleje bazowe w Europie. [\[28. Hartmann i inni 2015\]](#).

Ilustracja 1.2 przedstawia stan zakładów rafinacyjnych w Europie w 2014 roku.



**Ilustracja 1.2:** Zakłady powtórnej rafinacji w Europie w 2015 r.

Zakłady powtórnej rafinacji mogą dostosować ilość wyprodukowanego oleju bazowego oraz paliwa w zależności od sytuacji międzynarodowej i lokalnej (cena ropy naftowej, popyt na rynku, dotacje itp.).

### Przygotowanie oleju odpadowego do wykorzystania głównie jako paliwo

Okolo 50 % oleju odpadowego (tj. olej odpadowy z czyszczenia statków i zbiorników, olej odpadowy z separatora olejowo-wodnego, olej odpadowy z emulsji itp.) nie jest odpadowym olejem smarnym lub nie może być regenerowany na olej bazowy. Takie oleje odpadowe mogą być przekształcane w inne produkty naftowe (np. paliwo).

Istnieje również znaczna ilość zanieczyszczonej olejem wody zbieranej celem jego odzyskania. Odpady takie mają wartość netto ujemną, ale mogą być przetwarzane w taki sposób, aby maksymalnie zwiększyć odzysk węglowodorów do wykorzystania jako paliwo.

### 1.3.9 Instalacje do przetwarzania zużytych rozpuszczalników

Rozpuszczalniki są szeroko stosowane w procesach chemicznych oraz biologicznych. W trakcie tych procesów powstaje rozpuszczalnik odpadowy (zużyty), który jest poddawany recyklingowi we własnym zakresie. Zabiegi takie stanowią integralną część procesów chemicznych oraz biologicznych i są ujęte w różnych dokumentach BREF. Jednak ze względów ekonomicznych lub technicznych zużyte rozpuszczalniki są czasami dostarczane stronie trzeciej do przetworzenia. W niektórych przypadkach przetworzony produkt wraca do producenta odpadów, w innych przypadkach tak się nie dzieje.

Odpady rozpuszczalników są również wytwarzane w procesie obróbki powierzchniowej z ich użyciem (np. czyszczenie lub odtłuszczanie w wielu różnych sektorach przemysłu oraz w

instalacjach do czyszczenia na sucho). W większości przypadków zanieczyszczone rozpuszczalniki lub zawartość dna kolumn destylacyjnych (zawartość rozpuszczalnika 1-10 % w przypadku zamkniętych instalacji/urządzeń czyszczących z wewnętrznymi urządzeniami do

destylacji) dostarczane są do instalacji destylacji z użyciem rozpuszczalnika i poddawane regeneracji. Jakość produktów poddanych destylacji jest równie dobra jak jakość nowych rozpuszczalników.

Zgodnie z dyrektywą ramową w sprawie odpadów, pierwszą opcją w odniesieniu do zużytych rozpuszczalników, jak również pozostałych odpadów, jest to, że powinny one być poddane recyklingowi. Podejście to pomogło w stworzeniu aktywnego rynku recyklingu rozpuszczalników. Podobnie jak oleje odpadowe, zużyte rozpuszczalniki, które nie nadają się do regeneracji ze względu na określony skład lub ze względu na bardzo niską czystość, mogą zostać również odzyskane jako wtórne paliwo ciekłe, na przykład w przemyśle cementowym czy spalarniach odpadów niebezpiecznych. Podstawową różnicą w stosunku do olejów odpadowych jest to, że właściwości zużytych rozpuszczalników zmieniają się znacznie bardziej niż ma to miejsce w przypadku olejów odpadowych.

Instalacje do regeneracji rozpuszczalników oddzielają zanieczyszczenia od zużytych rozpuszczalników i w ten sposób przywracają rozpuszczalnik do jego oryginalnej jakości, chociaż czasami będzie to niższa klasa produktu (np. w przypadku rozcieńczalnika do lakieru). Destylacja (wsadowa, ciągła lub parowa) stosowana jest przez większość komercyjnych przetwórców rozpuszczalników i zazwyczaj pozwala odzyskać około 75 % rozpuszczalnika z odpadów. Pozostała część zwana "dnem destylacyjnym" i w zależności od szeregu warunków przyjmująca postać cieczy lub osadu, zazwyczaj wymaga zagospodarowania jako odpady niebezpieczne. Inne technologie separacji stosowane przez przetwórców rozpuszczalników obejmują: filtrację, proste odparowywanie, odwirowywanie oraz odpędzanie (stripping).

Badanie przeprowadzone w 2015 r. przez ESRG (European Solvent Recycler Group) wśród jej członków wykazało, że 41 dużych instalacji w UE miało łączną wydajność przetwarzania wynoszącą około 912 000 ton/rok. Należy jednak zauważyć, że rzeczywista zdolność produkcyjna jest ograniczona ze względu na podejmowane działania i związaną z nimi złożoność poszczególnych procesów. [\[29. Podgrupa PCT 2015\]](#)

### **1.3.10 Instalacje do przetwarzania zużytych katalizatorów, odpadów z redukcji zanieczyszczeń oraz innych odpadów nieorganicznych**

Przetwarzanie zużytych katalizatorów zależy od rodzaju katalizatora (rodzaju czynnej substancji katalitycznej, struktury wspierającej lub nośnika), jak również od produktów ubocznych procesu katalitycznego. Procesy te obejmują: regenerację zużytych katalizatorów celem ich ponownego wykorzystania, recykling części składowych katalizatorów oraz magazynowanie na składowiskach odpadów. Przykładem takiej instalacji jest austriacki zakład odzysku niklu z katalizatorów stosowanych w przemyśle spożywczym (stop Fe/Ni).

Technologia hydrometalurgiczna może być wykorzystywana do ekstrakcji i odzysku metali z odpadów płynnych. Odpady niepłynne wymagają najpierw ich rozpuszczenia.

Na Malcie znajdują się dwa podziemne składowiska azbestu i jedno naziemne prowadzące obróbkę. Azbest pochodzi ze statków naprawianych w portach oraz z nieużywanych rur z azbestem.

### **1.3.11 Instalacje do przetwarzania węgla aktywnego oraz żywic**

Większość odpadów węgla aktywnego oraz żywic jest wynikiem procesów oczyszczania wody. Bardzo trudno jest oszacować wydajność regeneracji w Europie, głównie ze względu na fakt, że wielu operatorów regeneruje swój adsorbent na miejscu (często sporadycznie), zamiast wysyłać go do dużych scentralizowanych zakładów reaktywacji.

Węgiel aktywny posiada trzy główne zastosowania: do uzdatniania wody pitnej; w przemyśle spożywczym i napojów, na przykład do usuwania koloru w rafinacji cukru; w ogólnych zastosowaniach przemysłowych, np. do usuwania lotnych związków organicznych (LZO) z otworów wentylacyjnych w instalacjach technologicznych. Zastosowania te mają wpływ na

rodzaj zanieczyszczenia węgla oraz wymagany proces regeneracji. Na przykład węgiel z zastosowań przemysłowych (tzw. "węgiel przemysłowy"), takich jak oczyszczanie ścieków, wymaga bardziej rygorystycznego systemu redukcji zanieczyszczeń niż ten stosowany do oczyszczania wody pitnej lub stosowany w przemyśle spożywczym.

W pewnym momencie cyklu życia procesu, węgiel zostanie zużyty przez substancję, którą pochłania. Taki węgiel należy zregenerować lub, jeśli nie jest to możliwe, przetworzyć. Wybór metody uwarunkowany jest ekonomią oraz skalą. W procesie uzdatniania wody pitnej węgiel stosowany jest w dużych ilościach i jest ułożony w dużych betonowych łożach węglowych. Takie zastosowanie powoduje, że cykl życia takiego węgla, przed wyczerpaniem się jego właściwości uzdatniających, trwa kilka lat. W wyniku regeneracji takiego węgla powstają duże ilości odpadów do przetworzenia. Jest to najbardziej powszechne zastosowanie węgla, pod względem użytej jego objętości, w Wielkiej Brytanii i jest on regenerowany albo na miejscu przez specjalnie wybudowany zakład, albo transportowany poza miejsce celem regeneracji przez niezależnego operatora. Ze względu na charakter rynku istnieje tendencja do oferowania usług profesjonalnej regeneracji przez instalacje, które niegdyś były projektowane wyłącznie do przetworzenia materiałów "własnych" producenta, a obecnie oferują usługę tzw. regeneracji handlowej.

W Europie znajduje się co najmniej 19 niezależnych zakładów regenerujących węgiel aktywny.

Najczęściej stosowanymi piecami reaktywacyjnymi są piece rotacyjne z bezpośrednim opalaniem oraz wielopaleniskowe piece martenowskie. Czasami stosuje się piece rotacyjne opalane pośrednio, piece z złożem fluidalnym, piece z pionowymi rurami oraz piece na podczerwień.

Dane ilościowe dla jonowymiennych instalacji do regeneracji żywic nie są dostępne.

### 1.3.12 Instalacje do przetwarzania odpadów kwasowych oraz zasadowych

W UE istnieje szereg instalacji do regeneracji kwasu solnego (HCl). Nie stwierdzono natomiast instalacji do odzysku kwasu bromowodorowego (HBr). Odpady kwasu siarkowego mogą być regenerowane w następujący sposób:

- Jako dysocjacja termiczna odpadów/zużytego/odzyskanego kwasu siarkowego, którego rezultat jest wykorzystywany jako główne lub dodatkowe źródło dwutlenku siarki (SO<sub>2</sub>) w procesie powstawania kwasu siarkowego. Kwestia ta została ujęta w dokumencie BREF LVIC(AAF) [30. COM 2007], podobnie jak każdy proces, w którym w wyniku rozkładu/kalcynacji powstaje SO<sub>2</sub> jako surowiec.
- Jako proces oparty na ponownym stężeniu osłabionego/zużytego/odpadu kwasu siarkowego, z separacją lub bez separacji potencjalnych zanieczyszczeń (np. soli). Proces ten zostanie opisany w niniejszym dokumencie.
- Jako procesy przemysłowe wykorzystujące kwas siarkowy oraz obejmujące recykling zużytego kwasu siarkowego będący integralną częścią procesu. Zostanie to uwzględnione w dokumencie BREF, w którym uwzględniono proces przemysłowy (np. dokument BREF LVIC-S [31. COM 2007] oraz inne dokumenty dotyczące produkcji dwutlenku tytanu).

Odzysk kwasu polega zazwyczaj na oddzieleniu nieprzereagowanego kwasu od odpadów kwasowych, takich jak zużyty płyn piklowy wytwarzany przez przemysł stalowy. Jedną z metod stosowanych w przemyśle stalowym jest chłodzenie kwasu siarkowego w celu wytrącania związków żelaza. W innej metodzie kwas może być regenerowany poprzez wstrzyknięcie go do rozpylacza.



### 1.3.13 Instalacje do przetwarzania odpadów o wartości opałowej

Aktualnie istnieje kilka czynników decydujących o koncepcji wykorzystania odpadów jako paliwa w procesach spalania:

- Dyrektywa ramowa w sprawie odpadów oraz poprawki do niej określają hierarchię postępowania z odpadami. Daje to pierwszeństwo recyklingowi oraz odzyskowi (w tym wykorzystaniu odpadów jako źródła energii).
  - Regulacje dotyczące sektora odpadów, takie jak dyrektywa w sprawie opakowań i odpadów opakowaniowych, dyrektywa w sprawie pojazdów wycofanych z eksploatacji, dyrektywa w sprawie zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego, dyrektywa w sprawie spalania odpadów, europejski wykaz odpadów, dyrektywa w sprawie substancji niebezpiecznych oraz dyrektywa w sprawie przygotowania preparatów niebezpiecznych również mogą mieć wpływ na wybór opcji.
  - Dyrektywa w sprawie magazynowania odpadów zakazuje magazynowania odpadów o wysokiej zawartości materiałów ulegających biodegradacji. W związku z tym istnieje potrzeba ustanowienia alternatywnych sposobów przetwarzania określonych frakcji odpadów. Współspalanie jest jedną z możliwości (np. spalanie, przetwarzanie mechaniczno-biologiczne).
  - Współspalanie określonych frakcji odpadów jako alternatywa dla paliw konwencjonalnych może być jedną z możliwości ograniczenia emisji gazów cieplarnianych.
  - Współspalanie odpadów czyni eksploatację obiektów energetycznego spalania bardziej atrakcyjną ekonomicznie.
  - Koszt paliwa wykorzystywanego w procesach spalania.

Termin "odpady o wartości opałowej" jest używany w niniejszym dokumencie do wszystkich rodzajów odpadów, które są przygotowywane do wykorzystania jako paliwo w dowolnym procesie spalania. Odpady o wartości opałowej mogą być płynne lub stałe. Na przykład płynne paliwa odpadowe mogą być przygotowywane z olejów odpadowych, rozpuszczalników czy osadów podestylacyjnych. Sposób wykorzystania paliwa odpadowego w procesie spalania wpływa na sposób jego przygotowania. Na przykład niektóre paliwa odpadowe w stanie ciekłym mogą być przygotowywane poprzez mieszanie różnych odpadów o wysokiej wartości opałowej i doprowadzanie ich niezależnie do komory spalania, lub mogą być łączone/mieszane z paliwami konwencjonalnymi (np. olej odpadowy plus olej opałowy). Niektóre odpady płynne, na przykład oleje, wymagają zazwyczaj obróbki wstępnej w celu usunięcia osadów i wody. Można to osiągnąć poprzez oddzielenie oraz odwodnienie.

Niektóre procesy spalania, w których odpady mogą być wykorzystywane jako paliwo dodatkowe lub wspomagające, to instalacje spalania do produkcji ciepła i/lub energii elektrycznej, piece cementowe, wielkie piece do produkcji żelaza i stali, murowane piece do produkcji ceramiki, piece wapienne czy do produkcji asfaltu. Rodzaj używanego pieca lub kotła, warunki spalania (np. temperatura), w jakich powinien działać proces, wpływ na emisje lub produkty oraz rodzaj już używanego paliwa ma silny wpływ na to, jaki rodzaj odpadów może być dopuszczalny oraz w jaki sposób paliwo odpadowe ma być przygotowane.

Instalacje przetwarzające odpady o wartości opałowej służą następującym celom:

- optymalizacji waloryzacji niektórych odpadów, celem uniknięcia ich magazynowania;
- zagwarantowaniu odpowiedniej jakości niszczenia termicznego;
- zapewnieniu użytkownikowi końcowemu wymaganych właściwości fizyczno-chemicznych paliwa odpadowego.

Podstawowe zasady przygotowania paliw odpadowych z odpadów o wartości opałowej są następujące:

- chemiczna oraz fizyczna jakość paliwa musi spełniać wszelkie specyfikacje oraz normy zapewniające ochronę środowiska, ochronę pieca, bezpieczne spalanie oraz wymaganą

- jakość wytworzonego materiału, w przypadku gdy w procesie spalania, w którym wykorzystuje się paliwo odpadowe, powstaje produkt (np. cement);
- musi być zachowana równowaga pomiędzy ilością wytworzonej energii a wsadem surowca, aby umożliwić optymalne zasilanie pieca/paleniska;
  - fizyczna postać paliwa odpadowego musi umożliwiać bezpieczne i prawidłowe obchodzenie się z nim, przechowywanie oraz użycie.

## 1.4 Opłacalność sektora przetwarzania odpadów

Przetwarzanie odpadów jest zazwyczaj procesem o dużej skali i niskim zwrocie. Stała lub obniżona cena bazowa, czy to za przychodzące odpady, czy to za produkt pochodzący z recyklingu, położyła komercyjny nacisk na maksymalizację przepustowości oraz redukcję kosztów ogólnych.

Koszt przetwarzania odpadów jest zazwyczaj ustalany na podstawie inwestycji oraz kosztów bieżących. Jednakże w niektórych przypadkach ceny mogą być ustalane przez operatorów na "niskim" końcu rynku. W niektórych innych przypadkach ceny ustalane są w drodze porozumienia pomiędzy wytwórcą odpadów a przetwarzającym je, i mogą być różne dla poszczególnych odpadów w zależności od tego, kto je wytworzył. Chociaż istnieją wyjątki dotyczące zwłaszcza starszych zakładów, gdzie poziom inwestycji był niski ze względu na małą stopę zwrotu oraz konkurencję z niskimi cenami magazynowania odpadów. Oczekuje się, że aby spełnić standardy określone w obecnym systemie regulacyjnym, konieczne będą wysokie nakłady inwestycyjne.

Przemysł generalnie maksymalizuje wykorzystanie niektórych rodzajów odpadów do przetwarzania innych, co ma być kontynuowane, w szczególności poprzez wykorzystanie odpadów jako surowca.

Istnieje konkurencja pomiędzy przedsiębiorstwami regionalnymi, krajowymi i międzynarodowymi. Jednym z przykładów jest zbiórka olejów odpadowych, gdzie krajowi odbiorcy pracują na dużych ilościach w celu uzyskania ekonomii skali, podczas gdy lokalne/regionalne podmioty gospodarcze konkurują z nimi, ponieważ mają niższe koszty ogólne.

Zakłady gospodarki odpadami niebezpiecznymi, w ramach obowiązku przeprowadzenia przetargu, przyjmują zazwyczaj wszystkie rodzaje odpadów niebezpiecznych do właściwego usunięcia bez względu na konkurencję. Jednakże niektóre zakłady specjalne, które mogą konkurować o pewne rodzaje odpadów, musiałyby składać oferty tylko na te odpady niebezpieczne, które są w stanie przetwarzać. W związku z tym opracowano różne konfiguracje dla wyznaczonych obiektów gospodarki odpadami niebezpiecznymi oraz obiektów konkurencyjnych.

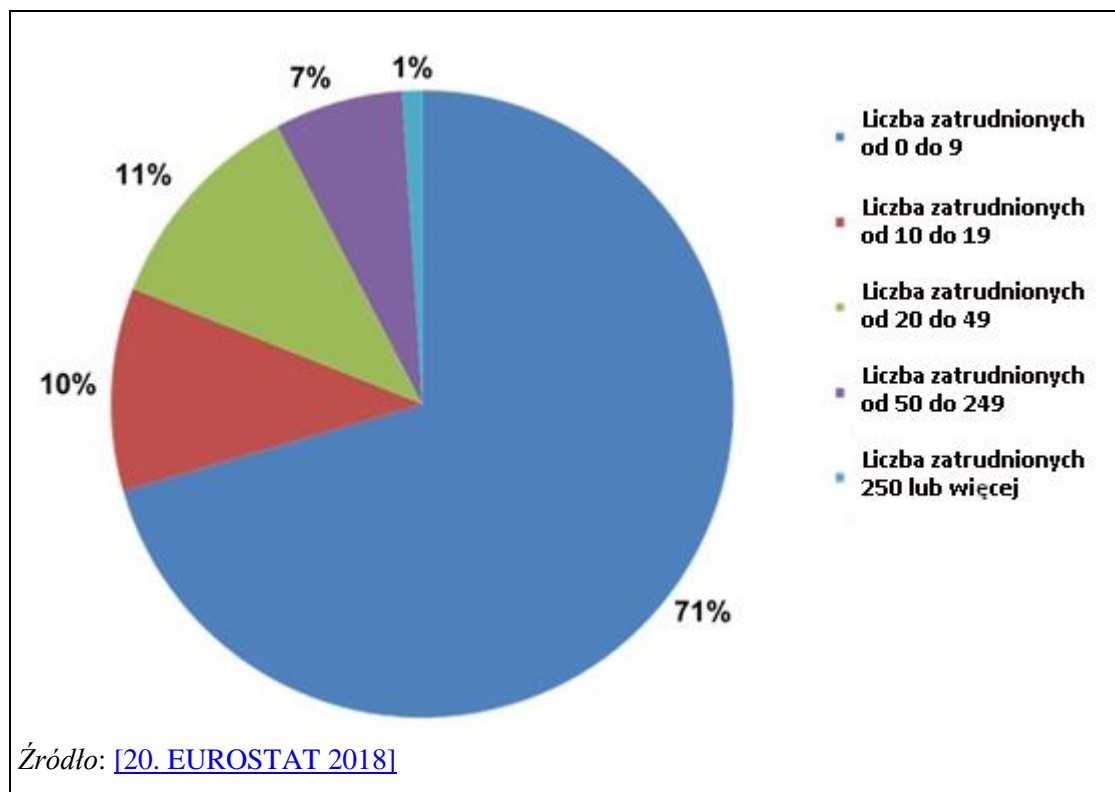
Niektóre zakłady unieszkodliwiania odpadów, ze względu na ich regionalizację i/lub niewielką odległość od źródeł odpadów, przyczyniają się do znacznego zmniejszenia kosztów ich transportu. Jednakże inne zakłady unieszkodliwiania odpadów pracują na poziomie ponadregionalnym, krajowym, a nawet międzynarodowym, głównie w zależności od specjalizacji niektórych operacji przetwarzania.

Na poziomie UE oraz w państwach członkowskich (np. w odniesieniu do spalania, magazynowania, odpadów elektrycznych i elektronicznych, pojazdów wycofanych z eksploatacji) wprowadzono i dalej opracowuje się warunki regulacyjne, aby przerwać cykl charakteryzujący się dużymi ilościami, małą stopą zwrotu oraz niskimi inwestycjami. Oczekuje się, że doprowadzi to do zwiększenia inwestycji w tym sektorze oraz rozwoju nowych technik przetwarzania odpadów, tam gdzie wcześniej były one tylko magazynowane, lub do poprawy procesów, które wcześniej nie były w stanie skutecznie przetwarzać odpadów, na przykład za pomocą nowych zakładów lub technik do przetwarzania tylko określonych typów odpadów.

W wyniku ograniczeń w zakresie magazynowania wprowadzonych przez prawodawstwo<sup>3</sup>, przetwarzanie odpadów przed magazynowaniem lub zamiast magazynowania prowadzi do dalszego rozwoju procesów recyklingu, odzysku, stabilizacji oraz unieszkodliwiania w odniesieniu do szeregu typów odpadów.

Przestrzeganie przepisów jest zasadniczo siłą napędową zakładów przetwarzania odpadów. Rynek obiektów unieszkodliwiania odpadów jest pod silnym wpływem programów regulacyjnych, które nadal podlegają znacznym zmianom.

Jeśli chodzi o strukturę sektora przetwarzania odpadów pod względem liczby zatrudnionych osób, ilustracja 1.3 pokazuje, że około 70 % przedsiębiorstw zatrudnia mniej niż 10 osób.



**Ilustracja 1.3: Struktura sektora przetwarzania odpadów w 2014 r. (NACE wersja 2: 38.2 - przetwarzanie i unieszkodliwianie odpadów) - wielkość przedsiębiorstw pod względem liczby zatrudnionych osób**

### Oleje odpadowe

Wzrost świadomości ekologicznej w latach 80. miał szereg konsekwencji, w szczególności dla sektora przetwarzania olejów odpadowych:

- zamknięcie wielu zakładów powtórnej rafinacji kwasów/iłów, głównie w USA, ze względów ekonomicznych i środowiskowych;
- stosowanie ulepszonych sprzętu oraz urządzeń celem zmniejszenia potencjalnych zanieczyszczeń pochodzących ze spalania zużytego oleju;
- rozwój ulepszonych technologii powtórnej rafinacji, zarówno z powodów środowiskowych, jak i jakościowych.

### Zakłady przetwarzania fizyczno-chemicznego

W procesie produkcji zachodzą ciągle zmiany, modyfikujące zarówno rodzaj odpadów, jak i stosowanych substancji pomocniczych. Pod tym względem nawet oczyszczalnie fizyczno-

<sup>3</sup> Np. dyrektywa 1999/31/WE w sprawie składowania odpadów i związana z nią decyzja Rady 2003/33/WE w sprawie kryteriów dopuszczalności składowania odpadów.

---

chemiczne podlegają ciągłym procesom adaptacyjnym, zarówno pod względem stosowanych procedur, jak i ich kontroli. Dodatkowo zmiany w przepisach prowadzą również do rekonfiguracji instalacji; ogólnie rzecz biorąc, zmiany legislacyjne mają na celu znaczną redukcję emisji. Rekonfiguracja może mieć wpływ na wszystkie obszary funkcjonowania zakładu, w tym na stosowaną technologię, wsad surowcowy, sprzęt laboratoryjny, a nawet na ogólną czy specjalistyczną wiedzę personelu.

### **Przygotowanie stałych odpadów komunalnych (MSW) do wykorzystania jako paliwo**

Historia wykorzystania MSW jako paliwa sięga kryzysu naftowego lat 70. W jego następstwie promowano paliwo odpadowe RDF jako paliwo zastępcze o niskich kosztach, chociaż nigdy nie zostało ono w pełni zaakceptowane przez rynek. Jednakże w przemyśle cementowym, wapienniczym, stalowym oraz energetycznym obserwuje się rosnące zainteresowanie paliwami pochodzącymi z odpadów, głównie ze względów ekonomicznych. Istniejące cele europejskiej polityki energetycznej oraz polityki gospodarowania odpadami dają impuls do stosowania paliw odpadowych opartych na odpadach innych niż niebezpieczne. Paliwa te, o średniej zawartości biogenów 50-60 %, mogą znacznie przyczynić się do zmniejszenia emisji CO<sub>2</sub> oraz podwojenia udziału energii odnawialnej. Co więcej, ze względu na liberalizację rynku i potrzebę redukcji kosztów, przemysł jest coraz bardziej zainteresowany tańszymi, jednorodnymi paliwami zastępczymi o określonej jakości.

Polityka gospodarowania odpadami mająca na celu ograniczenie magazynowania odpadów ulegających biodegradacji wpłynęła bezpośrednio na rozwój instalacji do produkcji paliw odpadowych. Również (wysoki) system podatkowy stosowany przy magazynowaniu odpadów jest główną siłą napędową w niektórych państwach członkowskich. Producenci paliw odpadowych podjęli inicjatywę stworzenia systemu jakości, który powinien gwarantować odpowiednie właściwości paliw stałych wytwarzanych z MSW, a tym samym uczynić z nich produkt bardziej niezawodny. Systemy jakości istnieją obecnie w kilku państwach członkowskich. Ponadto w 2011 r. opracowano normę CEN (EN 15359) dla "paliw stałych z odzysku" (SRF) dla odpadów innych niż niebezpieczne, które mają być wykorzystywane do odzysku energii, celem sprostania znormalizowanym wymogom klasyfikacji oraz specyfikacji.

Główne rynki zbytu SRF to obecnie przemysł cementowy i wapienniczy, elektrownie węglowe oraz huty wykorzystujące paliwo stałe z odzysku jako substytut węgla. W krajach skandynawskich SRF jest wykorzystywany głównie do produkcji ciepła w przemyśle oraz ciepłownictwie komunalnym.

## 1.5 Ogólne kwestie środowiskowe związane z instalacjami do przetwarzania odpadów

Skład odpadów jest bardzo różnorodny, a potencjalny zakres komponentów, które mogą w nich obecnie być ogromny. Ze względu na takie różnice w komponentach oraz składzie, istnieje bardzo niewiele cech wspólnych emisji związanych z gospodarką odpadami, gdyż każdy zakład ma nieco inną kombinację operacji jednostkowych oraz przyjmuje różne rodzaje odpadów, w zależności od warunków lokalnych.

Niemniej jednak, niniejsza sekcja ma na celu przedstawienie krótkiego przeglądu głównych zagadnień środowiskowych w sektorze. Bardziej precyzyjny obraz został opracowany w rozdziałach od 2 do 5.

### Emisje do atmosfery

Wiele instalacji do przetworzenia odpadów emituje do atmosfery cząstki stałe (na przykład w wyniku zwykłej ich obsługi). Powszechnie emitowane są również związki organiczne.

Tabela 1.23 przedstawia główne emisje do atmosfery z niektórych operacji przetwarzania odpadów.

**Tabela 1.23: Najważniejsze zanieczyszczenia emitowane do atmosfery w wyniku przetwarzania odpadów oraz ich główne źródła**

Główne emisje do atmosfery	Operacje związane z przetwarzaniem odpadów
Pył	Magazynowanie oraz transport odpadów stałych Przetwarzanie mechaniczne oraz fizyczno-chemiczne Przetwarzanie odpadów stałych
Amoniak (NH <sub>3</sub> )	Przetwarzanie biologiczne oraz mechaniczno-biologiczne
Siarczek wodoru (siarkowodór) (H <sub>2</sub> S)	Przetwarzanie biologiczne
Chlorowodór (HCl)	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
Lotne związki organiczne (LZO)	Magazynowanie oraz transport substancji organicznych Przetwarzanie WEEE zawierających VFC i/lub VHC VHC Przetwarzanie odpadów o wartości opałowej Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne Przetwarzanie olejów odpadowych Przetwarzanie zużytych rozpuszczalników
Uwaga: Odnośnie konkretnych emisji pochodzących z różnych operacji przetwarzania odpadów, patrz rozdziały 3-5.	

### Emisje do wody

Większość instalacji przetwarzania odpadów deklaruje emisję azotu ogólnego, ogólnego węgla organicznego, fosforu ogólnego oraz zawiesiny ogólnej (TSS).

Tabela 1.24 przedstawia podsumowanie głównych emisji do wody z procesów przetwarzania odpadów.

**Tabela 1.24: Najważniejsze substancje zanieczyszczające wodę (parametry) emitowane w procesie przetwarzania odpadów oraz ich główne źródła**

Główne emisje do wody	Operacje związane z przetwarzaniem odpadów
Biodegradowalne związki organiczne (np. ChZT, OWO, BZT)	Każde przetwarzanie odpadów
Zawiesina ogólna	Każde przetwarzanie odpadów
Węglowodory, fenole	Mechaniczne przetwarzanie odpadów metalowych Przetwarzanie olejów odpadowych Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej Płukanie wodą wydobytej, zanieczyszczonej gleby Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
Azot ogólny	Przetwarzanie biologiczne Przetwarzanie olejów odpadowych Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
Fosfor ogólny	Przetwarzanie biologiczne Przetwarzanie olejów odpadowych Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
Metale i metaloidy	Mechaniczne przetwarzanie odpadów metalowych Przetwarzanie WEEE zawierających VFC i/lub VHC Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne Fizyczno-chemiczna obróbka olejów odpadowych, odpadów o wartości opałowej, odpadów stałych i/lub półpłynnych Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
Uwaga: Odnośnie konkretnych emisji pochodzących z różnych operacji przetwarzania odpadów, patrz rozdziały 3-5.	

### Produkt wyjściowy

Ogólnie rzecz biorąc, produkt wyjściowy z instalacji unieszkodliwiania odpadów jest odpadem przetworzonym. Można go jednak rozpatrywać w dwóch kategoriach. Pierwsza kategoria odnosi się do przetworzonych odpadów (zazwyczaj stanowiących główną część produkcji), które w niektórych przypadkach mogą być ponownie wykorzystane gdzie indziej. Druga kategoria reprezentowana jest przez odpady wytworzone w samym procesie przetwarzania. Występowanie tej ostatniej zależy nie tylko od rodzaju odpadów podlegających przetworzeniu, ale także od sposobu ich przetwarzania. Rzeczywiście, ta druga kategoria odpadów jest bardziej uzależniona od samego procesu przetwarzania niż od rzeczywistego składu przetwarzanych odpadów.

### Zanieczyszczenie gleby oraz wód gruntowych

W przeszłości nieostrożne postępowanie z odpadami było źródłem zanieczyszczenia gleby i miało miejsce w prawie wszystkich sektorach przemysłu. Podobnie jak w wielu innych gałęziach przemysłu, przetwarzanie odpadów nie jest obecnie działalnością, która prowadzi do zanieczyszczenia gleby. W zależności od procesu oraz składu przetwarzanych odpadów opracowano działania zapobiegawcze, takie jak retencja, nieprzepuszczalność czy monitorowanie, celem zapobiegania i kontroli zanieczyszczenia gleby oraz wód gruntowych.

## 2 PROCESY ORAZ TECHNIKI POWSZECHNIE STOSOWANE W PRZETWARZANIU ODPADÓW

W rozdziale tym opisano (w sekcji 2.1) procesy powszechnie występujące oraz stosowane w sektorze odpadów, które nie są specyficzne dla żadnego indywidualnego typu ich unieszkodliwiania. Przedstawiono również informacje na temat gromadzenia danych wykorzystanych do stworzenia niniejszego dokumentu, jak również przegląd emisji napotykanym w całym sektorze (sekcja 2.2). Wreszcie w sekcji 2.3 omówiono techniki, które należy uwzględnić przy określaniu BAT dla procesów powszechnie występujących w sektorze przetwarzania odpadów.

Wiele procesów oraz technik wymienionych w tym rozdziale zostało krótko opisanych, a informacje na ten temat zostały przedstawione w tabeli 2.1. Ta sama struktura jest stosowana w każdym procesie oraz techniki, aby pomóc czytelnikowi łatwo zrozumieć informacje zawarte w niniejszym dokumencie.

**Tabela 2.1: Informacje zawarte w opisie każdej techniki/procesu wymienionego w rozdziale 2**

Nazwa	Rodzaj zawartych informacji
Cel	Krótkie wyjaśnienie, do czego służy dany proces
Zasada działania	Rodzaj przeprowadzanego procesu oraz jego krótkie wyjaśnienie
Wzrost oraz produkt wyjściowy	Rodzaj odpadów, które mogą być przetwarzane oraz szczegóły dotyczące wszelkich produktów wyjściowych
Opis procesu	Krótki opis procesu. W stosownych przypadkach poparty ilustracjami oraz schematami.
Użytkownicy	Odniesienie do liczby zakładów stosujących daną technikę w Europie oraz na świecie. Ponadto, szczegółowe informacje na temat tego, który(-e) sektor(-y) branży unieszkodliwiającej odpady stosuje(-ją) ten rodzaj techniki.
Źródło: <a href="#">[18. WT TWG 2004]</a>	

## 2.1 Stosowane procesy oraz techniki

[5. Milton i inni 1998], [32. Inertec; dechets, F. oraz Sita 2002], [8. LaGrega i inni 1994], [10. Babbie Group Ltd 2002], [11. WT TWG 2003], [12. UNEP 2000], [33. EPA Irlandia 2003], [34. Watco 2002], [13. Schmidt i inni 2002], [14. Eucopro 2003], [17. Pretz i inni 2003], [18. WT TWG 2004], [35. VROM 2004], [36. UBA Niemcy 2004]

W tej części omówiono etapy procesu powszechnie stosowane w sektorze unieszkodliwiania odpadów i wchodzące w zakres niniejszego dokumentu. Niektóre etapy procesu omówiono również w sekcji 2.3 "Techniki do uwzględnienia przy określaniu BAT dla sektora unieszkodliwiania odpadów", ponieważ etapy te mają znaczenie nie tylko dla dobrej wydajności samego procesu przetwarzania odpadów, ale również dla jego wpływu na środowisko. W celu uniknięcia powtórzeń, takie etapy opisano w niniejszej sekcji bardzo krótko, a ich obszerny opis można znaleźć w sekcji 2.3. W stosownych przypadkach dokonano odniesień.

### 2.1.1 Wstępna akceptacja oraz przyjęcie odpadów

Dla większości zakładów unieszkodliwiających odpady istotna jest następująca kolejność: a) wstępna akceptacja, b) przyjęcie, c) magazynowanie, d) przetwarzanie oraz e) magazynowanie pozostałości i emisje. Każdy z tych etapów wymaga odpowiedniej wiedzy oraz kontroli odpadów, jak również akceptacji i zarządzania procesem przetwarzania. Znajomość odpadów, przed ich zaakceptowaniem, magazynowaniem lub przetwarzaniem, jest kluczowym czynnikiem w zarządzaniu zakładem unieszkodliwiania odpadów.

#### 2.1.1.1 Wstępna akceptacja

##### Cel

Sprawdzenie czy rodzaj przetwarzanych odpadów mieści się w zakresie mocy przerobowych zakładu oraz w granicach posiadanych pozwoleń.

##### Zasada działania

Wymiana informacji pomiędzy producentem odpadów a zakładem ich unieszkodliwiania przed zawarciem przez obie strony porozumienia w sprawie przetwarzania odpadów. Wstępna akceptacja obejmuje również poznanie charakterystyki odpadów celem uzyskania wystarczającej wiedzy o ich składzie.

##### Wsad oraz produkt wyjściowy

Nie dotyczy.

##### Opis procesu

Zobacz sekcje od 2.3.2.1 do 2.3.2.4.

##### Użytkownicy

Wszystkie zakłady unieszkodliwiania odpadów.

#### 2.1.1.2 Przyjęcie

##### Cel

Podjęcie decyzji o przyjęciu lub odrzuceniu odpadów po ich przybyciu do zakładu unieszkodliwiania.

##### Zasada działania

Procedury przyjęcia mają na celu potwierdzenie właściwości odpadów, zidentyfikowanych na etapie wstępnej akceptacji.

##### Wsad oraz produkt wyjściowy

Nie dotyczy.



### Opis procesu

Zobacz sekcje od 2.3.2.1 do 2.3.2.4.

### Użytkownicy

Wszystkie zakłady unieszkodliwiania odpadów.

## 2.1.2 Magazynowanie

### Cel

Celem magazynowanie jest bezpieczne przechowywanie odpadów przed ich wykorzystaniem jako surowca do przetwarzania lub bezpieczne magazynowanie po przetworzeniu, jako materiału do ponownego wykorzystania, recyklingu, odzysku energii lub przetworzenia.

### Zasada działania

- Zapewnienie odpowiedniego czasu akumulacji. Na przykład, jeśli istnieje przerwa czasowa pomiędzy obróbką a wysyłką przetworzonych odpadów lub do celów kontroli i inspekcji, lub celem zgromadzenia wystarczającej ilości odpadów, aby w pełni wykorzystać możliwości przetwórcze zakładu unieszkodliwiania itp.
- Rozdzielenie przetwarzania od wysyłki.
- Umożliwienie skutecznego stosowania procedur klasyfikacji podczas okresów przechowywania/akumulacji.
- Umożliwienie ciągłości procesu przetwarzania. Procesy przetwarzania nie są w stanie reagować na nagłe i znaczące zmiany w składzie oraz ilości odpadów, gwarantując jednocześnie wymagany wynik przetwarzania. Z tego powodu należy osiągnąć ujednoczenie właściwości odpadów oraz poziomu zdolności do ich przetwarzania poprzez pośrednie magazynowanie/akumulację odpadów, które mają być przetwarzane.
- Ułatwienie mieszania, łączenia oraz przepakowywania odpadów w razie potrzeby.
- Umożliwienie rozłożonego w czasie wprowadzania różnych odpadów wraz z odczynnikami do poszczególnych procesów przetwarzania.
- Zebranie określonej ilości odpadów przed wysłaniem ich do dalszego przetwarzania.

### Wsuad oraz produkt wyjściowy

Nie dotyczy.

### Opis procesu

#### Od małych opakowań do magazynowania na dużą skalę (przegrupowywanie)

Odpady mogą być sortowane w różny sposób w zależności od ich wysyłki do określonych miejsc usuwania lub przetwarzania. Na przykład małe pojemniki mogą być pakowane do 205-litrowych beczek z wermikulitem jako wypełniaczem celem ułatwienia obsługi oraz transportu. W większych pojemnikach mogą być trzymane poszczególne, już posortowane, rodzaje odpadów i przechowywane na paletach przed ich dalszą wysyłką.

Niektóre odpady mogą być dekantowane oraz magazynowane luzem w większych pojemnikach, na przykład:

- pojemniki laboratoryjne lub małe pojemniki handlowe mogą być ładowane do 205-litrowych beczek lub dużych pojemników do przewozu luzem (IBC);
- odpady z beczek mogą być przenoszone do IBC
- płynna frakcja odpadów z beczek może być dekantowana do IBC;
- może nastąpić dekantacja frakcji wodnej odpadów dwufazowych.

Dekantacja odpadów zmniejsza tonaż materiałów opakowaniowych związanych z dalszym transportem, a także wytwarza spójny zestaw większych jednostek, które można łatwiej przechowywać na miejscu i które są pakowane i etykietowane w sposób gotowy do dalszego transportu. Może to być ważne dla następnego miejsca odbioru odpadów mogącego potrzebować kontrolowanego oraz sprawdzonego wsadu materiałowego do przeprowadzanych procesów.

Jedną z funkcji instalacji do przetworzenia zużytych rozpuszczalników jest gromadzenie i regeneracja małych objętości (beczki, itp.) celem przygotowania ich jako paliwa lub do ponownego użycia.

Celem zakładu przygotowania paliwa ciekłego jest przygotowanie odpadów stabilnych oraz jednorodnych, dostosowanych do indywidualnych potrzeb, odpowiadających wymogom ich ostatecznego wykorzystania (recykling, spalanie lub współspalanie).

#### Transfer materiałów

Następnym etapem dla odpadów może być rekultywacja, przetwarzanie lub unieszkodliwianie, a odpady mogą być przetwarzane na przyległym terenie, w obrębie tego samego kompleksu lub mogą być umieszczane na pojazdach w celu ich dalszego transportu.

Wybór rodzaju transportu zależy od fizycznej postaci materiału. Innymi słowy, transport gazów, cieczy i ciał stałych przeprowadzany jest w ramach różnych technik. Materiały w postaci stałej transportowane są za pomocą przenośników taśmowych, wózków widłowych, ciężarówek, przenośników pneumatycznych, dźwigów, taśmociągów itp. Ciecze oraz materiały półpłynne transportowane są pompami, rurami, przenośnikami taśmowymi, ślimakami, windami itp. a gazy sprężarkami i rurami.

Szczególnie istotna jest obsługa małych partii do około 1 m<sup>3</sup>. W niektórych krajach opracowano systemy segregacji, zbiórki i transportu odpadów (np. system kontenerowy AS w Niemczech).

#### Odzysk pojemników

Tam, gdzie to możliwe, przychodzące pojemniki (beczki, IBC itp.) są ponownie wykorzystywane. Jeśli nie jest to możliwe, są one czyszczone, rozdrabniane lub miażdżone przed odzyskaniem materiału. W ostateczności oczyszczone pojemniki mogą być wysyłane do przetworzenia.

#### Rodzaje magazynowania oraz obiekty magazynowania

Ciecze mogą być przechowywane w zbiornikach i/lub pojemnikach (np. pojemniki szklane, beczki, kontenery), pojemnikach do magazynowania, budynkach magazynowych oraz w składach na otwartym powietrzu (np. ścieki). Substancje stałe mogą być pakowane oraz przechowywane w stertach, workach, worach, silosach czy bunkrach. Odpady stałe mogą być magazynowane w pomieszczeniach zamkniętych, np. w budynkach (z odpowiednim systemem filtrowania oraz oczyszczania gazów spalinowych celem minimalizacji odorów oraz emisji do atmosfery), transportowane za pomocą dźwigu, żurawia jezdnego, przenośnika taśmowego lub silosów (np. cylindrycznych lub umieszczonych równoległe, ze ślimakiem lub taśmową posadzką celem dalszego transportu odpadów w nich zgromadzonych).

Niektóre zakłady mogą przechowywać odpady mieszane lub surowe do czasu przekazania ich do wykorzystania w innym procesie.

Zbiorniki również są wykorzystywane do magazynowania odpadów. Może to być częścią operacji łączenia na średnią skalę celem zapewnienia, że częściowo załadowane cysterny zostaną zapełnione tak, aby zapewnić ich pełne wykorzystanie przed transferem do następnego procesu; lub operacji na dużej farmie zbiorników.

Często magazynowanie w pojemnikach wiąże się z procesami klasyfikacyjnymi, pojemniki są również wyposażone w aparaturę odtłuszczającą do usuwania materiału płynnego oraz aparaturę do odsysania osadów. Jeżeli nie stosuje się procedur klasyfikacyjnych, odpady mogą być poddawane ciągłemu mieszaniu celem zachowania ich jednorodności.

#### Pojemność magazynowa

Pojemność magazynowa jest tak zaprojektowana, aby zapewnić ciągłość pracy. Inne kwestie, które są brane pod uwagę, to ponowne przetwarzanie produktu wyjściowego, jeśli jego jakość nie spełnia wymaganej specyfikacji, oraz częstotliwość wysyłek.

Więcej informacji na temat magazynowania odpadów można znaleźć w sekcji 2.3.13.2.

### **Użytkownicy**

Wszystkie zakłady przetwarzania odpadów.

### 2.1.3 Obsługa

#### Cel

Obsługa oraz opróżnianie przychodzących transportów z odpadami.

#### Zasada działania

Postępowanie z materiałem wymaga prawidłowego opakowania i zabezpieczenia ładunku. Małe ilości pakowane są w łatwe w obsłudze opakowania, np. butelki lub pudełka, a duże ilości w pojemniki o pojemności od 100 do 30 000 litrów. Przed przetworzeniem jednostki/pojemniki są opróżniane. W tym celu niezbędne są odpowiednie urządzenia, np.:

- narzędzia do otwierania;
- urządzenia mocujące oraz chwytaki;
- urządzenia obracające oraz przenoszące.

Proces opróżniania wymaga:

- doświadczonego personelu;
- znajomości materiału/odpadów;
- sprzętu/urządzeń bezpieczeństwa;
- środków/obiektów kontroli emisji;
- odpowiednich oraz łatwych w operowaniu zbiorników magazynowych;
- wcześniej zdefiniowanych miejsc przeznaczenia opróżnionych jednostek/pojemników.

Nadwozia pojazdów transportowych opróżniane są zazwyczaj za pomocą pomp lub na zasadzie samochodu wywrotki. Opróżnianie jest często utrudnione przez sedymentację części stałych, klejących lub utwardzających w odpadach. Może to spowodować konieczność, np. przy opróżnianiu ładunku z samochodów cystern, usunięcia utwardzonych elementów za pomocą odpowiedniego sprzętu lub ręcznie. Opróżnianie może być łatwiejsze, jeśli materiał stały transportowany jest w osobnym pojemniku.

Po opróżnieniu urządzenia/kontenery/nadwozia samochodów są czyszczone niezależnie od ich dalszego użytkowania. Wyjątki od tej zasady można uczynić, jeżeli:

- urządzenia/pojemniki są usuwane jako odpady, a pozostałości kleju zawarte w transportowanych odpadach nie mają znaczenia;
- następane wykorzystanie jest identyczne z poprzednim.

Pozostałości powstałe w wyniku opróżniania, jak również pozostałości po myciu, są traktowane w taki sam sposób jak odpady, chyba że nie jest to możliwe ze względu na ich stan fizyczny. Na przykład osad pochodzący z odseparowania paliwa lub oleju może być przetwarzany i odzyskany częściowo poprzez proste procedury mycia, natomiast faza wodna musi być poddana obróbce fizyczno-chemicznej. Mycie odbywa się zwykle przy użyciu wody. Efekt ten może być wzmocniony poprzez ciśnienie (do 100 barów), temperaturę (do 80°C), dodanie rozpuszczalników i/lub środków powierzchniowo czynnych.

#### Wsad oraz produkt wyjściowy

Nie dotyczy.

#### Opis procesu

Poniżej podano kilka przykładów poszczególnych etapów procesu.

##### Rozładunek odpadów płynnych

Po zaakceptowaniu odpadów płynnych przeprowadzana jest ich sedymentacja. Odpady płynne dostarczane są w kontenerach, cysternach lub w pojazdach do ich przewozu. W przypadku dostawy w kontenerach są one odbierane z taśmy transportowej za pomocą urządzenia przeładunkowego, transportowane do wstępnie wybranego basenu odbiorczego i tam półautomatycznie opróżniane. Większe objętościowo cząstki stałe są usuwane i gromadzone w

pojemnikach. Frakcja płynna jest zlewana do osadnika. Wybór osadnika następuje za pomocą systemu kontroli.

Jeśli odpady dostarczane są w cysternach lub za pomocą pojazdów do ich transportu, wjeżdżają do strefy opróżniania, a zbiorniki są podłączane do filtra sitowego za pomocą przewodu rurowego. Odpady płynne przepływają ze zbiorników poprzez rurę do filtra sitowego, gdzie usuwane są gruboziarniste zanieczyszczenia (np. rękawice i ściereczki). Elementy metalowe usuwane są za pomocą separatora magnetycznego. W ten sposób oczyszczona płynna frakcja odpadu jest następnie przesyłana do osadnika wybranego wstępnie przez system sterowania.

#### Automatyczny rozładunek beczek

Automatyczne stanowisko rozładunkowe służy do rozładunku odpadów z beczek cylindrycznych bez ingerencji człowieka, co pozwala uniknąć wypadków, np. podczas postępowania z odpadami niebezpiecznymi. Skraca to również czas, w którym odpady unieszkodliwione pozostają na miejscu oraz optymalizuje proces czyszczenia pojemników. Stacja rozładunkowa zawiera następujące elementy:

- Stacja transportu beczek napędzana silnikiem pneumatycznym. Beczki transportowane wózkiem widłowym umieszczone są na zestawie przenośników z rolkami napędzanymi silnikiem, dzięki czemu są one kierowane do stacji chwytakowej.
- Stanowisko chwytakowe do beczek wyposażone w zacisk hydrauliczny. Zacisk wyposażony jest w trzy uchwyty rozmieszczone wzdłuż obwodu bębnow i pozwala skierowanie beczek do różnych terminali stacji.
- Stacja do cięcia, skrobienia, mycia oraz usuwania osadu z dna beczki. Usuwanie odpadów półpłynnych (ciastowatych) zapewniają dwa równoległe pionowe pręty tworzące literę H, z których jeden ociera się o wewnętrzną obudowę beczki. Kształt górnej części prętów dostosowany jest do zbierania gęstej materii. Mycie bębnow, zgodnie z zasadą wysokiego ciśnienia/niskiego współczynnika przepływu, pozwalające na zmniejszenie zużycia wody, zapewniają dysze umieszczone wewnątrz metalowych osłon.
- Stacja do wysokociśnieniowego czyszczenia oraz skrobienia ścianek beczek. Po oczyszczeniu beczki ściskane są przez dwa siłowniki w kierunku ich największych wymiarów. Zapewnione są odpowiednie osłony, aby uniknąć rozprysków na zewnątrz. Sprasowane beczki są następnie kierowane do pojemnika zbiorczego za pomocą przenośnika rolkowego.
- Stacja do prasowania oraz zdejmowania oczyszczonych beczek.
- Kabina kontrolna operatora.
- Zapobieganie emisji LZO. Lotne związki organiczne emitowane przez stacje tnące, przetwarzania oraz mycia zbierane są przez okapy podłączone do urządzenia wentylacyjnego i poddawane obróbce w spalarni.

#### Belowanie (prasowanie)

W niektórych zakładach stosuje się tzw. belowanie ze względu na zdezagregowany charakter niektórych rodzajów odpadów (czasami konieczne jest sprasowanie odpadów, aby ułatwić ich wykorzystanie w następnym procesie). Aby spakować odpady w odpowiedni kształt używane są maszyny ściskające.

Belowanie jest również stosowane do produkcji stałych odpadów komunalnych, które mają być wykorzystane jako paliwo, a także do produkcji beli z tworzyw sztucznych, papieru oraz metalu. Rozmiar oraz kształt beli są zazwyczaj optymalizowane pod kątem transportu oraz ponownego wykorzystania. Więcej informacji na temat postępowania z odpadami znajduje się w sekcji 2.3.13.3.

#### **Użytkownicy**

Wszystkie zakłady unieszkodliwiania odpadów.

#### **Literatura źródłowa**

[37. Syke 2003], [14. Eucopro 2003], [18. WT TWG 2004]

### 2.1.4 Łączenie i mieszanie

Odpady, po wyprodukowaniu, są w zasadzie trzymane oddzielnie od innych odpadów. Powodem jest fakt, że przetwarzanie odpadów jednorodnych jest na ogół łatwiejsze niż niejednorodnych. Jednak w pewnych warunkach różne rodzaje odpadów mogą być przetwarzane równie dobrze, a czasami nawet lepiej, jeśli są połączone. W niniejszej sekcji omówiono zasady, które mogą być stosowane w odniesieniu do tego, kiedy łącznie/mieszanie może być dozwolone i na jakich warunkach może być przeprowadzane. Celem niniejszego dokumentu nie jest jednak dalsze dopracowanie istniejących przepisów dotyczących łączenia i mieszania odpadów, takich jak przepisy zawarte w dyrektywie 2008/98/WE w sprawie odpadów i dyrektywie 1999/31/WE w sprawie składowania odpadów.

#### Cel

Ze względu na heterogeniczny charakter odpadów, łączenie i mieszanie są wymagane w większości operacji obróbki odpadów celem zagwarantowania jednorodnego i stabilnego wsadu surowcowego, który będzie ostatecznie przetwarzany.

Termin "łączenie" jest używany bardziej do mieszania cieczy niż do mieszania ciał stałych, chyba że mamy do czynienia z mieszaniem ciał stałych oraz cieczy. Termin "mieszanie" jest stosowany bardziej w odniesieniu do materiałów stałych i półstałych (np. materiałów w postaci pasty).

#### Zasada działania

Niektóre rodzaje odpadów będą wymagały wcześniejszego łączenia lub zmieszania przed przetwarzaniem. Na przykład ilość danych składników w poszczególnych partiach odpadów może się znacznie różnić. Dotyczy to w szczególności większości komercyjnych zakładów przetwarzania odpadów. Mieszanie może zmniejszyć te różnice do zakresu, który nie spowoduje spadku wydajności kolejnych procesów przetwarzania. Kwestii tej nie należy jednak mylić z rozcieńczaniem, gdyż łączenie i mieszanie jest procesem przeprowadzanym, ponieważ wymogi techniczne danego zakładu unieszkodliwiania odpadów wymagają zagwarantowania jednorodnego i stabilnego materiału wsadowego, a nie stosowania technologii ułatwiających przyjęcie odpadów. Na przykład w przypadku przetwarzania biologicznego, łączenie lub mieszanie dwóch lub więcej rodzajów odpadów stosowane jest celem osiągnięcia optymalnego stosunku węgla do azotu (C:N), jak również celem zmniejszenia wydzielania odorów podczas przetwarzania oraz magazynowania.

Podstawowe zasady regulujące łączenie/mieszanie odpadów są następujące:

- Zakazane jest mieszanie substancji, które silnie ze sobą reagują (wytwarzając ciepło, powodując pożar lub powstawanie gazów), lub substancji wybuchowych. Mieszanie nie może prowadzić do zwiększonego zagrożenia dla zdrowia ludzkiego i środowiska, ani podczas samej operacji mieszania, ani podczas późniejszego procesu przetwarzania. Oznacza to, że przed połączeniem odpadów ocenia się, czy może być ono dokonane w sposób bezpieczny. Można to osiągnąć poprzez przeprowadzenie testów kompatybilności przed mieszaniem/łączeniem dla każdego rodzaju odpadów (patrz sekcja 2.3.2.8).
- W przypadku mieszania ma być zagwarantowana identyfikowalność odpadów niebezpiecznych (patrz sekcja 2.3.2.5).
- Mieszanie odpadów nie może prowadzić do niższej efektywności ich przetwarzania niż najlepszy możliwy poziom zagospodarowania odpadów lub do zastosowania nieekologicznego gospodarowania odpadami. Oznacza to na przykład, że jeżeli operacja odzysku jest minimalnym wymogiem przetwarzania, mieszanie odpadów z innymi odpadami celem skierowania mieszaniny do jakiegokolwiek unieszkodliwiania nie jest dopuszczalne. Na przykład mieszanie odpadów płynnych lub medycznych z innymi odpadami w celu magazynowania jest niedozwolone. Mieszanie odpadów o zawartości TZO powyżej niskiej zawartości TZO (określonej w traktatach bazylejskim i sztokholmskim) z innym materiałem wyłącznie celem wytworzenia mieszanki o

zawartości TZO poniżej określonej niskiej zawartości TZO jest niedozwolone, ponieważ nie jest to rozwiązanie przyjazne dla środowiska.

- Mieszanie odpadów nie może prowadzić do szkodliwego rozproszonego rozprzestrzeniania się substancji niebezpiecznych dla środowiska. Skutki rozproszonego rozprzestrzeniania się zależą od rodzaju oraz stężenia substancji niebezpiecznych dla środowiska w połączeniu z wybraną drogą przetwarzania, występującymi emisjami oraz jakością i celem uwolnionych pozostałości. Podsumowując, należy ocenić, jakie są negatywne skutki przetwarzania danych substancji niebezpieczne dla środowiska w odniesieniu do emisji do gleby, wody, powietrza lub dla pozostałości z procesu przetwarzania, oraz w jaki sposób te negatywne skutki mają się do skutków środowiskowych innej metody przetwarzania.

### **Wsad oraz produkt wyjściowy**

Dotyczy odpadów stałych i płynnych. Produkt wyjściowy może być zarówno w fazie stałej jak i ciekłej.

### **Opis procesu**

Wyposażenie techniczne do łączenia lub mieszania odpadów zależy głównie od stopnia zagęszczenia substancji, które mają być łączone lub mieszane, pożądanego stopnia jednorodności wynikającego z mieszania, potencjału odpadów i dodatków, które mają być mieszane, oraz od przewidywanych reakcji i produktów reakcji wynikających z łączenia lub mieszania. Stosowane są różne typy mieszadeł (mieszadła śmigłowe, turbo, łopatkowe, ślimakowe, walcowe, bębnowe, grawitacyjne itp.). Zasadniczo technikę tą można podzielić na mieszanie statyczne oraz dynamiczne. Mieszalniki statyczne łączą lub mieszają substancje poprzez turbulencje jako rezultat przepływu odpadów i dodatków, np. kaskady. Mieszadła dynamiczne wytwarzają turbulencje, np. poprzez ruch obrotowy śmigła lub poprzez obrót pojemnika. Poniżej podano przykłady niektórych urządzeń:

#### Odpady stałe lub pastopodobne

- Ugniataрка może być stosowana w przypadkach, gdy składniki, które mają być zmieszane, są dostępne w bardzo lepkiej, plastikowej lub pastopodobnej formie, bez żadnych materiałów o dużych rozmiarach. Mieszanina jest rozdzielana, rozciągana i ponownie łączona za pomocą narzędzi ugniatających, które poruszają się przeciwsośnie.
- Mieszalnik z wymuszonym napowietrzaniem jest zazwyczaj używany począwszy od odpadów pastopodobnych aż do gruboziarnistych.
- Mieszadła ślimakowe i/lub pługowo-korbowe są zazwyczaj używane do mieszania odpadów ziarnistych, sypkich lub włóknistych. Są one również wykorzystywane do produkcji aglomeratów.
- Do suchych, drobnoziarnistych i sypkich odpadów, które nie różnią się między sobą, szczególnie pod względem wielkości cząstek lub gęstości, może być stosowana mieszarka wolnospadowa.

#### Płyny, pasty oraz odpady pompowalne

- Mieszadła stosowane są przede wszystkim do produkcji optymalnej mieszanki odpadów płynnych lub pastopodobnych. W niektórych przypadkach technika ta pozwala również uniknąć separacji.
- Zbiorniki (w razie potrzeby z mieszadłami) mogą homogenizować odpady płynne lub pastopodobne w ramach przygotowania do wprowadzenia do zakładu. Jako środek magazynowania, zbiorniki pomagają również łączyć wiele małych partii w większe jednostki transportowe.
- Do wszystkich metod transportu odpadów płynnych lub podobnych do past stosowane są pompy, np. do opróżniania zbiorników w śmieciarkach. W procesie tym mogą być również mieszane różne rodzaje cieczy.

Poniżej przedstawiono kilka przykładowych zasad łączenia i mieszania stosowanych do niektórych rodzajów procesów oraz odpadów.

#### Przetwarzanie odpadów zanieczyszczonych TZO

Łączenie i mieszanie odpadów do odzysku może być dozwolone, jeżeli stężenie TZO nie przekracza niskiej zawartości TZO określonej w traktatach bazylejskim i sztokholmskim oraz

w rozporządzeniu (WE) nr 850/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. dotyczącym trwałych zanieczyszczeń organicznych. Jednakże mieszanie odpadów na takie cele jak oczyszczanie gleby, przygotowywanie pasz dla zwierząt, przygotowywanie nawozów itp. może być zabronione, nawet jeśli nie zostanie przekroczona niska zawartość TZO. Dopuszczalne jest oddzielenie TZO od innych odpadów, pod warunkiem, że uzyskana substancja jest następnie przetwarzana bez zbędnej zwłoki w taki sposób, aby zapewnić jej zniszczenie lub nieodwracalne przekształcenie.

### Metale ciężkie

Po uwzględnieniu podstawowych zasad łączenia i mieszania, właściwe organy mogą ustalić maksymalne dopuszczalne stężenia w odpadach przeznaczonych do spalania lub współspalania. Emisje lotnych metali ciężkich, takich jak rtęć, kadm, tal, ołów, arsen i antymon do atmosfery pojawiają się, gdy odpady zawierające takie składniki będą wykorzystywane w piecach cementowych oraz elektrowniach. Właściwe organy mają zapewnić aby emisje były poniżej maksymalnych poziomów stężenia poprzez określenie niższego poziomu stężenia w pozwoleniu na łączenie i mieszanie, jeżeli jest to konieczne ze względu na kryteria przyjęcia przez zakład odbierający. Należy dokonać rozróżnienia pomiędzy stężeniami dopuszczalnymi do mieszania a stężeniami ustalonymi celem określenia dopuszczalnych wartości granicznych emisji do atmosfery.

### **Użytkownicy**

Powyższe operacje mają miejsce we wszystkich działaniach związanych z przetwarzaniem odpadów (obróbka biologiczna, przygotowanie paliwa, przetwarzanie zanieczyszczonych gleb, rafinacja olejów odpadowych itp.) i czasami są specyficzne dla danego zakładu unieszkodliwiania odpadów.

### **Literatura źródłowa**

[38. UBA Niemcy 2012], [39. WFD 98/EC 2008], [40. Dyrektywa 1999/31/WE 1999]

## **2.1.5 Przetwarzanie odpadów laboratoryjnych**

### **Cel**

Identyfikacja różnych rodzajów odpadów laboratoryjnych celem ich właściwego przetwarzania.

### **Zasada działania**

Odpady laboratoryjne to zasadniczo substancje gromadzone w małych pojemnikach, na przykład o pojemności mniejszej niż pięć litrów. Zazwyczaj zawierają czyste pierwiastki oraz związki chemiczne pochodzące z laboratoriów lub powstają, gdy magazyny laboratoryjne są oczyszczane. Większość operatorów oferuje usługę pakowania i odbioru odpadów laboratoryjnych.

Odpady laboratoryjne najczęściej są sortowane i pakowane luzem do beczek (np. 205-litrowych lub o innych rozmiarach w zależności od dalszej obróbki) albo umieszczane w wyznaczonych zamkniętych budynkach z wentylacją oraz ognioszczelnym oświetleniem, albo w zadaszonych obszarach otwartych.

Substancje, które mają być poddane obróbce, są ręcznie sortowane i przepakowywane, w razie potrzeby rozdrabniane, kondycjonowane i przekazywane do zakładów przetwarzania wewnętrznych i/lub zewnętrznych.

### **Opis procesu**

Proces składa się z trzech oddzielnych części:

- Sortowania chemikaliów. Jest to przeprowadzane za pomocą kabiny sortującej i urządzenia zasysającego przeznaczonego do oddzielania chemikaliów laboratoryjnych przeznaczonych dla różnych ścieżek technologicznych (np. recykling, przetwarzanie (spalanie), magazynowanie w składowiskach podziemnych).

- Łączenia małych objętości celem stworzenia większych partii (rozpuszczalniki lub kwasy). Są one następnie usuwane w spalarni wysokotemperaturowej lub podlegają odzyskowi we własnej oczyszczalni fizyczno-chemicznej. W kolejnym etapie procesu opróżnione pojemniki są myte celem ich ponownego wykorzystania lub odzysku materiału.
- Obróbki środków ochrony roślin, substancji reaktywnych oraz substancji o intensywnym odorze w specjalnej kabinie.

### Użytkownicy

Zakłady przetwarzające odpady niebezpieczne z gospodarstw domowych, uniwersytetów, laboratoriów, firm itp.

## 2.1.6 Oczyszczanie oraz mycie

### Cel oraz zasada działania

Mycie oraz czyszczenie pojazdów i zbiorników/pojemników.

### Wsad oraz produkt wyjściowy

Nie dotyczy.

### Opis procesu

Po dostarczeniu i opróżnieniu pojazdy/konstrukcje oraz zbiorniki/pojemniki są czyszczone na miejscu (np. w uzgodnieniu z przedsiębiorstwem transportowym) lub poza nim, z wyjątkiem przypadków, gdy zbiorniki/pojemniki są wyrzucane, zalegające w nich resztki nie są szkodliwe lub gdy konstrukcje, pojemniki lub kontenery są wykorzystywane do ponownego transportu podobnych odpadów.

Ze względu na wiele różnych rodzajów bębnow/pojemników/konstrukcji, czyszczenie odbywa się ręcznie przy użyciu urządzeń natryskowych, wysokociśnieniowych urządzeń do płukania lub technik szczotkowania oraz zamiatania. Czyszczenie może być wykonywane na terenie zakładu lub poza nim, celem zagwarantowania ponownego użycia beczek/pojemników/konstrukcji. Czyszczenie na terenie zakładu odbierającego jest ważne, gdy chcemy zapobiec przenoszeniu substancji. Może to mieć kluczowe znaczenie, na przykład, gdy limit adsorbowalnych związków chloroorganicznych (AOX) w ściekach wynosi 1 mg/ltr (na stężenie to mogą mieć wpływ pozostałości w zbiornikach zawierające AOX). Regularne czyszczenie jest również ważne w celu uniknięcia odoru, kurzu, itp. Zazwyczaj ścieki z takiego mycia są oczyszczane oddzielnie od innych ścieków.

Urządzeniem do czyszczenia pojemników może być automatyczna instalacja, która czyści je z zewnątrz oraz wewnątrz. Proces czyszczenia jest sterowany komputerowo za pomocą bezdotykowych czujników. Ruchy robocze urządzeń chwytających wykonywane są hydraulicznie. Urządzenia czyszczące zasilane są wodą przez pompy wysokociśnieniowe. Woda do mycia jest przepuszczana w zamkniętej pętli przez istniejący system jej uzdatniania i mogą być dodawane do niej inne środki, takie jak środki powierzchniowo czynne, w celu ułatwienia procesu czyszczenia. Ważne jest, aby rozważyć sposób reagowania odpadów na środki myjące przed oczyszczeniem jakiegokolwiek pojemnika. Tabela 2.2 przedstawia przegląd etapów czyszczenia oraz mycia.



Tabela 2.2: Etapy czyszczenia i mycia

Technika	Cel	Zastosowanie
Czyszczenie	Usunąć zanieczyszczenia, które w przeciwnym razie uniemożliwiłyby odzysk z materiałów odpadowych	Kondensatory i transformatory zawierające PCB
Mycie	Mycie może umożliwić ponowne użycie beczek w zakładzie lub ich sprzedaż. Operacje mycia beczek często nie obejmują żadnej innej czynności niż mycie i sedymentacja. Wiele zakładów myje filtry oleju i dostarcza półoczyszczoną frakcję metalową do recyklingu.	Większość oczyszczalni wyposażona jest w urządzenie do mycia cystern samochodowych, które umożliwia usuwanie z nich pozostałości. Może być stosowane do zbiorników magazynowych oraz beczek. Zakłady przetwarzania fizyczno-chemicznego.
Sedymentacja	Składniki stałe w obrębie odpadów płynnych są oddzielane, a odpady są wstępnie przygotowywane do dalszego przetworzenia	Przygotowanie płynnego paliwa odpadowego
Źródło: [11. WT TWG 2003], [14. Eucopro 2003], [18. WT TWG 2004], [35. VROM 2004], [36. UBA Niemcy 2004]		

**Użytkownicy**

Wszystkie zakłady unieszkodliwiania odpadów.

**2.1.7 Zmniejszanie gabarytów odpadów stałych****Cel**

Dostosowanie granulometrii odpadów stałych do wymagań ich dalszego przetwarzania lub ekstrakcji, gdy są one trudne do pompowania lub dekantacji, oraz do zmniejszenia wielkości cząstek i uczynienia ich jednorodnymi.

**Zasada działania**

Techniki stosowane w instalacjach to rozdrabnianie, przesiewanie, frakcjonowanie, kondycjonowanie i konfekcjonowanie. Stosowane są rozdrabniacze wolnoobrotowe, młotkowe oraz rozdrabniacze dedykowane (patrz sekcja 3.1.1).

**Wsad oraz produkt wyjściowy**

Produkt wejściowy może składać się z plastikowych lub metalowych beczek, filtrów olejowych, stałych odpadów komunalnych, stałych odpadów masowych, odpadów drewna, aerozoli i szkła. Produkt wyjściowy może być wykorzystywany do odzysku energii.

**Opis procesu**

Niektóre przykłady podano poniżej:

**Rozdrabnianie**

Instalacja do przetwarzania składa się z rozdrabniacza do rozdrabniania pustych, półpustych i pełnych pojemników o pojemności od 1 litra do 1000 litrów. System wsadowy współpracuje z elektronicznie sterowaną ładowarką. Rozdrabniacz umieszczony jest w odpornym na skoki ciśnienia kanale o wysokości 12 metrów z powierzchnią wyładowniczą na górze. Pojemniki są transportowane za pomocą elektrycznej ładowarki rolkowej przez otwarte drzwi do rozdrabniacza. Następnie drzwi zamykają się, a proces rozdrabniania rozpoczyna się automatycznie. W następnym etapie rozdrobniony materiał spada do zbiornika, który po

całkowitym napełnieniu jest transportowany z kanału do dalszych etapów obróbki. W stosownych przypadkach, uwolnione spaliny są zbierane oraz przesyłane do systemu redukcji emisji. Inne

urządzenia zabezpieczające to dwuwarstwowa, sprawdzana próżniowo folia polietylenowa o wysokiej gęstości na dnie oraz automatyczne zalewanie azotem i wodą w zamkniętym kanale.

#### Rozkruszanie kriogeniczne

Rozkruszanie kriogeniczne jest zabiegiem polegającym na rozdrobieniu i przesiewaniu głęboko schłodzonych pełnych oraz pustych opakowań w atmosferze obojętnej. Celem jest rozdzielanie zużytych opakowań po farbach malarskich, farbach drukarskich i podobnych substancjach na frakcje, np. do stosowania jako paliwo oraz jako metale wtórne i tworzywa sztuczne, przy jednoczesnym ograniczeniu emisji związków lotnych ze względu na zastosowane niskie temperatury. Pierwsza operacja polega na oddzieleniu frakcji płynnej od stałej. Frakcja stała jest następnie przetwarzana poprzez mielenie, przesiewanie i oddzielanie metali w temperaturach od  $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $196\text{ }^{\circ}\text{C}$  (zazwyczaj przy użyciu ciekłego azotu). W tych temperaturach materiały stają się kruche i możliwa jest ich łatwa separacja przy użyciu klasycznych narzędzi.

W przetwarzaniu kriogenicznym zużytych opakowań po farbach i podobnych materiałach uwzględnia się następujące etapy:

- Rozdrabnianie w rozdrabniaczu oraz przedmuchiwanie azotem. Frakcja płynna (np. resztki farby) jest oddzielana przez przesiewanie.
- Obróbka kriogeniczna (głębokie chłodzenie) ciekłym azotem ( $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Dzięki tej obróbce materiał twardnieje, a dzięki różnym współczynnikom rozszerzalności poszczególnych składników zmniejsza się jego związanie.
- Rozdzielenie opakowań (np. metalowych i plastikowych) od ich zawartości (np. resztek malarskich) za pomocą młynka młotkowego i sita wibracyjnego.
- Zbieranie frakcji metalu do ponownego wykorzystania poprzez separację ferromagnetyczną.
- Dodanie trocin do osadu jako środka adsorpcyjnego celem utwardzenia. Frakcja plastiku i osad są przekazywane do recyklingu jako paliwo.

Dzięki obojętnej atmosferze panującej podczas procesu rozdrabniania, ryzyko wybuchów jest zminimalizowane. Frakcja szlamu jest przygotowywana do wykorzystania jako paliwo. W porównaniu z bezpośrednim spalaniem takich odpadów, odzysk energii jest wyższy, ponieważ przed spaleniem eliminowane są metale. Separacja innych materiałów, np. metali czy tworzyw sztucznych, umożliwia ich ponowne zastosowanie.

Energia elektryczna jest niezbędna w procesie kriogenicznym oraz do produkcji azotu. Mogą być generowane emisje do atmosfery, np. lotne związki organiczne (LZO). W celu zmniejszenia emisji LZO do atmosfery, gazy odlotowe są gromadzone i oczyszczane za pomocą filtra z węglem aktywnym. Emisje resztkowe LZO szacuje się na  $0,06\text{ kg/t}$  zużytych odpadów opakowaniowych.

Produktem końcowym operacji są odpady organiczne w postaci proszku, metali, metali nieżelaznych i tworzyw sztucznych. Zużycie energii elektrycznej w procesie kriogenicznym wynosi około  $31\text{ kWh/t}$  zużytych odpadów opakowaniowych. Ilość zużytego azotu wynosi około  $0,67$  tony na tonę zużytych odpadów opakowaniowych. Jako adsorbent do osadów ściekowych stosuje się trociny. Zużyta ilość wynosi około  $170\text{ kg/t}$  odpadów. Zastosowane trociny są materiałem odpadowym, co oznacza oszczędność materiałów pierwotnych.

#### Kruszenie szkła

Szkło szyby zewnętrznej jest laminowane poli(maślanem winylu) PVB, który jest usuwany w procesie wstępnego kruszenia i wysyłany na składowisko odpadów. Operacja kruszenia szkła obejmuje szkło komunalne i przemysłowe. W zakładach rozdrabniających zazwyczaj nie przetwarza się szkła powlekanego pochodzącego z urządzeń elektronicznych.

#### **Użytkownicy**

Redukcja wielkości cząstek odpadów jest stosowana przez szeroką gamę zakładów ich przetwarzania.

### Literatura źródłowa

[\[14. Eucopro 2003\]](#), [\[18. WT TWG 2004\]](#), [\[35. VROM 2004\]](#)

### 2.1.8 Inne niż normalne warunki pracy

Przy stosowaniu procesów opisanych powyżej, w niniejszym rozdziale lub opisanych później w rozdziałach 3-5, zakłady przetwarzania odpadów mogą doświadczać innych niż normalne warunków pracy. Warunki inne niż normalne warunki pracy są bardzo zróżnicowane w całym sektorze odpadów i mogą obejmować:

- rozruch zakładu;
- likwidację zakładu;
- chwilowe przestoje (które, na przykład, mogą być spowodowane spalaniem w zakładach dokonujących beztlenowego przetwarzania bioodpadów lub powtórnej rafinacji oleju odpadowego);
- wycieki (takie jak wycieki w procesach biologicznych, ulotne emisje metanu w zakładach przeprowadzających beztlenowe przetwarzanie bioodpadów, uszkodzenie wiązki retencyjnej, przepełnienie zbiornika itp.);
- deflagracje w przypadku przetwarzania mechanicznego spowodowane niezamierzonym wprowadzeniem do obróbki materiałów łatwopalnych lub wybuchowych (patrz punkt 3.1.2.1.1.1);
- wadliwe działanie lub awaria sprzętu służącego do redukcji emisji lub części tego sprzętu (na przykład filtr tkaninowy silosu z pyłem nie działa);
- wadliwe działanie przyrządów związanych z kontrolą procesu lub wykorzystywanych do monitorowania emisji (np. wadliwe wskazania);
- testowanie nowych urządzeń;
- kalibracja system monitorującego;
- testowanie nowego rodzaju odpadów lub nowego procesu ich przetwarzania.

W stosownych przypadkach w rozdziałach 3-5 podano więcej szczegółów dotyczących procesów przetwarzania odpadów.

### Literatura źródłowa

[\[41. WT TWG 2014\]](#)

## 2.2 Aktualne poziomy emisji oraz zużycia

### 2.2.1 Ogólne informacje na temat gromadzenia danych

W tej części podsumowano dane dotyczące poszczególnych instalacji zebrane w trakcie gromadzenia danych w procesie przeglądu dokumentu BREF [\[42. WT TWG 2014\]](#).

Ogółem 338 zakładów w całej Europie przedłożyło wypełnione kwestionariusze do Europejskiego Biura Zintegrowanego Zapobiegania Zanieczyszczeniom i ich Kontroli (EIPPCB). Następnie EIPPCB wysłała do technicznej grupy roboczej liczne wnioski o wyjaśnienia i dodatkowe informacje, w wyniku czego wprowadzono wiele poprawek. Około 9 kwestionariuszy zostało odrzuconych, ponieważ informacje na temat przetwarzania odpadów w nich zawarte nie wchodziły w zakres niniejszego dokumentu BREF lub też kwestionariusz zawierał zbyt mało danych.

Tabela 2.3 przedstawia przegląd zakładów, które brały udział w zbieraniu danych.

**Tabela 2.3: Przegląd zakładów uczestniczących w zbieraniu danych**

Lokalizacja	Ilość zakładów	Udział procentowy
Austria	26	7.9 %
Belgia	14	4.0 %
Czechy	2	0.6 %
Niemcy	75	22.8 %
Dania	11	3.0 %
Grecja	1	0.3 %
Hiszpania	26	7.9 %
Finlandia	8	2.4 %
Francja	45	14.9 %
Irlandia	3	0.9 %
Włochy	26	7.6 %
Holandia	21	6.4 %
Norwegia	4	1.2 %
Polska	5	1.5 %
Portugalia	5	1.5 %
Rumunia	2	0.6 %
Szwecja	8	2.4 %
Wlk. Brytania	47	14.0 %
<b>Razem</b>	<b>329</b>	<b>100.0 %</b>

Wymienione 329 zakładów określa się w dalszej części dokumentu jako "zakłady referencyjne" lub jako należące do "wykazu referencyjnego" (patrz załącznik 9.1).

W celu ułatwienia zbierania danych oraz ich późniejszej analizy przetwarzanie odpadów (a co za tym idzie działalność zakładów) zostało podzielone zgodnie z poniższym wykazem:

- przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych;
- przetwarzanie mechaniczne odpadów o wartości opałowej;
- przetwarzanie mechaniczne WEEE włączywszy w to sprzęt chłodniczy (lodówki itp.);
- tlenowe przetwarzanie odpadów biologicznych (bioodpadów) segregowanych u źródła;

- beztlenowe przetwarzanie bioodpadów;
- mechaniczno-biologiczne przetwarzanie zmieszanych odpadów stałych zawierających bioodpady;
- przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody;
- łączenie/mieszanie;
- immobilizacja (stabilizacja i zestalanie) odpadów stałych i/lub półpłynnych;
- fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej;
- powtórna rafinacja oraz inne czynności przygotowujące oleje odpadowe do ponownego użycia;
- przetwarzanie zanieczyszczonej gleby;
- regeneracja zużytych rozpuszczalników;
- regeneracja / odzysk składników ograniczających zanieczyszczenia / pozostałości z oczyszczania gazów spalinowych (FGT)
- przetwarzanie odpadów zawierających rtęć;
- regeneracja kwasów i zasad;
- przetwarzanie odpadów zawierających trwałe związki organiczne (TZO);
- odzysk składników z katalizatorów;
- tymczasowe magazynowanie odpadów niebezpiecznych;
- przepakowywanie odpadów niebezpiecznych;
- inne rodzaje przetwarzania odpadów.

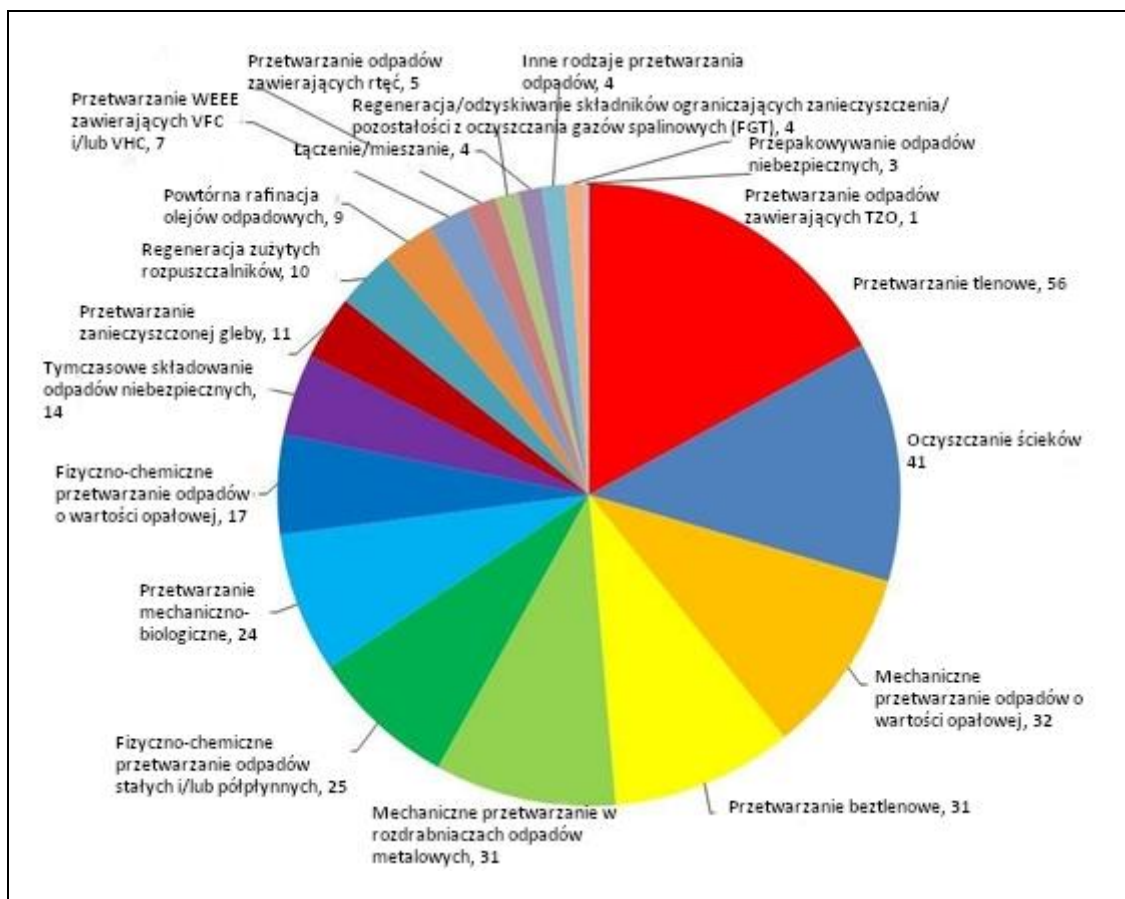
Ponieważ w niektórych zakładach występuje więcej niż jedna kombinacja procesów przetwarzania odpadów/typu dostarczanych odpadów, 329 zatwierdzonych kwestionariuszy zawiera łącznie 475 kombinacji.

Ponadto każdy zakład może mieć więcej niż jeden punkt emisji do atmosfery i/lub więcej niż jeden punkt emisji do wody, przy czym każdy z nich może odpowiadać jednemu lub kilku rodzajom działalności (tj. połączeniu procesów przetwarzania odpadów/typu dostarczanych odpadów) danej instalacji. Zatem 329 kwestionariuszy odpowiada łącznie 483 punktom emisji (te punkty emisji wymienione są w dalszej części dokumentu w następujący sposób: Punkt emisji-1, Punkt emisji-2 itd.).

Po weryfikacji oraz korekcie kwestionariuszy a także w celu umożliwienia analizy danych, każdy zakład został sklasyfikowany zgodnie ze swoją główną działalnością w zakresie przetwarzania odpadów, co należy rozumieć jako działalność prowadzącą do największej emisji.

Rozmieszczenie zakładów w oparciu o tę klasyfikację pokazano na ilustracji 2.1.

Spośród punktów emisji 19 % związanych jest z mechanicznym przetwarzaniem odpadów, 36 % z biologicznym, a 40 % z fizyczno-chemicznym. Pozostałe 5 % dotyczy wspólnych procesów przetwarzania, takich jak tymczasowe magazynowanie, przepakowywanie oraz łączenie/mieszanie, a także kilku zakładów wykonujących inny rodzaj działalności.



Ilustracja 2.1: Lokalizacja zakładów, które uczestniczyły w gromadzeniu danych

## 2.2.2 Ogólne informacje na temat poziomów emisji

Informacje na temat poziomów emisji oraz konsumpcji podane są w rozdziałach 3-5 dla każdej kombinacji przetwarzania odpadów. Celem niniejszej sekcji nie jest powtórzenie tych informacji, lecz przedstawienie przekrojowego przeglądu głównych zanieczyszczeń uwalnianych do atmosfery w całym sektorze przetwarzania odpadów, celem zrozumienia względnego znaczenia różnych sektorów dla danego zanieczyszczenia. Więcej szczegółów, takich jak system monitorowania i stosowane normy w monitorowaniu, można znaleźć w sekcji 2.3.3 oraz w rozdziałach 3-5.

Jeśli chodzi o emisje do wody to, celem uniknięcia powtórzeń w niniejszym dokumencie, odsyłamy do sekcji 5.7, która obejmuje najbardziej znaczące emisje do wody w sektorze przetwarzania odpadów.

W dokumencie tym wartości stężenia dla emisji do atmosfery i emisji do wody dostarczane są za pośrednictwem gromadzenia danych [42, WT TWG 2014] przedstawiane są w następujący sposób:

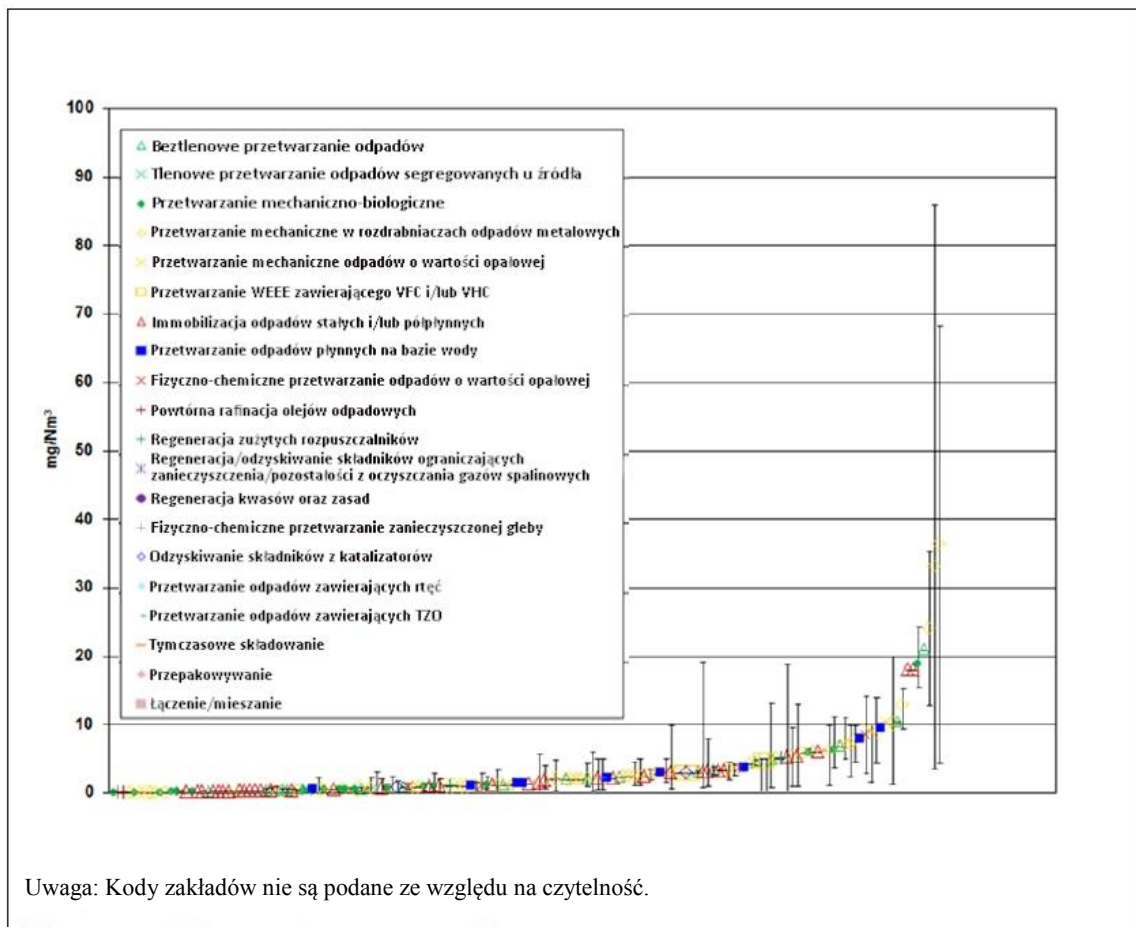
- W tabelach:
  - monitorowanie okresowe: średnia z trzech lat referencyjnych dla dostarczonych danych;
  - monitorowanie ciągłe i 24-godzinna próbka złożona proporcjonalna do przepływu (w wodzie): najwyższe podane wartości średnich.
- Na ilustracjach:

- monitorowanie okresowe: powierzchnie reprezentują średnią z trzech lat referencyjnych, paski błędów przedstawiają wartości minimalne oraz maksymalne z trzech lat referencyjnych;
- monitorowanie ciągłe i 24-godzinna próbka złożona proporcjonalna do przepływu (w wodzie): powierzchnie reprezentują maksymalne średnie wartości podane w ciągu trzech lat referencyjnych, paski błędów reprezentują minimalne i maksymalne wartości podane w ciągu trzech lat referencyjnych.

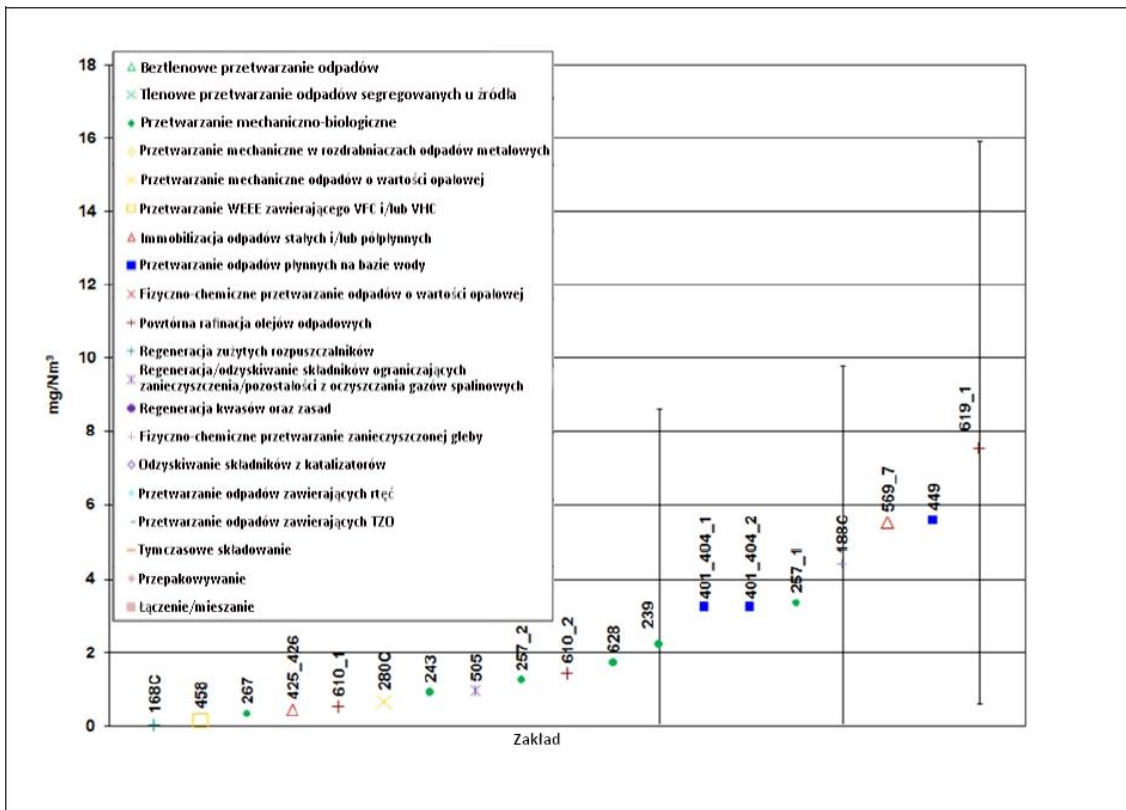
### 2.2.2.1 Emisja pyłów do atmosfery

Ilustracje 2.2, 2.3 i 2.4 przedstawiają przegląd emisji pyłów kierowanych do atmosfery ze wszystkich 182 znajdujących się na liście referencyjnej zakładów przetwarzania odpadów, które dokonują takich pomiarów. Ilustracja 2.5 przedstawia emisję pyłów do atmosfery ze wszystkich procesów mechanicznego przetwarzania odpadów (obróbka mechaniczna w rozdrabniaczach odpadów metalowych, obróbka mechaniczna odpadów o wartości opałowej, obróbka WEEE zawierającego VFC i/lub VHC oraz obróbka mechaniczna WEEE zawierającego rtęć).

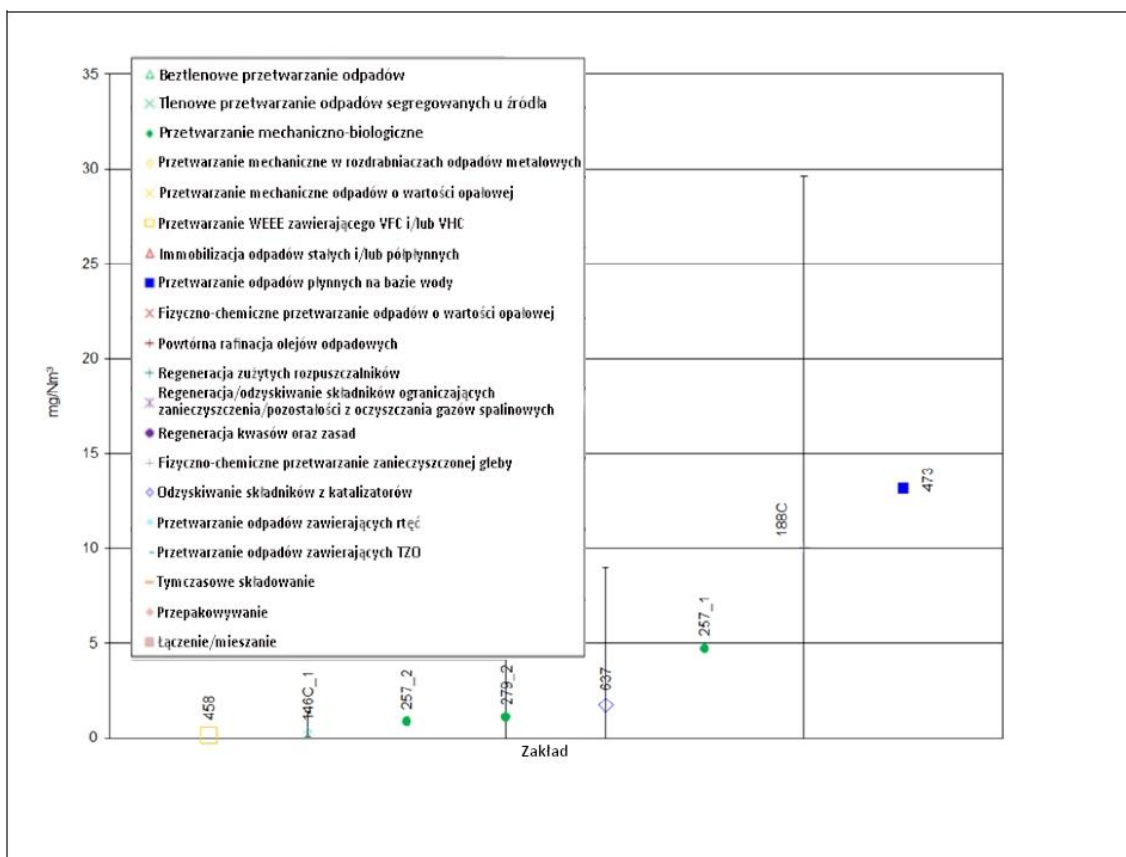
Zakłady z listy referencyjnej o najwyższym stężeniu pyłu w emisjach kierowanych do atmosfery przeprowadzają jako główny proces przetwarzania odpadów: mechaniczne przetwarzanie w rozdrabniaczach odpadów metalowych (sekcja 3.1), przetwarzanie mechaniczno-biologiczne (zob. sekcja 4.4), fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych (sekcja 5.1) oraz beztlenowe przetwarzanie bioodpadów (sekcja 4.3).



Ilustracja 2.2: Emisje pyłu do atmosfery ze wszystkich zakładów przetwarzania odpadów (pomiar okresowy)

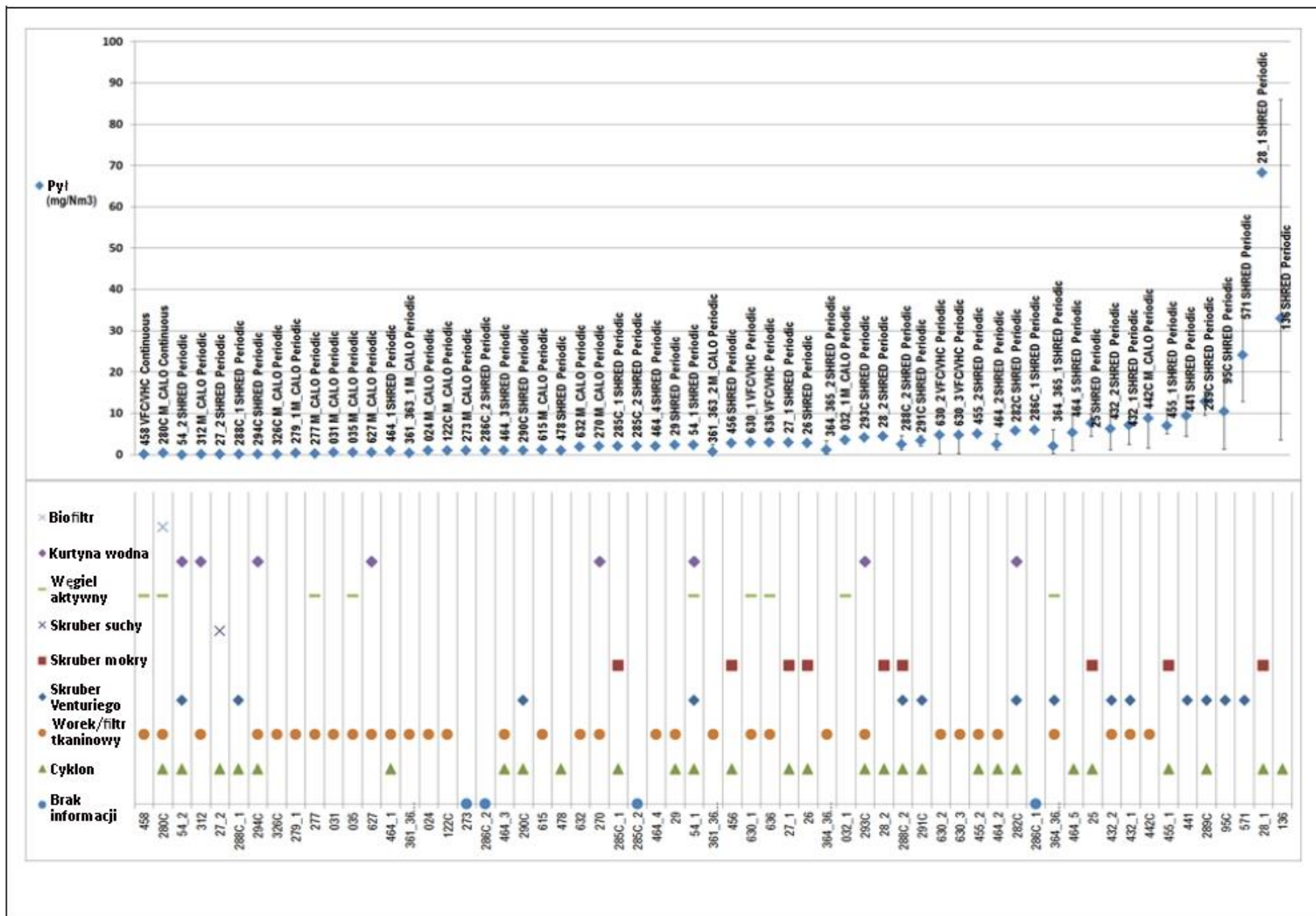


Ilustracja 2.3: Emisje pyłu do atmosfery ze wszystkich zakładów przetwarzania odpadów (pomiar ciągły - średnia długookresowa)



Ilustracja 2.4: Emisje pyłu do atmosfery ze wszystkich zakładów przetwarzania odpadów (pomiar ciągły - średnia krótkookresowa)





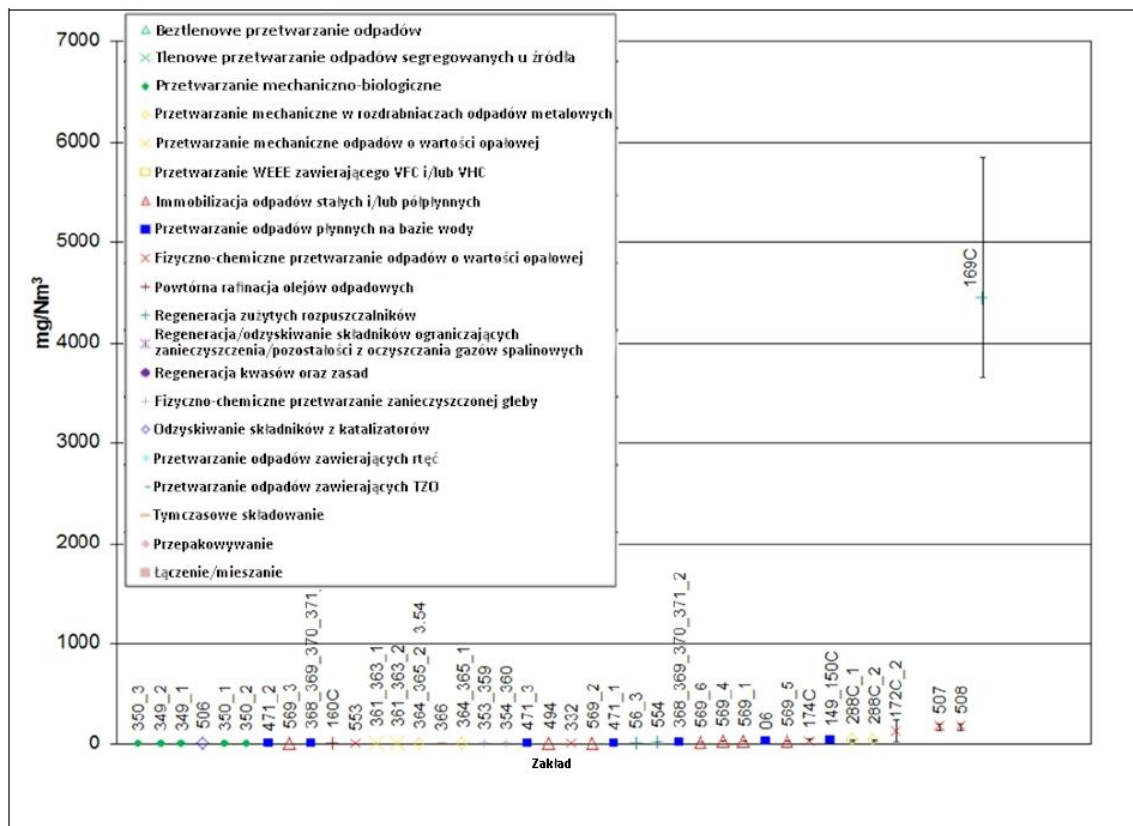
Ilustracja 2.5: Emisje pyłu do atmosfery z mechanicznego przetwarzania odpadów

### 2.2.2.2 Emisje związków organicznych do atmosfery

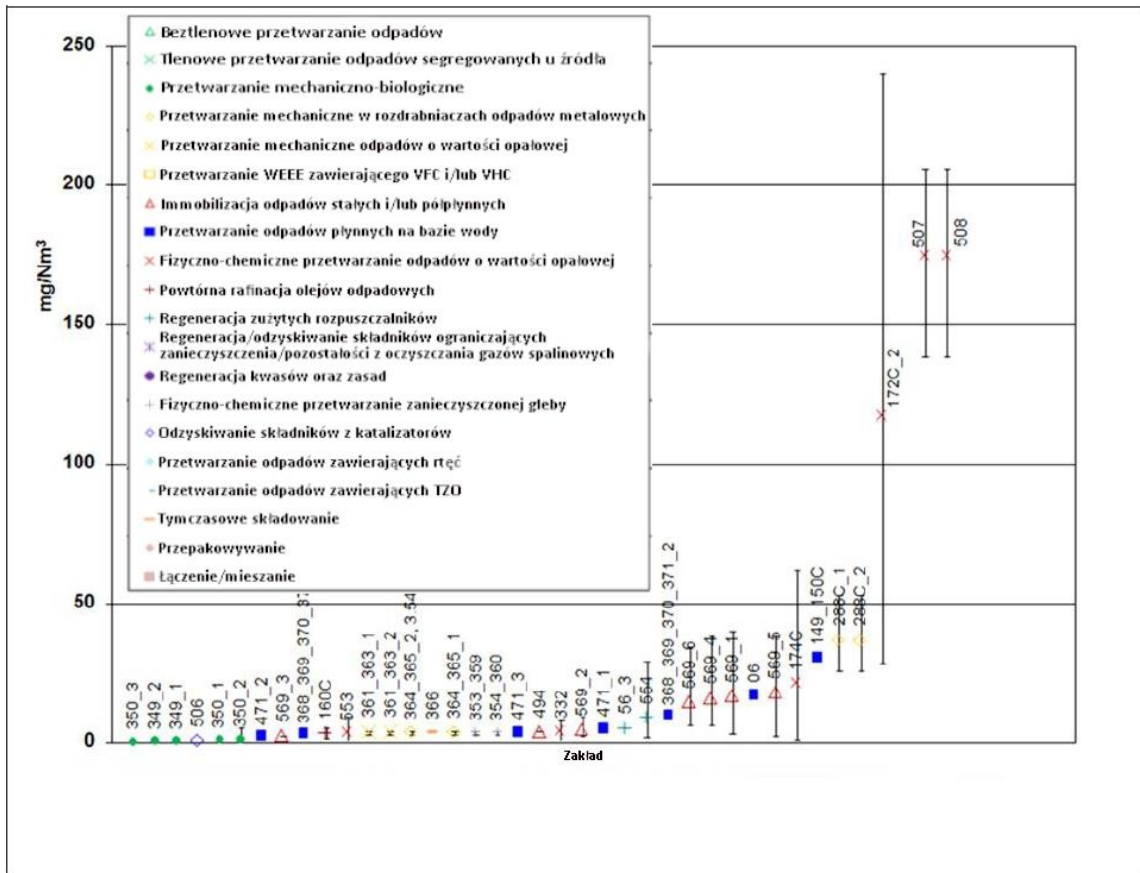
Jeśli chodzi o emisje związków organicznych do atmosfery, zakłady z listy referencyjnej zgłaszają trzy parametry: całkowite LZO, OWO oraz NMLZO. Normą pomiarową stosowaną w sprawozdaniach jest w większości przypadków EN 12619 (lub w niektórych przypadkach EN 13256, która została zastąpiona przez EN 12619 w 2013 r.), a zgłoszoną metodą monitorowania jest głównie detektor płomieniowo-jonizacyjny (FID), w przypadku którego filtracja próbki jest konieczna. Za pomocą tej normy oraz tej metody określa się całkowity gazowy węgiel organiczny. Dla każdego parametru pomiary są przeprowadzane okresowo lub w sposób ciągły, z uśrednianiem długo- lub krótkoterminowym. Pomiary te pokazano na ilustracjach od 2.6 do 2.15.

W kilku przypadkach bardzo wysokie wartości stężenia odpowiadają zakładom prowadzącym regenerację zużytych rozpuszczalników (sekcja 5.4), gdzie natężenie przepływu emisji jest bardzo niskie. W takich przypadkach stężenie związków organicznych w emisjach nie jest właściwym parametrem odzwierciedlającym ilość związków organicznych uwalnianych do atmosfery. Podsumowując, zakłady z listy referencyjnej o najwyższych stężeniach związków organicznych w emisjach do atmosfery to zakłady, które przeprowadzają:

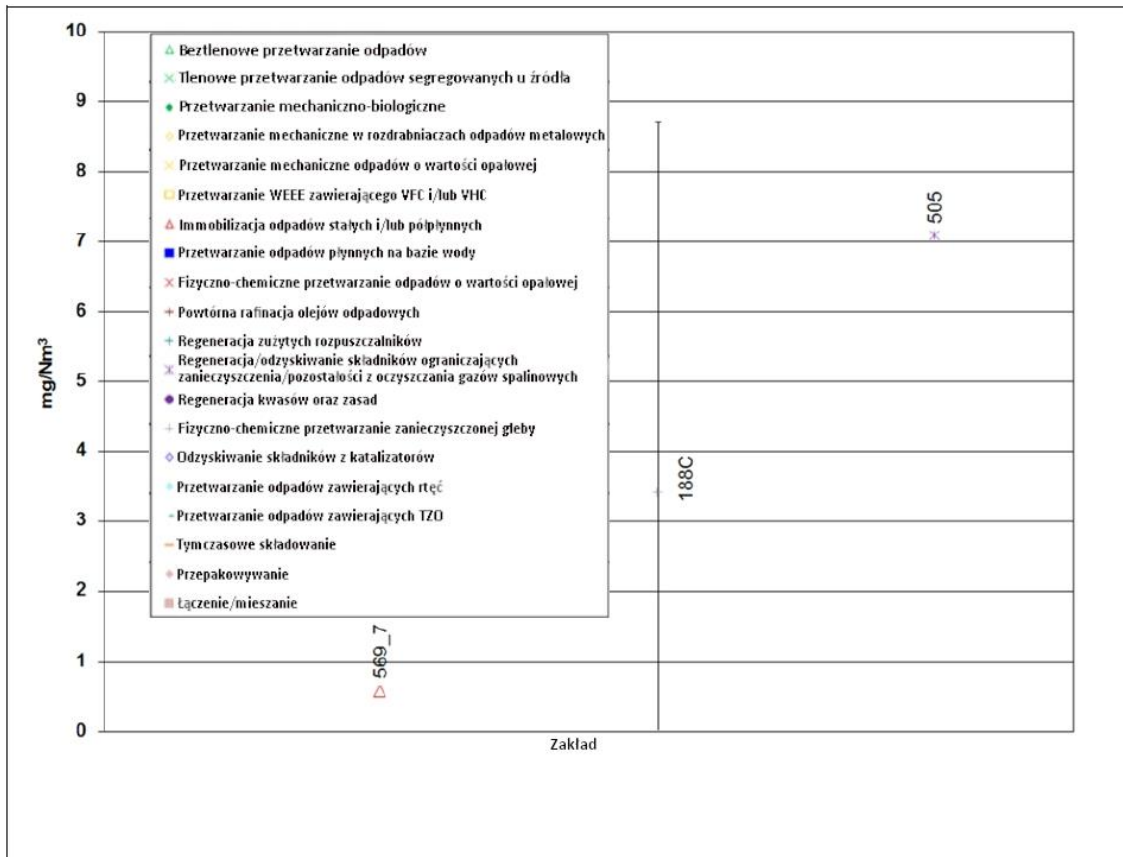
- regenerację zużytych rozpuszczalników, jak już wspomniano powyżej, powtórna rafinację zużytego oleju oraz fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej (sekcja 5.3); ilustracja 2.16 przedstawia w zarysie emisje związków organicznych do atmosfery powstające w takich procesach;
- obróbkę mechaniczną w rozdrabniaczach odpadów metalowych (sekcja 3.1); oraz
- przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody (sekcja 5.7).



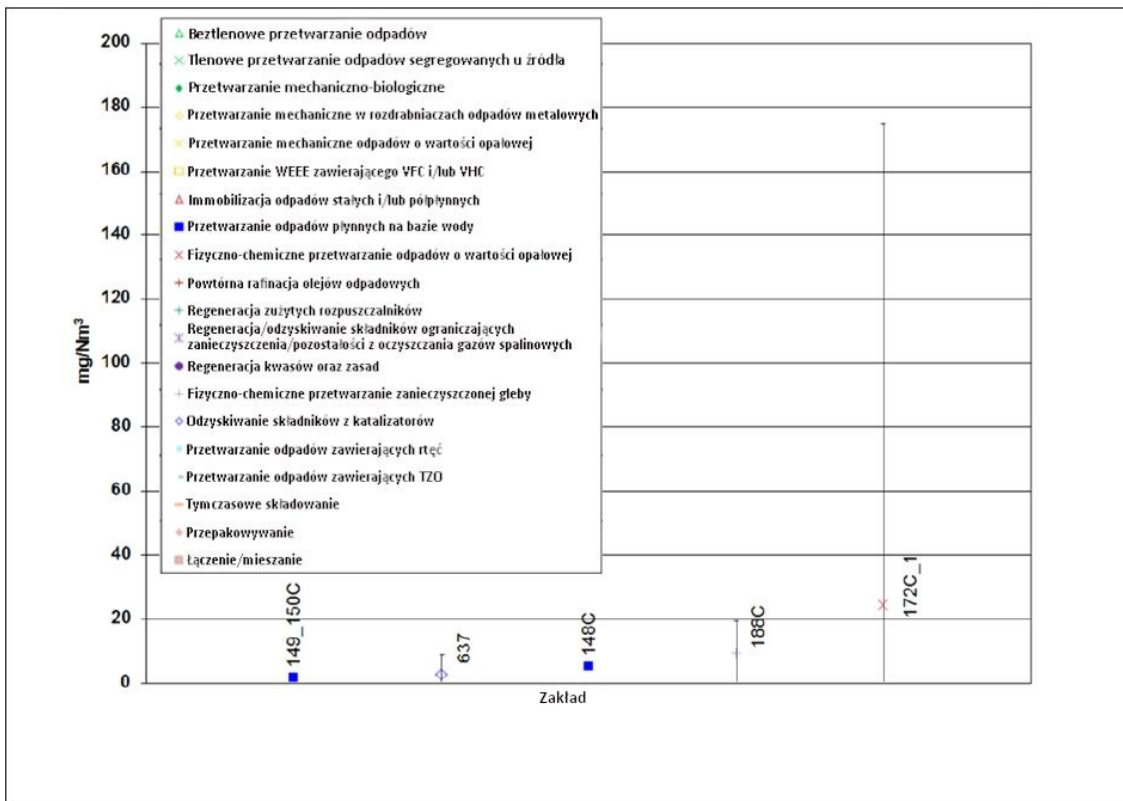
Ilustracja 2.6: Emisje całkowite LZO do atmosfery ze wszystkich zakładów przetwarzania odpadów (pomiary okresowe)



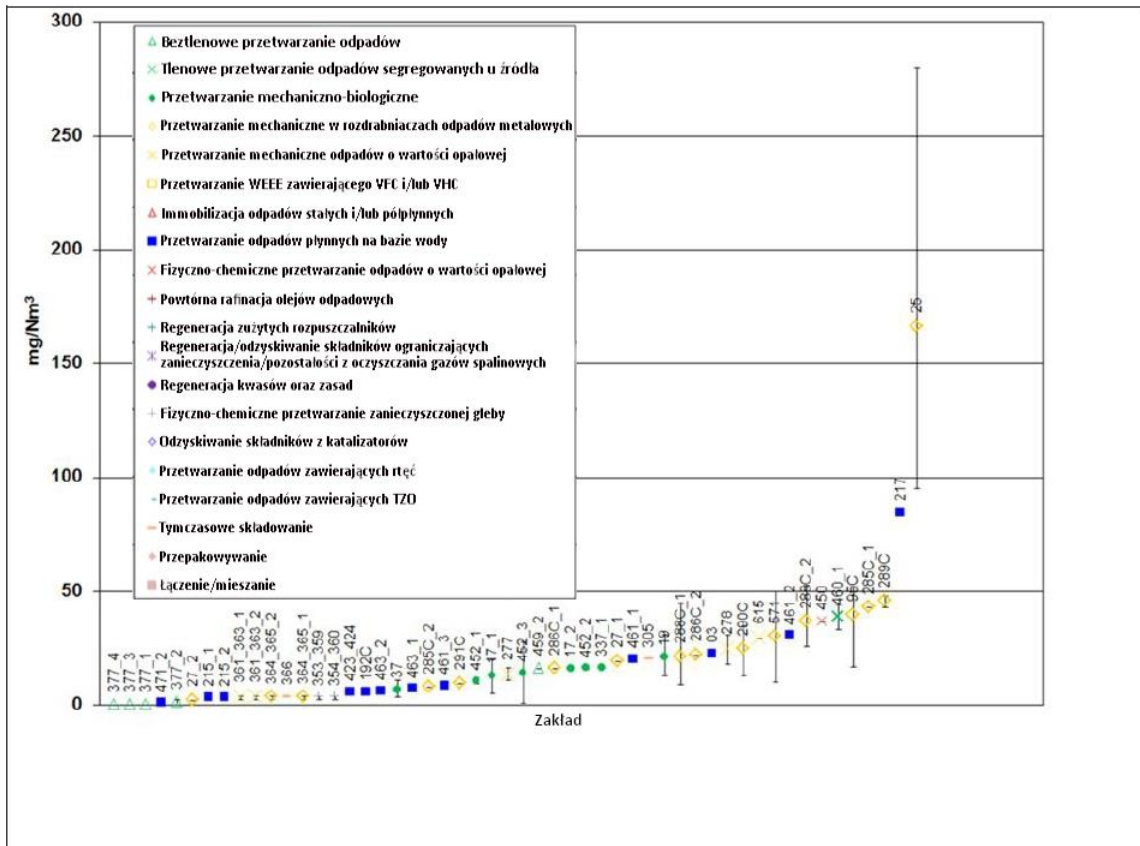
Ilustracja 2.7: Szczegóły dotyczące emisji całkowitej LZO atmosfery ze wszystkich zakładów przetwarzających odpady (pomiary okresowe)

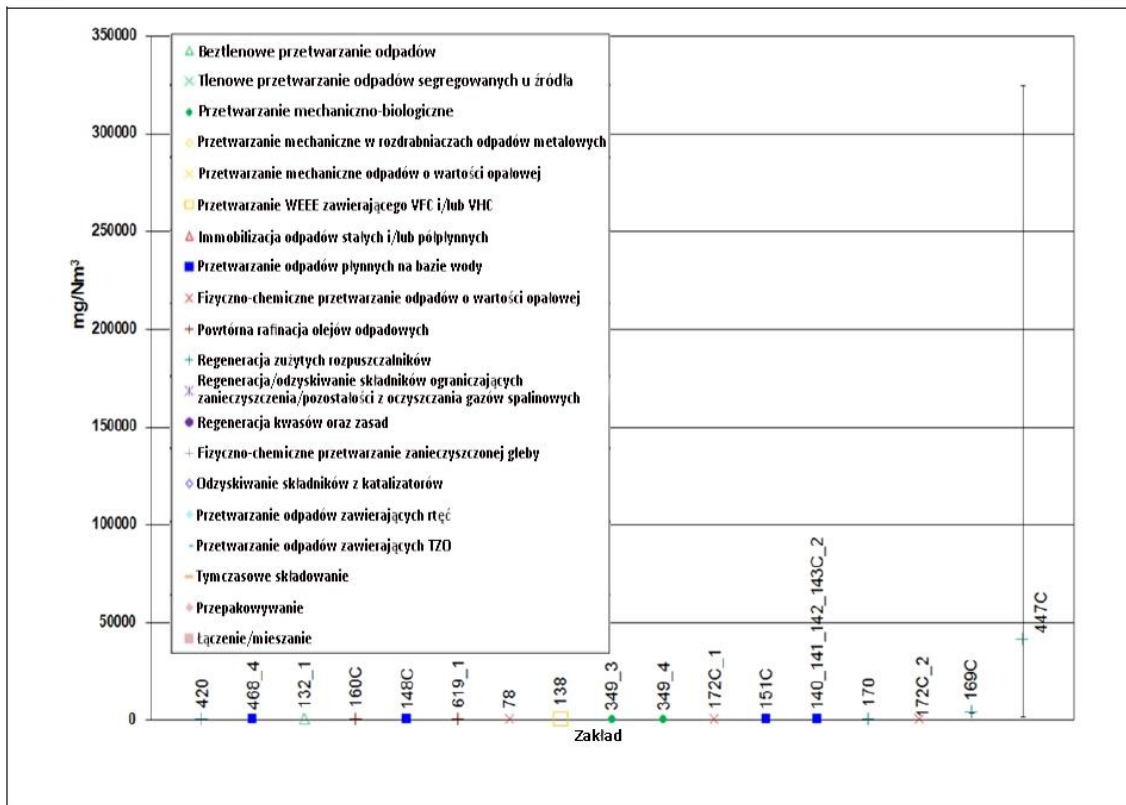


Ilustracja 2.8: Emisje całkowite LZO do atmosfery ze wszystkich zakładów przetwarzania odpadów ( pomiary ciągłe - średnia długookresowa)

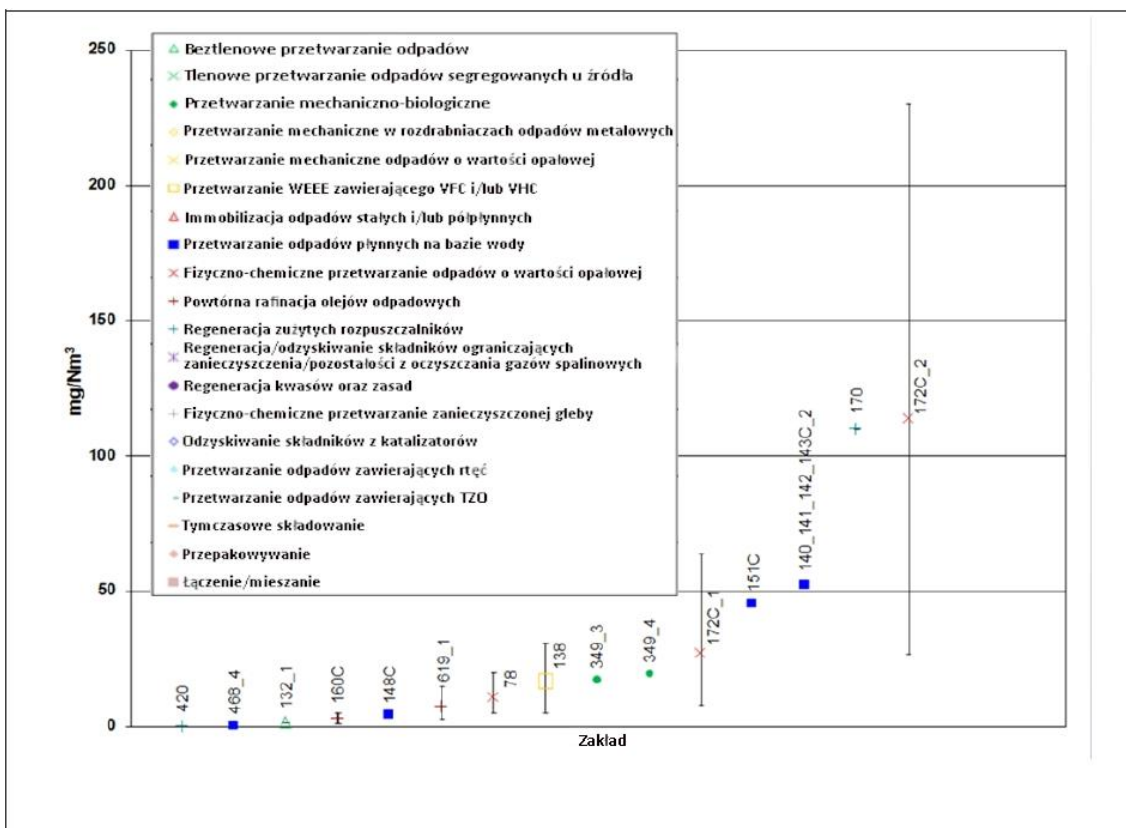


Ilustracja 2.9: Emisje całkowite LZO do atmosfery ze wszystkich zakładów przetwarzania odpadów ( pomiary ciągłe - średnia krótkookresowa)

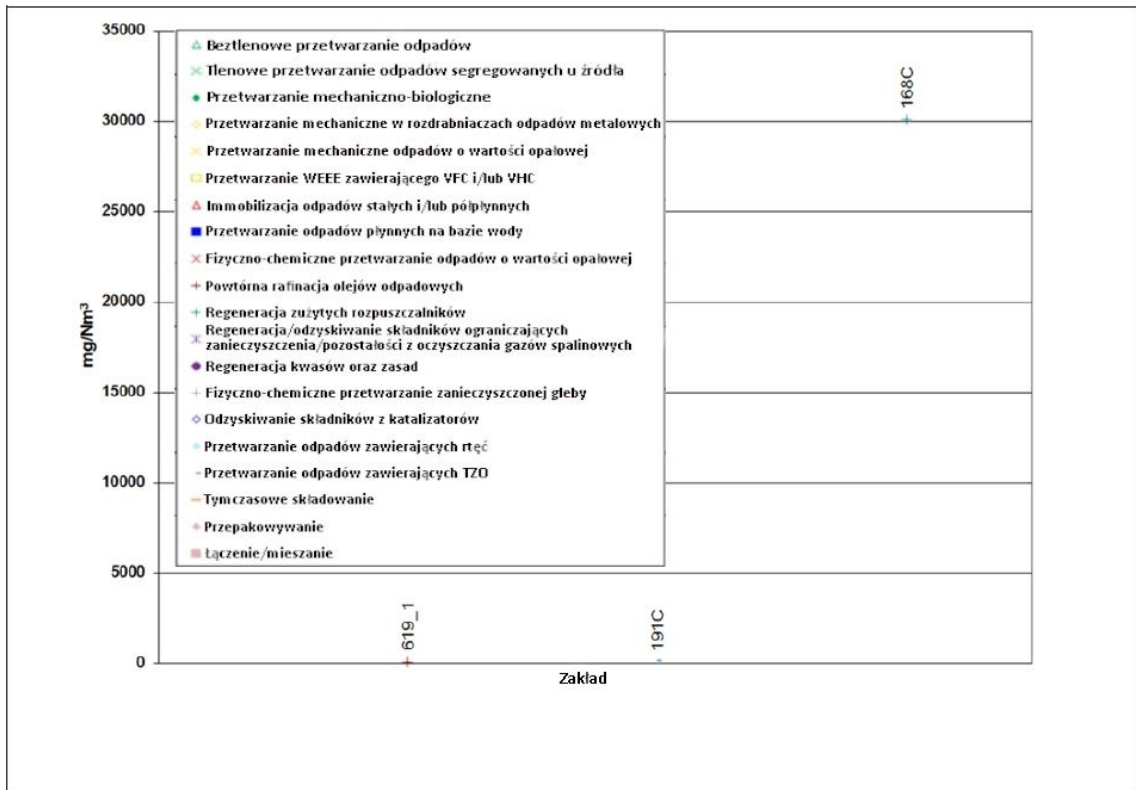




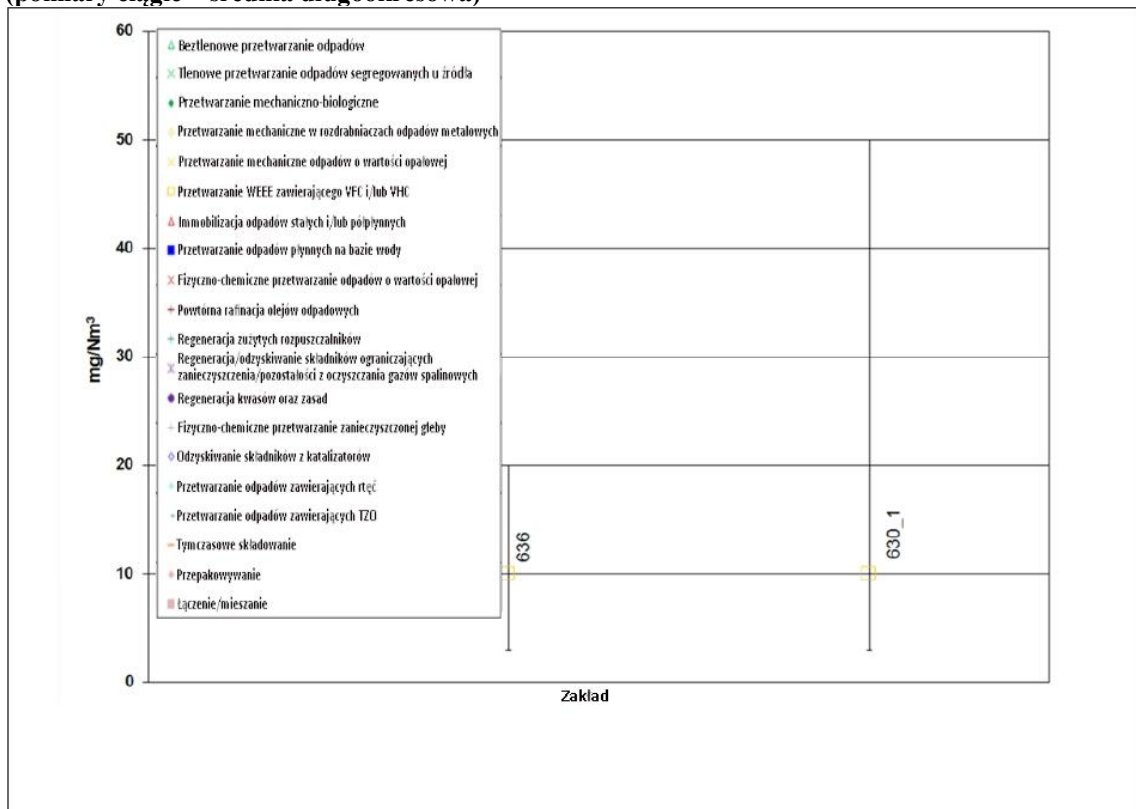
Ilustracja 2.12: Emisje NMLZO do atmosfery ze wszystkich zakładów przetwarzania odpadów (pomiar okresowy)



Ilustracja 2.13: Szczegóły dotyczące emisji NMLZO do atmosfery ze wszystkich zakładów przetwarzania odpadów (pomiar okresowy)



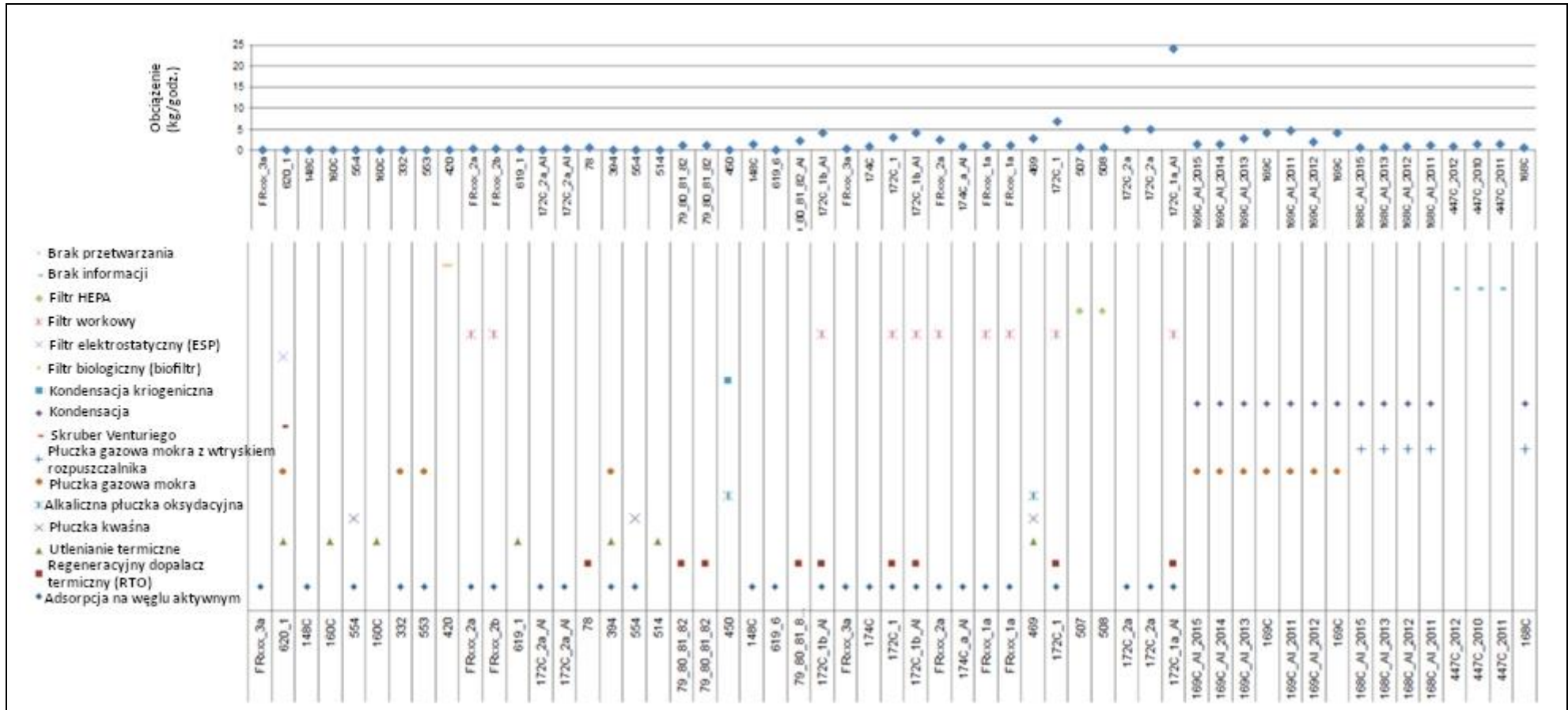
Ilustracja 2.14: Emisje NMLZO do atmosfery ze wszystkich zakładów przetwarzania odpadów (pomiary ciągłe – średnia długookresowa)



Ilustracja 2.15: Emisje NMLZO do atmosfery ze wszystkich zakładów przetwarzania odpadów (pomiary ciągłe – średnia krótkookresowa)



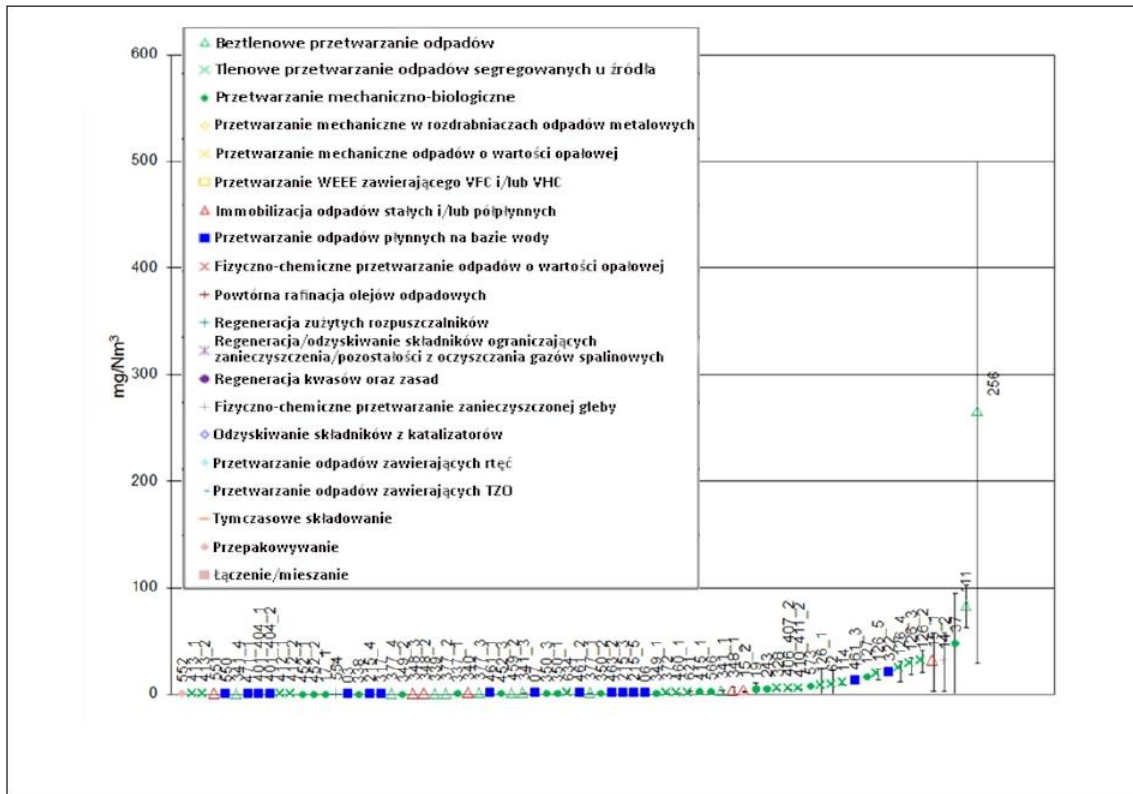




Ilustracja 2.16: Emisja związków organicznych do atmosfery z powtórnej rafinacji olejów odpadowych, fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opalowej oraz regeneracja zużytych rozpuszczalników

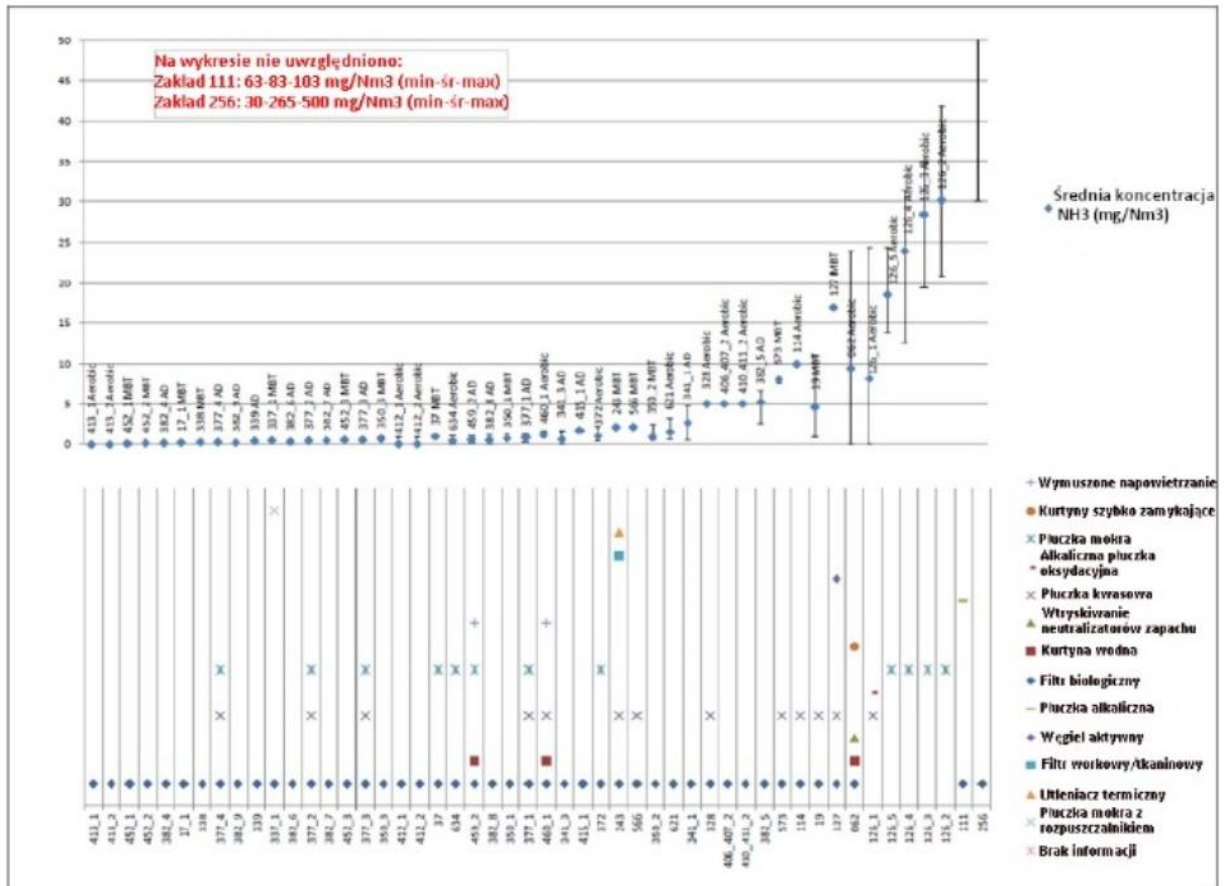
### 2.2.2.3 Emisje amoniaku do atmosfery

Ilustracje 2.17 oraz 2.18 przedstawiają przegląd emisji amoniaku ( $\text{NH}_3$ ) do atmosfery ze wszystkich 74 zakładów przetwarzania odpadów znajdujących się na liście referencyjnej, które mierzą  $\text{NH}_3$ . Zakłady dokonujące pomiarów  $\text{NH}_3$  to głównie zakłady prowadzące obróbkę biologiczną (sekcja 4), przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody (sekcja 5.6) oraz w mniejszym stopniu, obróbkę fizyczno-chemiczną odpadów stałych i/lub półpłynnych (sekcja 5.1). Ilustracja 2.20 przedstawia emisje  $\text{NH}_3$  do atmosfery wyłącznie z biologicznego przetwarzania odpadów.



Ilustracja 2.17: Emisje  $\text{NH}_3$  do atmosfery ze wszystkich zakładów przetwarzania odpadów (pomiar okresowy)





Ilustracja 2.20: Emisje NH<sub>3</sub> do atmosfery ze wszystkich zakładów stosujących przetwarzanie biologiczne

## 2.3 Techniki do uwzględnienia przy określaniu BAT dla sektora przetwarzania odpadów (WT)

W tym rozdziale opisano techniki (lub ich kombinacje) oraz związane z nimi monitorowanie, które uznaje się za mające potencjał osiągnięcia wysokiego poziomu ochrony środowiska w działaniach objętych zakresem niniejszego dokumentu. Opisane techniki obejmą zarówno stosowane technologie, jak i sposób, w jaki instalacje są projektowane, budowane, konserwowane, eksploatowane oraz wycofywane z eksploatacji.

Obejmuje to systemy zarządzania środowiskowego, techniki zintegrowane z procesem oraz dotyczące tzw. końca rury. Uwzględniono również zapobieganie powstawaniu oraz zagospodarowywanie odpadów, w tym minimalizację ich ilości oraz procedury recyklingu, jak również techniki, które zmniejszają zużycie surowców, wody i energii poprzez optymalizację ich wykorzystywania oraz ponownego stosowania. Opisane techniki obejmują środki stosowane celem zapobiegania negatywnym skutkom dla środowiska wypadków oraz incydentów lub ograniczania tych skutków, jak również stosowane środki zaradcze. Obejmują one także środki podejmowane celem zapobiegania emisjom lub ich redukcji w warunkach innych niż normalne warunki eksploatacji (takich jak rozruch, wyłączenie, przecieki, niesprawność, chwilowe przestoje czy ostateczne zaprzestanie działalności).

W załączniku III do Dyrektywy wymieniono szereg kryteriów określania BAT, a informacje zawarte w niniejszym rozdziale będą je uwzględniać. W miarę możliwości w niniejszym dokumencie wykorzystano standardową strukturę z tabeli 2.4 celem przedstawienia w zarysie informacji na temat każdej techniki, umożliwiając ich porównanie oraz ocenę w odniesieniu do definicji BAT zawartej w Dyrektywie.

Niniejszy rozdział nie zawiera wyczerpującego wykazu technik, które mogłyby być zastosowane w sektorze. Mogą istnieć lub mogą zostać opracowane inne techniki, które można wziąć pod uwagę przy określaniu BAT dla danej instalacji.

**Tabela 2.4: Informacje dotyczące stosowanych technik**

<b>Nagłówki w ramach sekcji</b>
Opis
Szczegóły techniczne
Korzyści dla środowiska
Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne
Oddziaływanie na procesy i środowisko
Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania
Ekonomika
Siła napędowa wdrażania
Przykładowe zakłady
Literatura źródłowa

Celem uniknięcia powtórzeń z rozdziałami poświęconymi jednemu rodzajowi przetwarzania odpadów (rozdziały 3 – 5) w tym rozdziale przedstawiono techniki, które mogą mieć zastosowanie do więcej niż jednego rodzaju przetwarzania odpadów. Oznacza to, że rozdziały te mogą odnosić się do technik przedstawionych w niniejszym dokumencie, gdy jest to właściwe, jak również wprowadzać techniki dodatkowe, specyficzne dla danego rodzaju przetwarzania odpadów.

## 2.3.1 Techniki organizacyjne sprzyjające ochronie środowiska

### 2.3.1.1 System zarządzania środowiskowego (EMS)

#### Opis

Oficjalny system wykazujący zgodność z celami środowiskowymi.

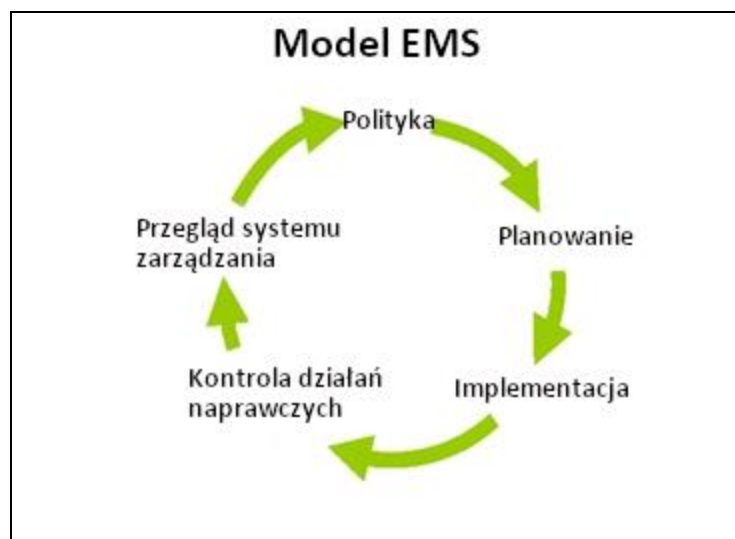
#### Szczegóły techniczne

Dyrektywa w sprawie emisji przemysłowych definiuje "techniki" (w definicji "najlepszych dostępnych technik (BAT)") jako "zarówno stosowane technologie, jak i sposób, w jaki instalacja jest projektowana, budowana, konserwowana, eksploatowana oraz wycofywana z eksploatacji".

W tym względzie EMS jest techniką pozwalającą operatorom instalacji na rozwiązywanie kwestii środowiskowych w sposób systematyczny oraz czytelny. EMS są najbardziej efektywne i wydajne, gdy stanowią nieodłączną część ogólnego zarządzania oraz funkcjonowania instalacji.

EMS skupia uwagę operatora na efektywności środowiskowej instalacji; w szczególności poprzez zastosowanie jasnych procedur operacyjnych zarówno dla normalnych, jak i innych niż normalne warunków pracy oraz poprzez wyznaczenie powiązanych obszarów odpowiedzialności.

Wszystkie skuteczne EMS zawierają koncepcję ciągłego doskonalenia, co oznacza, że zarządzanie środowiskowe jest procesem ciągłym, a nie zakończonym projektem. Istnieją różne projekty procesów, ale większość EMS opiera się na cyklu planuj-wykonaj-sprawdź-popraw (który jest szeroko stosowany w innych kontekstach zarządzania przedsiębiorstwem). Cały cykl jest iteracyjnym modelem dynamicznym, w którym zakończenie jednego cyklu wpływa na początek następnego (patrz ilustracja 2.21).



**Ilustracja 2.21: Ciągłe doskonalenie modelu EMS**

EMS może mieć formę standardowego lub niestandardowego ("indywidualnego") systemu. Wdrożenie i przestrzeganie międzynarodowo akceptowanego znormalizowanego systemu, takiego jak EN ISO 14001, może zwiększyć wiarygodność systemu EMS, szczególnie w przypadku poddania go właściwie przeprowadzonej weryfikacji zewnętrznej. System ekozarządzania i audytu (EMAS) zapewnia dodatkową wiarygodność ze względu na interakcję ze społeczeństwem poprzez deklarację środowiskową oraz mechanizm zapewniający zgodność z obowiązującymi przepisami ochrony natury. Jednakże systemy niestandardowe mogą być co do zasady równie skuteczne, pod warunkiem, że są odpowiednio zaprojektowane oraz wdrażane.

Podczas gdy zarówno systemy znormalizowane (EN ISO 14001 lub EMAS), jak i systemy nie znormalizowane mają zasadniczo zastosowanie do przedsiębiorstw, niniejszy dokument przyjmuje węższe podejście, nie obejmując wszystkich działań danej organizacji, np. w odniesieniu do jej produktów i usług, ze względu na fakt, że dyrektywa IED dotyczy jedynie instalacji/zakładów.

EMS może zawierać następujące elementy:

- I. zaangażowanie kierownictwa, w tym kierownictwa wyższego szczebla;
- II. określenie przez kierownictwo polityki środowiskowej, która obejmie ciągłą poprawę ekologiczności instalacji;
- III. planowanie i ustanawianie niezbędnych procedur, celów i zadań w powiązaniu z planowaniem finansowym oraz inwestycjami;
- IV. implementację (wdrażanie) procedur, ze zwróceniem szczególnej uwagi na:
  - a) strukturę oraz odpowiedzialność,
  - b) rekrutację, szkolenia, podnoszenie świadomości oraz kompetencji (zob. sekcja 2.3.1.3),
  - c) przepływ informacji,
  - d) zaangażowanie wszystkich zatrudnionych,
  - e) dokumentację,
  - f) skuteczny proces kontroli,
  - g) programy zarządzania,
  - h) gotowość oraz reagowanie na sytuacje kryzysowe,
  - i) zapewnienie zgodności z prawodawstwem w zakresie ochrony środowiska;
- V. sprawdzanie wyników oraz podejmowanie działań naprawczych ze szczególnym uwzględnieniem:
  - a) monitorowania oraz pomiarów (zob. również sprawozdanie referencyjne JRC z monitorowania emisji do atmosfery i wody z instalacji IED (ROM)) ([\[43. COM 2018\]](#)),
  - b) działań korygujących i zapobiegawczych,
  - c) prowadzenia dokumentacji,
  - d) niezależnych (w miarę możliwości) audytów wewnętrznych oraz zewnętrznych celem ustalenia, czy EMS jest zgodny z zaplanowanymi ustaleniami oraz czy został prawidłowo wdrożony i jest utrzymywany;
  - przegląd EMS i jego dalszej przydatności, adekwatności oraz skuteczności przez kierownictwo wyższego szczebla;
  - nadążanie za rozwojem czystych technik;
  - rozważenie wpływu na środowisko naturalne ewentualnego wycofania zakładu z eksploatacji na etapie projektowania nowego obiektu oraz przez cały okres jego eksploatacji;
  - regularne stosowanie sektorowych analiz porównawczych;
  - zarządzanie strumieniem odpadów (zob. sekcje 2.3.2.1 do 2.3.2.9);
  - inwentaryzacja strumieni ścieków oraz gazów odlotowych (zob. sekcja 2.3.1.2);
  - plan zarządzania pozostałościami (zob. sekcja 2.3.12);
  - plan zarządzania w sytuacji kryzysowej (zob. sekcja 2.3.13.1);
- VI. plan zarządzania odorami (zob. sekcja 2.3.5.1);
- VII. plan zarządzania hałasem oraz wibracjami (zob. sekcja 2.3.10.1).

### **Korzyści dla środowiska**

EMS promuje oraz wspiera ciągłą poprawę ekologiczności instalacji. Jeśli instalacja ma już dobre ogólne wyniki w zakresie ochrony środowiska, system EMS pomaga operatorowi utrzymać ten wysoki poziom.

### **Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Nie dostarczono danych.

---

### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Brak danych. Systematyczna analiza początkowych oddziaływań na środowisko oraz zakres ulepszeń w kontekście EMS stanowi podstawę do oceny najlepszych rozwiązań dla wszystkich mediów środowiskowych.

### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Elementy opisane powyżej mogą być zazwyczaj stosowane do wszystkich instalacji objętych zakresem niniejszego dokumentu. Zakres (np. poziom szczegółowości) i właściwości systemu EMS (np. standaryzowany lub niestandaryzowany) będzie związany z charakterem, skalą i złożonością instalacji oraz zakresem oddziaływań na środowisko, jakie może ona mieć.

### **Ekonomia**

Trudno jest dokładnie określić koszty i korzyści ekonomiczne wprowadzenia oraz utrzymania dobrego EMS. Istniejące korzyści ekonomiczne wynikające ze stosowania EMS znacznie różnią się w zależności od sektora.

Koszty zewnętrzne związane z weryfikacją systemu można oszacować na podstawie wytycznych wydanych przez Międzynarodowe Forum Akredytacji [\[44. IAF 2010\]](#).

### **Siła napędowa wdrażania**

Siła napędowa wdrożenia systemu EMS obejmuje:

- lepszą efektywność środowiskową;
- lepszy wgląd w aspekty środowiskowe firmy, które mogą być wykorzystane do spełnienia wymagań środowiskowych klientów, organów regulacyjnych, banków, zakładów ubezpieczeń lub innych zainteresowanych stron (np. osób mieszkających lub pracujących w pobliżu zakładu);
- ulepszone zasady podejmowania decyzji;
- zwiększoną motywację personelu (np. menedżerowie mogą mieć pewność, że wpływ na środowisko naturalne jest kontrolowany, a pracownicy mogą odczuwać, że pracują w firmie proekologicznej);
- dodatkowe możliwości redukcji kosztów operacyjnych oraz poprawy jakości produktu;
- poprawę wizerunku firmy;
- zmniejszenie kosztów ubezpieczenia oraz nieprzestrzegania przepisów, a także zmniejszenie odpowiedzialności cywilnej.

### **Przykładowe zakłady**

EMS jest stosowany w wielu zakładach UE.

### **Literatura źródłowa**

[\[45. COM 2016\]](#), [\[46. COM 2009\]](#), [47. DG Środowisko 2010\]](#).

## **2.3.1.2 Inwentaryzacja/rejestr strumienia**

### **Opis**

Zestawienie odpowiednich danych podstawowych dotyczących składu oraz ilości ścieków i strumieni gazów odlotowych - każdy z osobna - odbywa się w ramach inwentaryzacji/rejestru strumienia (inwentaryzacja/rejestr ścieków, inwentaryzacja/rejestr gazów odlotowych). Emitowane strumienie są wyszczególnione odpowiednio do ich źródła, tj. procesu przetwarzania odpadów, z którego pochodzą. Jest to kluczowy element oceny stopnia oraz charakteru zanieczyszczeń, a także możliwości ich redukcji u źródła.

### **Szczegóły techniczne**

Inwentaryzacja/rejestr strumienia obejmuje następujące aspekty, jeżeli są one istotne dla danych warunków lokalnych:

- (i) informacje na temat charakterystyki procesów przetwarzania odpadów, w tym:
  - (a) uproszczone zestawienia przebiegu procesu, które wskazują pochodzenie emisji;
  - (b) opisy technik zintegrowanych z procesem oraz oczyszczanie ścieków/gazów odlotowych u źródła, w tym ich wydajność;



- (ii) informacje o charakterystyce strumieni ścieków, takie jak:
  - (a) wartości średnie oraz zmienność przepływu, pH, temperaturę i przewodność;
  - (b) średnie wartości stężenia oraz zawartości poszczególnych substancji/parametrów oraz ich zmienność (np. ChZT/OWO, azot i jego związki, fosfor, metale, substancje priorytetowe/mikro zanieczyszczenia);
  - (c) dane dotyczące możliwości bioeliminacji (np. BZT, stosunek BZT do ChZT, test Zahna-Wellensa, potencjał hamowania biologicznego (np. nityfikacja));
- (iii) informacje o charakterystyce strumieni gazów odlotowych, takie jak:
  - (a) wartości średnie oraz zmienność przepływu i temperatury;
  - (b) średnie wartości stężenia oraz zawartości poszczególnych substancji/parametrów oraz ich zmienności (np. związków organicznych, TZO takich jak PCB);
  - (c) palność, dolne i górne limity palności, reaktywność;
  - (d) obecność innych substancji, które mogą mieć wpływ na system oczyszczania gazów odlotowych lub bezpieczeństwo zakładu (np. tlen, azot, para wodna, pył).

### **Korzyści dla środowiska**

Osiągnięte korzyści dla środowiska obejmują redukcję emisji do wody i/lub atmosfery. Identyfikacja odpowiednich strumieni ścieków/gazów odlotowych jest warunkiem wstępnym efektywnej redukcji ich emisji za pomocą środków technicznych oraz zarządzania.

### **Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Brak danych.

### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Brak.

### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Zakres (np. poziom szczegółowości) oraz charakter inwentaryzacji będzie generalnie związany z charakterem, skalą i złożonością instalacji oraz zakresem oddziaływania na środowisko, jakie może ona wywierać (określonym również przez rodzaj oraz ilość przetwarzanych odpadów).

### **Ekonomika**

Brak danych.

### **Siła napędowa wdrażania**

Inwentarze/rejestry mogą być wykorzystywane do oceny wdrożenia BAT i mogą stanowić podstawowe informacje dla władz celem ustalenia dopuszczalnych wielkości emisji.

### **Przykładowe zakłady**

Inwentaryzacja strumienia stosowana jest w wielu zakładach w całej UE

### **Literatura źródłowa**

[\[45. COM 2016\]](#)

## **2.3.1.3 Wykorzystanie wykwalifikowanego personelu w zakładzie**

### **Opis**

Zakład unieszkodliwiania odpadów powinien być obsługiwany przez odpowiedni personel pod względem liczby, kwalifikacji oraz kompetencji.

### **Szczegóły techniczne**

Szkolenia, świadomość oraz kompetencje pracowników są częścią Systemu Zarządzania Środowiskowego (zob. punkt 2.3.1.1).

Poniżej przedstawiono kilka przykładów praktyk związanych z personelem:

- a. Zarządzający zakładem unieszkodliwiania odpadów musi zawsze dysponować wystarczającą liczbą pracowników oraz dyżurujących posiadających wymagane kwalifikacje. Wszyscy pracownicy muszą przejść specjalistyczne szkolenie zawodowe.

- b. Personel nadzorujący oraz wszyscy kierownicy działów w zakładzie gospodarki odpadami powinni być niezawodni i technicznie wykwalifikowani a także posiadać odpowiednie doświadczenie praktyczne. Kwalifikacje techniczne można uzyskać po pomyślnym ukończeniu studiów na państwowej lub zatwierdzonej przez państwo uczelni technicznej, uniwersytecie nauk stosowanych lub w szkole inżynierskiej. Wiedzę techniczną można również nabyć na podstawie porównywalnego szkolenia lub wieloletniego doświadczenia praktycznego.
- c. Personel niezwiązany z nadzorem również powinien być niezawodny oraz technicznie wykwalifikowany. Umiejętności techniczne mogą być na przykład oparte na formalnych kwalifikacjach w dziedzinach takich jak usługi komunalne i przetwarzanie odpadów, na wieloletnim doświadczeniu praktycznym lub na porównywalnym szkoleniu.

#### **Korzyści dla środowiska**

Poprawa ekologiczności zakładu. Wykwalifikowani pracownicy oraz system szkoleń są niezbędne do prawidłowego funkcjonowania zakładu unieszkodliwiania odpadów, patrząc zarówno od strony wytwórców odpadów (sortowanie, zbieranie itp.), jak i od strony zarządzającego obiektem.

#### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Brak.

#### **Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Może się zdarzyć, że dostarczone odpady mogą powodować problemy, więc jest to korzystne, jeśli personel odpowiedzialny za ich usuwanie jest wyczulony na takie sytuacje. Pracownicy są poinformowani o wszystkich materiałach, które mogą powodować problemy podczas przetwarzania. W zależności od zastosowanych maszyn mogą to być odpady wielkogabarytowe lub inne komponenty, takie jak metale. Jeśli personel jest wyczulony na takie sytuacje, można spodziewać się prawie ciągłego procesu przetwarzania z niewielkim zakresem wahań w jakości.

#### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

W pełni stosowany do całego sektora unieszkodliwiania odpadów. Liczba, kwalifikacje oraz kompetencje personelu są proporcjonalne do wielkości zakładu i złożoności procesów przetwarzania odpadów.

#### **Ekonomia**

Wykwalifikowany personel jest zazwyczaj droższy. Wprowadzenie programów szkoleniowych (dla wewnętrznych lub zewnętrznych podwykonawców) pociąga za sobą dodatkowe koszty dla operatora.

#### **Siła napędowa wdrażania**

Poprawa wydajności zakładu.

#### **Przykładowe zakłady**

Wiele przykładów w skali sektora.

#### **Literatura źródłowa**

[\[17. Pretz i inni 2003\]](#), [\[48. UBA Niemcy 2003\]](#), [\[18. WT TWG 2004\]](#)

### 2.3.2 Techniki operacyjne na rzecz poprawy efektywności ekologicznej

Niniejsza sekcja obejmuje techniki, które pomagają operatorowi scharakteryzować odpady dostarczane do przetwarzania. Rygorystyczne podejście do tej operacji ma zasadnicze znaczenie dla późniejszych procesów przetwarzania odpadów. Brak odpowiedniego badania próbek odpadów przed ich przyjęciem oraz potwierdzania ich składu często w przeszłości prowadził do kolejnych problemów, w tym do niewłaściwego magazynowania, mieszania niekompatybilnych substancji, gromadzenia się odpadów i niekontrolowanego przetwarzania, a co za tym idzie nieoczekiwanych profili emisji.

#### 2.3.2.1 Wstępna akceptacja odpadów

##### Opis

Procedury wstępnej akceptacji są technikami służącymi ustaleniu technicznej (i prawnej) przydatności operacji przetwarzania odpadów dla ich konkretnych rodzajów.

##### Szczegóły techniczne

- (i) Procedura wstępnej akceptacji odpadów wymaga, przed przybyciem odpadów do zakładu, przedstawienia na piśmie lub w formie elektronicznej następujących dokumentów;
- określających nazwę, lokalizację oraz dane kontaktowe wytwórcy odpadów;
  - opisujących istotne szczegóły procesu, w wyniku którego powstają odpady;
  - opisujących odpady, w tym ich postać fizyczną, kompleksowy skład chemiczny (na podstawie reprezentatywnej próbki lub próbek) oraz właściwości niebezpieczne;
  - potwierdzające, że odpady nie zawierają źródła promieniotwórczego lub jeżeli istnieje ryzyko skażenia promieniotwórczego, potwierdzające, że odpady nie są promieniotwórcze, z wyjątkiem przypadków, gdy zakład ma zezwolenie na przyjęcie takich odpadów;
  - opisujących szacunkową ilość, która będzie dostarczana operatorowi w każdej dostawie oraz w ciągu roku;
  - podających informacje na temat charakteru i zmienności procesu(-ów) wytwarzania odpadów;
  - podających numer kodowy odpadów z Europejskiego Wykazu Odpadów.

Może być wymagana weryfikacja dostarczonych na piśmie informacji, co wymaga kontaktu lub wizyty u producenta. Dodatkowe okoliczności mogą się również uwidocznić w czasie kontaktów z pracownikami bezpośrednio zaangażowanymi w wytwarzanie odpadów.

- (ii) Należy zażądać dodatkową reprezentatywną próbkę odpadów oraz poddać ją analizie, jeżeli:
- z informacji dostarczonych przez klienta wyłania się niejasny obraz składu chemicznego odpadów oraz jego zmienności, lub istnieją wątpliwości, czy analizowana próbka jest istotnie reprezentatywna; oraz
  - odpady mają być przetwarzane w zakładzie je wytwarzającym (pozwala to na przeprowadzenie testów dotyczących planowanego przetwarzania celem ustalenia, czy będzie ono bezpieczne i skuteczne).

(iii) Reprezentatywna próbka może nie być wymagana w przypadku, gdy odpady są na przykład:

- azbestem;
- czystym produktem chemicznym lub aerozolem, którego skład chemiczny oraz właściwości niebezpieczne dostępne są w karcie charakterystyki zgodnej z rozporządzeniem REACH;
- odpadami laboratoryjnymi w pojemnikach, na przykład o pojemności mniejszej niż pięć litrów;
- zanieczyszczoną odzieżą, opakowaniami lub szmatami;
- "artykułem", na przykład akumulatory, baterie, rury oświetleniowe, WEEE, pojazdy wycofane z eksploatacji lub ich części, oraz odpady metalowe i złom;

- odpadami stałymi innymi niż niebezpieczne, z wyjątkiem "wpisów lustrzanych" (tj., gdy odpady mogą być przypisane do niebezpiecznych lub innych niż niebezpieczne zgodnie z Europejskim Wykazem Odpadów (LoW), lub gdy skład odpadów jest nieznany);
  - zanieczyszczonym drewnem i materiałami dachowymi;
  - odpadami wytworzonymi w sytuacji awaryjnej - odpady takie muszą zostać poddane kwarantannie do czasu określenia ich pełnej charakterystyki.
- (iv) Po określeniu pełnej charakterystyki odpadów przeprowadza się ocenę techniczną przydatności odpadów do przetworzenia lub magazynowania celem upewnienia się, że warunki pozwolenia mogą być spełnione. Ma to na celu zagwarantowanie, że odpady są zgodne z możliwościami zakładu w zakresie ich przetwarzania. W przypadku odpadów płynnych na bazie wody może to obejmować badania laboratoryjne celem przewidzenia wydajności oczyszczania, np. w zakresie łamania emulsji lub podatności na biodegradację.
- (v) Personel zajmujący się procedurą wstępnej akceptacji powinien posiadać niezbędne kwalifikacje zawodowe, wykształcenie i/lub doświadczenie w zakresie wszystkich kwestii istotnych do zarządzania odpadami w obiekcie.
- (vi) Analiza przepływu materiałów dla poszczególnych składników odpadów pomaga w identyfikacji przepływu(-ów) oraz przewidywanego losu poszczególnych składników odpadów. Analiza ta może być również pomocna w wyborze najbardziej odpowiednich form przetwarzania odpadów, zarówno bezpośrednio na miejscu, jak i w każdym kolejnym miejscu przetwarzania. Pomaga również w zadbaniu o to, aby niebezpieczne składniki były prawidłowo przetwarzane i albo niszczone, albo usuwane do "zlewni", jeśli nie są pożądane, a nie rozcieńczane np. celem recyklingu.
- (vii) Dokumentacja dotycząca wstępnej akceptacji powinna być przechowywana w skomputeryzowanym systemie kontroli procesu przez co najmniej 3 lata po otrzymaniu odpadów. W przypadku, gdy zapytanie nie prowadzi do otrzymania odpadów, nie ma wymogu prowadzenia ewidencji.
- (viii) informacje wymagane przy wstępnej akceptacji są ponownie oceniane w przypadku:
- gdy skład odpadów ulegnie zmianie;
  - jeżeli proces prowadzący do wytworzenia odpadów ulega zmianie;
  - jeżeli okaże się, że otrzymane odpady nie są zgodne z informacjami zawartymi w dokumentacji dotyczącej ich wstępnej akceptacji;
  - w każdym przypadku co rok.
- (ix) Kryteria dotyczące odoru stosowane są przy odrzucaniu odpadów ulegających biodegradacji, które już uwalniają lub mogą uwalniać merkaptany lub inne lotne związki organiczne, aminy o niskiej masie cząsteczkowej, akrylany lub inne podobne materiały o silnym wydzielaniu odoru, które nadają się do przyjęcia jedynie w ramach specjalnych wymagań dotyczących postępowania z nimi.

Procedury wstępnej akceptacji odpadów opierają się również na analizie ryzyka i biorą pod uwagę ich ewentualne niebezpieczne właściwości, ryzyko stwarzane w zakresie bezpieczeństwa procesu, bezpieczeństwa pracy oraz wpływ na środowisko naturalne, jak również wiedzę poprzednich posiadaczy odpadów.

### **Korzyści dla środowiska**

Technika ta może pomóc operatorom w identyfikacji, a następnie odrzuceniu odpadów dla nich nieodpowiednich, które mogłyby prowadzić do niepożądanych reakcji lub niekontrolowanych emisji w czasie przetwarzania.

### **Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

#### Wstępna akceptacja olejów odpadowych

Jako wymóg ogólny, krok ten nie jest krytyczny dla zakładu przetwarzania olejów odpadowych, ale byłby wymagany, gdyby odpady były przeznaczone na przykład do przetworzenia w rafinerii

olejów mineralnych. Zazwyczaj odpady takie pochodzą z wielu małych źródeł, takich jak warsztaty, ale ich skład jest zasadniczo stały. Procedury wstępnej akceptacji odnoszące się do zbierania informacji należy stosować w odniesieniu do jednorazowych przemysłowych odpadów olejowych powstających w źródłach, gdzie mogą być używane inne chemikalia oraz potencjalnie zanieczyszczające substancje, na przykład pochodzących od producentów chemicznych. Może się zdarzyć zanieczyszczenie oleju odpadowego substancjami takimi jak rozpuszczalniki i chociaż stosunkowo niskie poziomy zanieczyszczenia mogą nie zostać przez operatora uwzględnione, o ile nie mają wpływu na sprzedaż odzyskanego oleju, to zanieczyszczenie takie i tak musi zostać zidentyfikowane. Rozpuszczalniki o niskiej temperaturze zapłonu powodują trudności w obsłudze, ponieważ zakłady zasadniczo nie są przystosowane do pracy z materiałami łatwopalnymi. Często zdarza się zanieczyszczenie benzyną, co znacznie obniża temperaturę zapłonu materiału, a tym samym zwiększa ryzyko wypadku. Dlatego należy dokładnie dobierać oraz interpretować najbardziej odpowiedni punkt zapłonu. Rozpuszczalniki będą odpędzane w procesie ogrzewania, zwiększając tym samym emisję LZO. Zanieczyszczenie polichlorowanym bifenylem (PCB) może powodować przeniesienie PCB do produktu powodując powstawanie formacji dioksyn, jeżeli jest on stosowany w procesie spalania, lub do osadów z dna zbiornika oleju lub do ścieków.

### Wstępna akceptacja odpadów laboratoryjnych

Jeżeli do odpadów laboratoryjnych używane są beczki, tworzony jest wykaz ich zawartości i przechowywany w beczce pod pokrywą. Podobnie jest w przypadku innych opakowań z odpadami laboratoryjnymi (wykaz jest dołączany do opakowania lub w nim przechowywany). Każda taka beczka (lub inne opakowanie) jest następnie oznaczana pod względem zagrożenia w czasie transportu (np. zgodnie z umową ADR). Poziom nadzoru lub zarządzania tego typu odpadami zależy od szeregu czynników. W każdym jednak przypadku należy sporządzić pełny spis zawartości. Operatorzy, którzy przyjmują odpady pakowane przez swoich klientów, zazwyczaj udzielają klientowi wskazówek dotyczących zapakowania. Natomiast producenci odpadów zazwyczaj wymagają pisemnych procedur dotyczących segregacji, pakowania oraz etykietowania odpadów laboratoryjnych.

### Wstępna akceptacja dla zakładów przetwarzania fizyczno-chemicznego

Placówki muszą przeprowadzić orientacyjne badanie celem zidentyfikowania materiałów, które nie są objęte ich programem monitorowania ścieków oczyszczonych, ale są akceptowane przez zakład. Główne kwestie do rozważenia są następujące:

- Odpady wodne zawierające rozpuszczalniki, które mogą być emitowane wskutek podwyższonej temperatury procesu.
- Odpady o wysokiej zawartości azotu z możliwością emisji amoniaku do atmosfery.
- Odpady o wysokiej zawartości siarki z możliwością emisji siarkowodoru oraz lotnych związków organicznych do atmosfery.
- Odpady zawierające fosfor: nie wszystkie zakłady zobowiązane są do regularnego monitorowania "fosforu całkowitego", dlatego w tych zakładach łatwiejsze może być stosowane oszacowanie takiej emisji na podstawie pobrania kwasu fosforowego.
- Sporadyczne odpady nieorganiczne, np. odpady zawierające arsen. Również w tym przypadku z reguły łatwiej będzie obliczyć roczną emisję niż rozszerzać program monitorowania.

### Zakłady przetwarzania biologicznego

Wstępna ocena oraz okresowa weryfikacja są proporcjonalne do ryzyka stwarzanego przez rodzaj oraz charakter odpadów. Na przykład, zielone odpady ogrodnicze są mniej ryzykowne niż mieszane odpady komunalne i dlatego będą wymagały mniejszego stopnia kontroli podczas ich wstępnej akceptacji. [\[49. Podgrupa bio. 2014\]](#)

### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Brak.

### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Wymóg scharakteryzowania odpadów, w tym pobierania próbek oraz ich analizy, ma również zastosowanie do zakładów transferu i przetwarzania odpadów. Ze względu na korzyści handlowe strony trzecie często niechętnie ujawniają tożsamość producenta odpadów. Nie może to jednak być ważniejsze od podstawowego wymogu, aby operator sprawdzał informacje o odpadach u źródła (a nie tylko u obecnego ich posiadacza), gdyż informacje wytwórcy odpadów są zazwyczaj najdokładniejsze.

### **Ekonomika**

Brak danych.

### **Siła napędowa wdrażania**

Bezpieczeństwo urządzeń technologicznych i pracowników, jak również wymogi prawne dotyczące konkretnych działań związanych z przetwarzaniem odpadów oraz dotyczące pozwoleń.

### **Przykładowe zakłady**

Stosowane powszechnie w sektorze przetwarzania odpadów.

### **Literatura źródłowa**

[50. Grupa robocza ÖWAV 2002], [9. UK EA 2001], [10. Babbie Group Ltd 2002], [11. WT TWG 2003], [48. UBA Niemcy 2003], [18. WT TWG 2004], [51. WT TWG 2005], [49. Podgrupa bio. 2014], [29. Podgrupa PCT 2015]

## **2.3.2.2 Charakterystyka składu odpadów**

### **Opis**

Połączenie analiz, które należy przeprowadzić na etapie wstępnej akceptacji celem uzyskania wystarczającej wiedzy na temat składu odpadów.

### **Szczegóły techniczne**

Charakterystyka składu odpadów jest istotnym etapem procedury wstępnej akceptacji. Na przykład odpady niebezpieczne to bardzo złożone mieszaniny. Tylko kombinacja analiz może zapewnić wystarczającą wiedzę na temat odpowiedniego postępowania z odpadami niebezpiecznymi i ich przetwarzania. Wybór testów analitycznych opiera się na wiedzy na temat procesu(-ów) wytwarzania odpadów. Charakterystyka składu odpadów nie jest protokołem przeprowadzanym na etapie odbioru, lecz na etapie wstępnej akceptacji. Protokół ten nie jest sporządzany dla każdego odpadu lub każdego nowego odpadu, ale gdy informacje zebrane na temat odpadów nie są wystarczające do zapewnienia zgodności z wymogami regulacyjnymi oraz do określenia odpowiedniej drogi ich przetwarzania.

### Jakość

Analizy przeprowadzane są przez laboratoria posiadające solidne procedury zapewnienia jakości oraz pracujące z użyciem uznanych metod badawczych. Norma EN ISO 17025 [52. CEN 2017] reprezentuje najlepszą praktykę. Próbkę badawczą do analizy przygotowuje się zgodnie z odpowiednią normą [53. CEN 2015]. W przypadku obecności wielu niemieszających się składników lub frakcji, analiza zostaje przeprowadzona na każdym składniku, a wyniki cząstkowe mogą być łączone celem uzyskania wyniku końcowego.

### Analiza odpadów płynnych

Może obejmować:

- (i) W przypadku obecności zawiesiny ciał stałych lub oddzielonych faz oraz gdy podejrzewa się, że metody analizy zastosowane do próbki płynnej nie ekstrahują i nie kwantyfikują związków obecnych w cząstkach stałych lub w oddzielnej fazie, próbka jest rozdzielana na dwie frakcje odpowiednią metodą (filtracja, odwirowywanie dekantacyjne). Następnie określa się masę każdej frakcji i

przeprowadza kompleksową analizę oddzielonej frakcji płynnej oraz stałej lub każdej fazy.

(ii) Pomiar następujących parametrów:

- Ciężar właściwy próbki.
  - Zawartość wody.
  - Zawartość popiołu poprzez kalcynację w temperaturze 550 °C.
  - W przypadku ścieków i odpadów wodnych, pH, potencjał redoks oraz przewodność elektryczna mierzone są bezpośrednio w wodzie. W przypadku odpadów półpłynnych oraz oleju pomiary wykonywane są po ekstrakcji wody z próbki surowej w stosunku 10 ltr/kg suchej masy w zamkniętym pojemniku w celu ograniczenia wymiany z atmosferą.
  - Testy celem nabrania pewności, że strumień odpadów nie zahamuje biologicznego oczyszczania.
  - Jeżeli odpadem jest sól fizjologiczna (przewodność > 0,15 S/m), zaleca się określenie prawidłowej specjacji metali, pomiar chlorków a najlepiej wszystkich halogenów rozpuszczalnych w wodzie.
  - W przypadku podejrzenia jego obecności, zaleca się oddzielne określenie wolnego oraz złożonego cyjanku.
  - TZO, jeżeli podejrzewa się ich obecność.
  - 12 metali ciężkich (As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn) określa się ilościowo oraz indywidualnie. Można zastosować dowolną specyficzną klasyczną metodę (częściowej) ekstrakcji tych metali.
  - Zawartość innych metali oraz pierwiastków (krzem, siarka, fosfor itp.).
  - Chrom (VI), jeżeli podejrzewa się jego obecność.
  - Zawartość substancji lotnych i półlotnych.
  - Drogą klasycznej analizy ilościowej zawartość poszczególnych substancji kontrolowanych przepisami o wartościach granicznych < 1 w/w-%, jeśli podejrzewa się ich występowanie.
  - Bilans masy odpadów płynnych.

### Analiza odpadów stałych

Może obejmować:

- (i) Opcjonalnie, pomiar gęstości objętościowej próbki laboratoryjnej bez obróbki wstępnej, celem poinformowania użytkownika o rodzaju odpadów.
- (ii) Pomiar następujących parametrów:
  - Zawartość wody. Może być konieczna wstępna obróbka odpadów (nie w przypadku związków lotnych) poprzez suszenie na powietrzu w temperaturze 40 °C, mielenie oraz przesiewanie.
  - Zawartość popiołu (pozostałości kalcynowane) po kalcynacji w temperaturze 550 °C.
  - W przypadku ciał stałych, pH, potencjał redoks oraz przewodnictwo elektryczne mierzone są w ekstrakcie wodnym próbki surowej w stosunku 10 ltr/kg suchej masy (DM).
  - Jeżeli odpadem jest sól fizjologiczna (przewodność odcieku > 0,15 S/m), zaleca się określenie prawidłowej specjacji metali, pomiar chlorków, a najlepiej wszystkich chlorowców w ekstrakcie 10 ltr/kg suchej masy (DM).
  - W przypadku podejrzenia jego obecności, zaleca się oddzielne określenie wolnego oraz złożonego cyjanku.
  - TZO, jeżeli podejrzewa się ich obecność.
  - 12 metali ciężkich (As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn) określa się ilościowo oraz indywidualnie. Można stosować wszelkie specyficzne klasyczne metody (częściowego) rozpuszczania tych metali.

- Zawartość innych metali oraz pierwiastków (krzem, siarka, fosfor itp.).
- Chrom (VI), jeżeli podejrzewa się jego obecność.
- Zawartość substancji lotnych i półlotnych.
- Drogą klasycznej analizy ilościowej zawartość poszczególnych substancji kontrolowanych przepisami o wartościach granicznych < 1 w/w-%, jeśli podejrzewa się ich występowanie.
- Bilans masy odpadów stałych.

### **Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Dokładna znajomość odpadów niebezpiecznych pozwala na:

- określenie kryteriów niebezpieczeństwa;
- poddanie ocenie ich wpływu na instalację zgodnie z dyrektywą Seveso;
- zapewnienie zgodności z wymaganymi przepisami dotyczącymi mieszania.

Jest to również bardzo ważne narzędzie gwarantujące, że substancje niebezpieczne, które są zabronione do recyklingu, będą prawidłowo zarządzane oraz ekstrahowane z części odpadów poddanych przetwarzaniu, takich jak TZO, substancje wzbudzające szczególnie duże obawy (SVHC) oraz substancje podlegające procedurze udzielania zezwoleń (wymienionych w załączniku XIV do rozporządzenia REACH).

W związku z tym kompletny protokół opisany w szczegółach technicznych jest najbardziej adekwatny, aby uniknąć jakichkolwiek szkodliwych skutków dla środowiska z powodu braku wiedzy na temat składu odpadów niebezpiecznych (podczas obchodzenia się z nimi oraz ich przetwarzania).

### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Brak.

### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Opisany protokół jest bardzo dokładny dla wszystkich substancji organicznych, ale może prowadzić do bardziej otwartej interpretacji w przypadku substancji nieorganicznych (głównie związków metali).

Wszystkie analizy w protokole zawierają informacje o składzie pierwiastków (metale, chlorowce itp.). Jeżeli operator lub wytwórca odpadów nie posiada informacji mineralogicznych na temat odpadów, bardzo trudno jest zinterpretować wyniki analiz oraz dostarczyć właściwych informacji na temat specjacji metali. W takiej sytuacji oraz celem uzyskania pełnego obrazu charakterystyki odpadów niebezpiecznych można zastosować podejście "najgorszego przypadku", w którym np. specyficzny metal jest uważany za najbardziej niebezpieczny związek mogący występować w zależności od kontekstu fizyczno-chemicznego.

### **Ekonomika**

Koszt całego protokołu, który w dużym stopniu zależy od przetwarzanych odpadów oraz procesu przetwarzania, może być znaczny. Niektóre znane przykłady kosztów wynoszą około 1000 EUR za próbkę.

### **Siła napędowa wdrażania**

- Lepsza wiedza nt. Odpadów niebezpiecznych.
- Zgodność z dyrektywą ramową w sprawie odpadów oraz klasyfikacją odpadów.
- Zgodność z dyrektywą Seveso.

### **Przykładowe zakłady**

Operatorzy francuskich zakładów przetwarzania odpadów niebezpiecznych stosują ten protokół w razie potrzeby.

### **Literatura źródłowa**

[54. AFNOR 2013], [55. Hennebert i inni 2015], [29. Podgrupa PCT 2015], [52. CEN 2005], [53. CEN 2015], [56. CEN 2006], [57. CEN 2007], [58. ISO 2012], [59. ISO 2012], [60. ISO 2011], [61. AFNOR 2002], [62. CEN 2007], [63. AFNOR 1988], [64. CEN 2005], [65. CEN 2002], [66. CEN 2006]



### 2.3.2.3 Przyjęcie odpadów

#### Opis

Procedury przyjęcia mają na celu potwierdzenie właściwości odpadów, zidentyfikowanych na etapie wstępnej akceptacji.

#### Szczegóły techniczne

Procedura przyjęcia odpadów zawiera szczegółowe informacje na temat następujących kroków, które są podejmowane przez operatorów po przybyciu odpadów do obiektu ich unieszkodliwiania. Uwzględnia również cele przetwarzania (co obejmuje specyfikację przewidzianą dla produktu końcowego).

#### Zasady przyjęcia

- (i) Poza sytuacjami nadzwyczajnymi operator odbiera na miejscu przetwarzania jedynie wstępnie zaksięgowane odpady, które zostały wstępnie zaakceptowane i są zgodne z informacją podaną podczas ich wstępnej akceptacji.
- (ii) Wszystkie odpady przed przyjęciem są sprawdzane oraz weryfikowane w odniesieniu do informacji zawartych w protokole wstępnej akceptacji oraz w dokumentacji przekazania.
- (iii) Operator określa i stosuje przejrzyste oraz jednoznaczne kryteria odrzucenia odpadów a także zgłasza właściwym organom wszelkie niezgodności.
- (iv) Odpady są przyjmowane oraz akceptowane wyłącznie pod nadzorem odpowiednio wykwalifikowanej osoby.
- (v) Cała dokumentacja transferu odpadów jest sprawdzana oraz zatwierdzana.
- (vi) Operator sprawdza czy obiekt posiada niezbędne możliwości odbioru odpadów dla wszystkich obszarów magazynowania (kwarantanna, odbiór, procesy ogólne i masowe) oraz wszystkich procesów przetwarzania. Odpady nie są odbierane, jeśli powyższe warunki nie są spełnione. Pojemność fizyczna oraz licencjonowana zakładu musi być wystarczająca do magazynowania, a w stosownych przypadkach magazynowanie musi uwzględniać sumowanie się odpadów niebezpiecznych, jak to określono w specyfikacji zakładu zgodnie z dyrektywą Seveso.
- (vii) W przypadku gdy istnieje ryzyko skażenia promieniotwórczego, odpady są sprawdzane celem ustalenia, czy nie zawierają elementów radioaktywnych.

#### Próbkowanie

- (viii) W przeciwieństwie do odpadów takich jak:
  - czyste odpady chemiczne;
  - azbest;
  - zanieczyszczona odzież, opakowania lub szmaty;
  - 'wyroby';
  - odpady laboratoryjne;
  - odpady stałe inne niż niebezpieczne (z wyjątkiem wpisów lustrzanych, gdy skład odpadów jest nieznan);
  - zanieczyszczone drewno oraz materiały dachowe;
  - odpady zielone oraz żywnościowe;

próbki z pozostałych odpadów, luzem lub w pojemnikach (w tym z każdego pojemnika), pobierane są w sposób reprezentatywny, a następnie poddawane weryfikacji i testom zgodności. Nie wystarczy polegać wyłącznie na dostarczonych informacjach pisemnych.

- (ix) Próbka reprezentatywna to próbka, która uwzględnia pełną różnorodność oraz każdy podział ładunku w taki sposób, aby uwzględnione zostały najgorsze scenariusze.
- (x) Pobieranie próbek odbywa się na miejscu pod nadzorem wykwalifikowanego personelu zakładu. W przypadku gdy kierowca przybywa na miejsce z próbką pobraną gdzie

indziej, przeprowadza się pełną ocenę ryzyka celem sprawdzenia, czy próbka jest reprezentatywna, wiarygodna oraz czy została pobrana jedynie do celów związanych ze zdrowiem lub bezpieczeństwem (na przykład odpady reagujące z powietrzem lub wodą).

- (xi) W skomputeryzowanym systemie kontroli procesu przetwarzania odpadów prowadzony jest zapis procesu pobierania oraz sprawdzania próbek wraz z uzasadnieniem.
- (xii) Próbki pobrane podczas przyjęcia przechowywane są przez odpowiedni okres (np. 2 dni) po przetworzeniu lub usunięciu odpadów z zakładu, łącznie ze wszystkimi pozostałościami po ich przetworzeniu.

#### Kontrola oraz analiza

- (xiii) Testy wymagane do celów weryfikacji podczas przyjęcia odpadów (na przykład zawartość metalu, całkowita zawartość węglowodorów ropopochodnych, kolor, pH oraz wydzielanie odoru) wyszczególnione są w komputerowym systemie kontroli procesu przetwarzania odpadów. Jeżeli kontrola wzrokowa jest niewykonalna (np. ze względów bezpieczeństwa pracy), zgodność odpadów dostarczonych do przetworzenia jest sprawdzana za pomocą sprzętu analitycznego (np. wiskozymetria, podczerwień, chromatografia, spektrometria masowa), laboratoriów oraz odpowiednio wykwalifikowanych pracowników.
- (xiv) Analiza odpadów przeprowadzana jest przez laboratorium stosujące odpowiednio uznane metody badań. W przypadku gdy otrzymane odpady są niebezpieczne, laboratorium znajduje się na miejscu lub jest dostępne w innej lokalizacji.

#### Przyjęcie

- (xv) Przed wyładunkiem sprawdza się czy wszystkie pojemniki są odpowiednio oznakowane oraz w dobrym stanie (nieuszkodzone i nie skorodowane; pokrywy są dobrze dopasowane; klapy, zasuwki itp. na miejscu). Wszelkie niesolidnie lub nieoznakowane pojemniki umieszczane są w kwarantannie i odpowiednio traktowane. Etykietowanie obejmuje niepowtarzalny numer referencyjny systemu śledzenia, datę przybycia na miejsce oraz przynajmniej kod podstawowego zagrożenia. Informacje te są dodawane do skomputeryzowanego systemu kontroli procesu przetwarzania odpadów.
- (xvi) Po kontroli wzrokowej pojemniki na odpady są wyładowywane w wyznaczonym obszarze odbioru w oczekiwaniu na pobranie próbek oraz weryfikację.
- (xvii) Pobieranie próbek oraz weryfikacja zgodności wszelkich pojemników w obszarze odbioru następuje możliwie jak najszybciej (np. w ciągu jednego dnia roboczego od ich odbioru) a następnie pojemniki są przekazywane do odpowiedniego ogólnego obszaru przechowywania na miejscu lub w stosownych przypadkach, poddawane kwarantannie. Odpady nie są magazynowane w strefie odbioru bez odpowiedniej ilości wolnej przestrzeni.
- (xviii) Przechowywanie w warunkach kwarantanny pojemników zamkniętych trwa maksymalnie pięć dni roboczych. Istnieją pisemne procedury postępowania z odpadami poddawany kwarantannie, wraz z maksymalną pojemnością magazynową. W niektórych szczególnych oraz ograniczonych przypadkach (np. wykrywanie radioaktywności) kwarantanna może być dłuższa.
- (xix) W przypadku gdy pojemniki zawierają odpady laboratoryjne, każdy pojemnik jest otwierany tak szybko, jak to możliwe (np. w ciągu 1 dnia od otrzymania) celem sprawdzenia czy zawartość jest nienaruszona oraz czy stan inwentarza jest zgodny z oczekiwaniami. Zawartość każdej beczki musi być zgodna oraz posortowana według zagrożenia podstawowego. Po posortowaniu i zabezpieczeniu pojemniki z odpadami laboratoryjnymi przenoszone są do odpowiedniego magazynu ogólnego.
- (xx) Kwarantanna odpadów resztkowych, odbiór, pojemność ogólna oraz zdolność odbiorcza instalacji są aktualizowane w skomputeryzowanym systemie kontroli procesu przetwarzania odpadów; system wstępnej rezerwacji ma zapewnić, że pojemność do magazynowania oraz zdolność przetwórcza jest wystarczająca do przyjęcia odpadów przeznaczonych do przetworzenia.

- (xxi) Ładunki masowe (płynne lub stałe) mogą być rozładowywane dopiero po pełnej weryfikacji ich zgodności. Tymczasowe magazynowanie ładunków masowych niespełniających wymagań nie jest prowadzone, z wyjątkiem sytuacji awaryjnych. Badania weryfikacyjne obejmują zgodność z informacjami dotyczącymi wstępnej akceptacji, spójność z odpowiednim magazynowaniem ładunków masowych oraz sprawdzanie zdolności do przetwarzania i kompatybilności (np. z matrycą przetwarzania przy użyciu symulacji w skali laboratoryjnej).
- (xxii) W obszarze odbioru muszą być przewidziane dodatkowe przestrzenie do oddzielania materiałów obcych lub ponadwymiarowych elementów.
- (xxiii) Wyznaczony(-e) punkt(-y) pobierania próbek lub obszar odbioru muszą znajdować się w bezpośredniej bliskości laboratorium/obiektu kontrolnego i muszą być widoczne.
- (xxiv) Strefa odbioru musi być wyposażona w odpowiednio uszczelniony system drenażowy zapobiegający zanieczyszczeniu odpływowi oraz oddzielny system zbierania wycieków, odseparowany od kanalizacji deszczowej (patrz punkt 2.3.11).
- (xxv) Obszary wyladunku, punkt pobierania próbek/odbioru oraz kwarantanny mają mieć nieprzepuszczalną powierzchnię z niezależnym drenażem, aby zapobiec przedostawaniu się wycieków do systemów magazynowania lub ucieczce poza miejsce magazynowania.
- (xxvi) Odpady mają być natychmiast segregowane celem usunięcia ewentualnych zagrożeń wynikających z niezgodności, co może powodować, że odpady nie spełnią kryteriów przyjęcia.
- (xxvii) Należy zapewnić, aby substancje niezgodne nie weszły w kontakt z rozlewami powstałymi podczas pobierania próbek, na przykład w studziencie obsługującej punkt pobierania próbek. Absorbenty muszą być na miejscu, aby poradzić sobie z ewentualnymi wyciekami.

Procedury przyjęcia odpadów opierają się na ocenie ryzyka, biorąc pod uwagę, na przykład, ich ewentualne właściwości niebezpieczne, ryzyko stwarzane przez odpady w zakresie bezpieczeństwa procesu, pracy oraz wpływu na środowisko naturalne, jak również wiedzę poprzednich posiadaczy odpadów.

### **Korzyści dla środowiska**

Procedura przyjęcia potwierdza prawidłowość wyników kontroli przeprowadzonej podczas wstępnej akceptacji, a zatem pomaga zagwarantować, że nie przyjmuje się nieodpowiednich odpadów, które mogłyby prowadzić do niepożądanych reakcji lub niekontrolowanych emisji w trakcie przetwarzania.

### **Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

#### Zakłady przetwarzania olejów odpadowych

Zazwyczaj zakłady te kładą większy nacisk na prawidłowość procedur przyjęcia niż tych stosowanych na etapie wstępnej akceptacji.

#### Przyjęcie odpadów laboratoryjnych

Procedury przyjmowania odpadów laboratoryjnych są zasadniczo takie same jak w przypadku odpadów w beczkach. Różnią się one od "normalnych" odpadów wprowadzanych na teren zakładu tym, że występują w postaci skoncentrowanej. W sytuacjach, gdy operator dokonał identyfikacji opakowania u klienta, weryfikacja na miejscu może być ograniczona do otwarcia beczek celem sprawdzenia czy pojemniki nie są uszkodzone. W takich przypadkach do ładunku dołączona zostaje dokumentacja potwierdzająca sprawdzenie oraz zapakowanie. W sytuacjach, gdy beczka została zapakowana przez klienta, operator musi przeprowadzić pełną kontrolę oraz weryfikację. Kontrola opakowania oraz segregacja obejmują jak najszybsze opróżnienie beczki i przepakowanie odpadów po przeprowadzeniu wszelkich niezbędnych kontroli. Jeżeli przy otwieraniu beczki okaże się, że zawiera ona substancje niezgodne lub nieodpowiednio zapakowane, wówczas zawartość beczki należy natychmiast posortować i przepakować, a następnie zastosować procedurę niezgodności z wymogami zakładu.

#### Zakłady przetwarzania fizyczno-chemicznego

Wszystkie odpady sprawdzane są po przybyciu w drodze oględzin oraz pobierania próbek. System pobierania próbek różni się ze względu na rodzaj prowadzonej analizy, a jego zakres ustalany jest w momencie wstępnej akceptacji. Może istnieć prosty system kontroli temperatury zapłonu i pH lub próbka zostaje pobrana do szybkiego laboratoryjnego wykrycia takich elementów oraz zawartości metali, a także wstępnego badania organicznego. Alternatywnie,

charakter odpadów może wymagać dokładnej analizy lub przeprowadzenia wstępnego przetwarzania.

#### Katalizacja odpadów

Materiały są sprawdzane pod kątem nieprzewidzianych domieszek oraz zanieczyszczeń, co może być pomocne przy utrzymywaniu czystości produktu i redukcji emisji.

#### Odpady węgla aktywnego

Węgiel aktywny otrzymany do regeneracji jest identyfikowany jako odrębna partia i poddawany analizie, tak aby znane były substancje, które mają być desorbowane w trakcie przetwarzania, oraz aby potwierdzić, że zakład posiada zdolność do takiego przetwarzania w granicach zezwolenia. Strona dostarczająca takie odpady powinna wyraźnie określić rodzaje zanieczyszczeń węgla aktywnego, które przeznaczone są do regeneracji.

### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Brak.

### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Technika ogólnie dostępna.

### **Ekonomia**

Koszty związane ze scharakteryzowaniem odpadów oraz bezpieczeństwem pracy są zazwyczaj wysokie.

Koszt urządzeń odbiorczych do oczyszczania ścieków, na przykład rozładunku i magazynowania cystern, może wynieść około 1,5 mln EUR (1 mln GBP). Koszty operacyjne są stosunkowo niskie i obejmują głównie koszty administracyjne.

### **Siła napędowa wdrażania**

Bezpieczeństwo urządzeń technologicznych oraz pracowników, wymogi prawne dotyczące konkretnych działań związanych z przetwarzaniem odpadów oraz wymagania dotyczące pozwoleń.

### **Przykładowe zakłady**

Technika ogólnie stosowana w sektorze przetwarzania odpadów.

### **Literatura źródłowa**

[67. [Agencja Ochrony Środowiska Wlk. Brytanii 1996](#)], [9. [UK EA 2001](#)], [10. [Babtie Group Ltd 2002](#)], [11. [WT TWG 2003](#)], [33. [EPA Irlandia 2003](#)], [16. [C. Ruiz 2002](#)], [48. [UBA Niemcy 2003](#)], [18. [WT TWG 2004](#)], [19. [WT TWG 2004](#)], [51. [WT TWG 2005](#)], [29. [Podgrupa PCT 2015](#)], [34. [Watco 2002](#)], [13. [Schmidt i inni 2002](#)], [17. [Pretz i inni 2003](#)], [26. [Podgrupa mech. 2014](#)]

#### **2.3.2.4 Pobieranie próbek**

##### **Opis**

Procedura stosowana jest jako część etapu wstępnej akceptacji oraz przyjęcia celem pobrania próbek, które zostaną scharakteryzowane, poddane analizie lub testom.

##### **Szczegóły techniczne**

Procedura pobierania próbek została opracowana w oparciu o następujące zasady:

- (i) Podejście oparte na analizie ryzyka w zależności od rodzaju odpadów (np. niebezpiecznych lub innych niż niebezpieczne); znajomości klienta (np. wytwórcy

- odpadów); wpływu potencjalnego mieszania lub łączenia; oraz możliwości dalszego przetwarzania.
- (ii) Sprawdzanie odpowiednich parametrów fizyczno-chemicznych (np. za pomocą wiskozymetrii, podczerwieni, chromatografii czy spektrometrii masowej, stosownie do przypadku).
  - (iii) Procedury pobierania próbek mają być przystosowane do:
    - płynów,
      - odpadów stałych;
      - dużych i małych pojemników/zbiorników (liczba próbek wzrasta wraz z liczbą pojemników/zbiorników czy zmiennością odpadów);
      - odpadów laboratoryjnych.
  - (iv) Procedury mają zawierać szczegóły dotyczące pobierania próbek odpadów z beczek w ramach wyznaczonego magazynowania, np. w ramach harmonogramu stosowanego po odbiorze;
  - (v) Należy określić oraz zarejestrować następujące informacje:
    - schemat pobierania próbek dla każdej dostawy wraz z opisem uzasadniającym wybór danej opcji;
    - odpowiednią lokalizację punktów poboru próbek;
    - pojemność zbiornika, z którego pobierane są próbki (w przypadku próbek z beczek dodatkowym parametrem powinna być całkowita liczba beczek);
    - liczbę próbek oraz stopień ich ujednoczenia;
    - warunki operacyjne (np. atmosferyczne) w momencie pobierania próbek.
  - (vi) W przypadku niskich temperatur otoczenia może być konieczne tymczasowe przechowanie odpadów celem pobrania próbek po rozmrożeniu.
  - (vii) Musi być dostępne laboratorium do terminowej analizy wszystkich próbek. Szczególnie w przypadku odpadów niebezpiecznych oznacza to często, że laboratorium (z odpowiednim wyposażeniem) musi znajdować się na miejscu.

Dostępny jest jeden standard oraz pięć instrukcji w jaki sposób pobierać próbki odpadów:

- EN 14899 Charakteryzowanie odpadów - Pobieranie próbek materiałów – Struktura przygotowania i zastosowania planu pobierania próbek
- CEN/TR 15310-1 Charakteryzowanie odpadów - Zbieranie odpadów - Część 1: Przewodnik dotyczący wyboru oraz stosowania kryteriów pobierania próbek w różnych warunkach;
- Charakteryzowanie odpadów - Zbieranie odpadów - Część 2: Wytyczne dotyczące technik pobierania próbek;
- CEN/TR 15310-3 Charakteryzowanie odpadów - Zbieranie odpadów - Część 3: Przewodnik po procedurach pobierania próbek wstępnych w miejscu ich powstania;
- CEN/TR 15310-4 Charakteryzowanie odpadów - Zbieranie odpadów - Część 4: Przewodnik po procedurach pakowania, przechowywania, konserwacji, transportu oraz dostarczania próbek;
- CEN/TR 15310-5 Charakteryzowanie odpadów - Pobieranie próbek odpadów - Część 5: Wytyczne dotyczące procesu opracowywania planu pobierania próbek.

W przypadku gdy plan pobierania próbek nie może zostać wdrożony zgodnie z powyższymi metodami, ich posiadacz powinien postępować zgodnie z procedurami stosowanymi w sektorze w odniesieniu do analizowanych odpadów.

Jako wynik realizacji fazy pobierania próbek otrzymujemy próbkę laboratoryjną.

### **Korzyści dla środowiska**

- Poprawa ogólnej efektywności środowiskowej zakładu przetwarzania odpadów.
- Zapobieganie wypadkom, incydentom oraz związanym z nimi niekontrolowanym emisjom.
- Niektóre techniki zapobiegają również emisjom ulotnym (np. wydzielaniu odoru) podczas pobierania próbek.

### Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Do pobierania próbek oraz analizy różnych rodzajów odpadów potrzebny jest odpowiedni sprzęt.

Ogólnie rzecz biorąc, w przypadku wszystkich metod pobierania próbek odpadów procedura ich pobrania powinna zapewnić, aby pobieranie próbek oraz ich analiza była przeprowadzana w sposób odpowiedni do charakterystyki odpadów. Systemy pobierania próbek mają na celu uwzględnienie zmienności odpadów, a liczba pobranych próbek opiera się na ocenie ryzyka

stwarzanego przez odpady. Na etapie wstępnej akceptacji może nie być konieczne pobranie próbek z każdego pojemnika; na przykład można zastosować zasadę "pierwiastka kwadratowego z (n+1)", pod warunkiem, że kontrola przed przyjęciem obejmuje pobranie próbek z każdego pojemnika. W niektórych przypadkach pobieranie próbek może nie być konieczne, na przykład w przypadku butli gazowych lub złomu baterii. W innych przypadkach, gdy zmienność jest duża lub nieznaną, konieczna będzie większa liczba próbek, ponieważ charakterystyka danego odpadu wymaga pobrania próbek ze wszystkich pojemników. Pobieranie próbek odpadów technologicznych powinno uwzględniać zmienność procesu i może być wymaganych kilka próbek celem prawidłowego scharakteryzowania odpadów.

### Oddziaływanie na procesy i środowisko

Brak.

### Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Techniki te są odpowiednie dla wszystkich rodzajów odpadów. Procedury pobierania próbek odpadów opierają się na podejściu opartym na analizie ryzyka, uwzględniającym na przykład ryzyko, jakie stwarzają odpady pod względem bezpieczeństwa procesu, bezpieczeństwa pracy oraz wpływu na środowisko naturalne, jak również wiedzę poprzedniego posiadacza odpadów.

### Ekonomika

Laboratorium na miejscu może być kosztowne dla prostszych/mniejszych zakładów przetwarzania odpadów (zob. tabela 2.5).

**Tabela 2.5: Ekonomika sprzętu laboratoryjnego i monitorującego w zakładzie przetwarzania olejów odpadowych**

Technika	Koszt inwestycji (GBP)	Koszty operacyjne (GBP)
Laboratorium analityczne <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>	40 000	20 000
Sprzęt do monitoringu <sup>(2)</sup>	10 000	1000
<i>Specyfikacja techniczna</i>		
Wydajność	10 000 ton/rok	
Rodzaj oleju	Zużyte oleje smarne	
Typ procesu	Proces wsadowy	
Przepływ gazów odlotowych	0–50 Nm <sup>3</sup> /godz.	
Wiek zakładu	10 lat	
Wiek urządzeń do kontroli zanieczyszczeń	2 lata	
<p>(1) Zakłada się, że nie jest wymagany żaden dodatkowy budynek oraz można wykorzystywać stosunkowo prosty sprzęt laboratoryjny. W skład personelu wchodzi jeden pełnoetatowy technik.</p> <p>(2) Koszty urządzeń do monitoringu ciągłego różnią się znacznie w zależności od liczby kontrolowanych substancji, stosowanych technik analitycznych oraz danego dostawcy.</p> <p>Źródło: [7. UK, H. 1995]. [18. WT TWG 2004]</p>		

### Siła napędowa wdrażania

Zapobieganie incydentom oraz wypadkom.

### Przykładowe zakłady

Wszystkie zakłady przetwarzania odpadów stosują system pobierania próbek.

### Literatura źródłowa

[\[50. Grupa robocza ÖWAV 2002\]](#), [\[9. UK EA 2001\]](#), [\[10. Babbie Group Ltd 2002\]](#), [\[11. WT TWG 2003\]](#), [\[33. EPA Irlandia 2003\]](#), [\[14. Eucopro 2003\]](#), [\[48. UBA Niemcy 2003\]](#), [\[18. WT TWG 2004\]](#), [\[51. WT TWG 2005\]](#), [\[29. PCT Podgrupa 2015\]](#).

### 2.3.2.5 System śledzenia oraz inwentaryzacja odpadów

#### Opis

System śledzenia odpadów na terenie zakładu przechowuje wszelkie informacje wygenerowane podczas wstępnej akceptacji, przyjęcia, magazynowania, przetwarzania i/lub usuwania poza teren zakładu.

#### Szczegóły techniczne

System śledzenia odpadów powinien być w stanie odnotować wszystkie poniższe informacje:

- całkowitą ilość odpadów występujących jednorazowo na terenie zakładu, w odpowiednich jednostkach, na przykład w ekwiwalentach 205-litrowych beczek;
- rozbicie ilości magazynowanych odpadów według sposobu przetwarzania;
- rozbicie ilości odpadów na składowisku z podaniem tych które są tylko magazynowanie, tj. oczekują na dalszy transfer;
- rozbicie ilości odpadów według ich kategorii zagrożenia;
- schemat położenia odpadów na terenie zakładu w stosunku do planu obiektu;
- ilość odpadów na terenie zakładu w stosunku do wartości granicznych;
- czas przebywania odpadów w zakładzie w stosunku do dozwolonego terminu.

Zapisy dokonywane są w skomputeryzowanym systemie kontroli procesu przetwarzania odpadów i na bieżąco aktualizowane celem odzwierciedlenia dostaw, przetwarzania na miejscu oraz wysyłek. System śledzenia działa również jako system inwentaryzacji odpadów/kontroli zapasów i obejmuje przynajmniej:

- datę przybycia do zakładu;
- detale dotyczące wytwórcy odpadów;
- poprzedniego właściciela odpadów;
- unikalny numer referencyjny;
- rezultaty analiz z wstępnej akceptacji oraz przyjęcia odpadów;
- rodzaj oraz wielkość opakowań;
- przewidywany rodzaj przetwarzania;
- dokładne dane dotyczące właściwości oraz ilości odpadów przechowywanych na terenie zakładu, w tym ich wszystkich zidentyfikowanych zagrożeń;
- gdzie znajdują się dane odpady w stosunku do planu obiektu;
- w stosunku do wyznaczonej trasy przetwarzania, gdzie znajdują się dane odpady (dotyczy przetwarzania wsadowego);
- wszelkie decyzje dotyczące wstępnej akceptacji, przyjęcia, magazynowania, przetwarzania lub odrzucenia danych odpadów;
- odbiorcę przetworzonych odpadów.

Jako sposób prowadzenia aktualnego spisu odpadów, system śledzenia odpadów ma również na celu uniknięcie gromadzenia się odpadów, co z kolei może prowadzić do degradacji lub deformacji pojemników. Pomaga również w identyfikacji starzejących się odpadów oraz gwarantuje, że wszelkie nagromadzone płyny w pojemnikach, osadnikach itp. są odpowiednio traktowane.

System śledzenia odpadów oparty jest na analizie ryzyka, uwzględniającej na przykład niebezpieczne właściwości odpadów, zagrożenia stwarzane przez odpady w zakresie

bezpieczeństwa procesu, bezpieczeństwa pracy oraz wpływu na środowisko naturalne, jak również wiedzę poprzednich posiadaczy odpadów.

#### **Korzyści dla środowiska**

Zapobieganie incyidentom oraz wypadkom.

#### **Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

System śledzenia pomaga zorientować się jakie odpady znajdują się w jakim kontenerze/zbiorniku/pojemniku. Na przykład podczas magazynowania odpadów luzem lub w trakcie procesu przetwarzania, śledzenie poszczególnych partii odpadów nie będzie możliwe.

Jednakże śledzenie pozostałości/związków, które będą gromadzić się w obrębie zbiornika pomiędzy poszczególnymi zdarzeniami usuwania osadów, może być prowadzone celem uniknięcia niezgodności z następnymi, przychodzącymi odpadami.

W przypadku odpadów płynnych celem jest prowadzenie ewidencji stanu zapasów w odniesieniu do prowadzonych procesów, podczas gdy kontrola odpadów w beczkach/zbiornikach wykorzystuje indywidualne oznakowanie każdej beczki/zbiornika celem zarejestrowania lokalizacji oraz czasu trwania magazynowania.

Zazwyczaj w przypadku systemów śledzenia wymagane są komputerowe bazy danych. Wdrożenie skutecznego systemu wymaga również dodatkowej pracy administracyjnej. Systemy śledzenia muszą ustalić, co dokładnie należy prześledzić i kiedy.

#### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Brak.

#### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Technika ogólnie stosowana.

#### **Ekonomika**

Brak danych.

#### **Siła napędowa wdrażania**

- Zgodność z pozwoleniem wydanym instalacji, w szczególności wszelkie ograniczenia zdolności produkcyjnej w odniesieniu do całego zakładu lub określonych strumieni odpadów.
- Zgodność z wymaganiami dyrektywy Seveso.

#### **Przykładowe zakłady**

Technika jest powszechna w całym sektorze gospodarki odpadami.

#### **Literatura źródłowa**

[\[9. UK EA 2001\]](#), [\[10. Babbie Group Ltd 2002\]](#), [\[11. WT TWG 2003\]](#), [\[18. WT TWG 2004\]](#), [\[19. WT TWG 2004\]](#), [\[29. Podgrupa PCT 2015\]](#)

### **2.3.2.6 Zarządzanie jakością produkcji w procesie przetwarzania odpadów**

#### **Opis**

Ustanowienie oraz wdrożenie systemu zarządzania jakością produkcji, tak aby zagwarantować, że wydajność przetwarzania odpadów jest zgodna z oczekiwaniami, wykorzystując na przykład istniejące normy EN.

#### **Szczegóły techniczne**

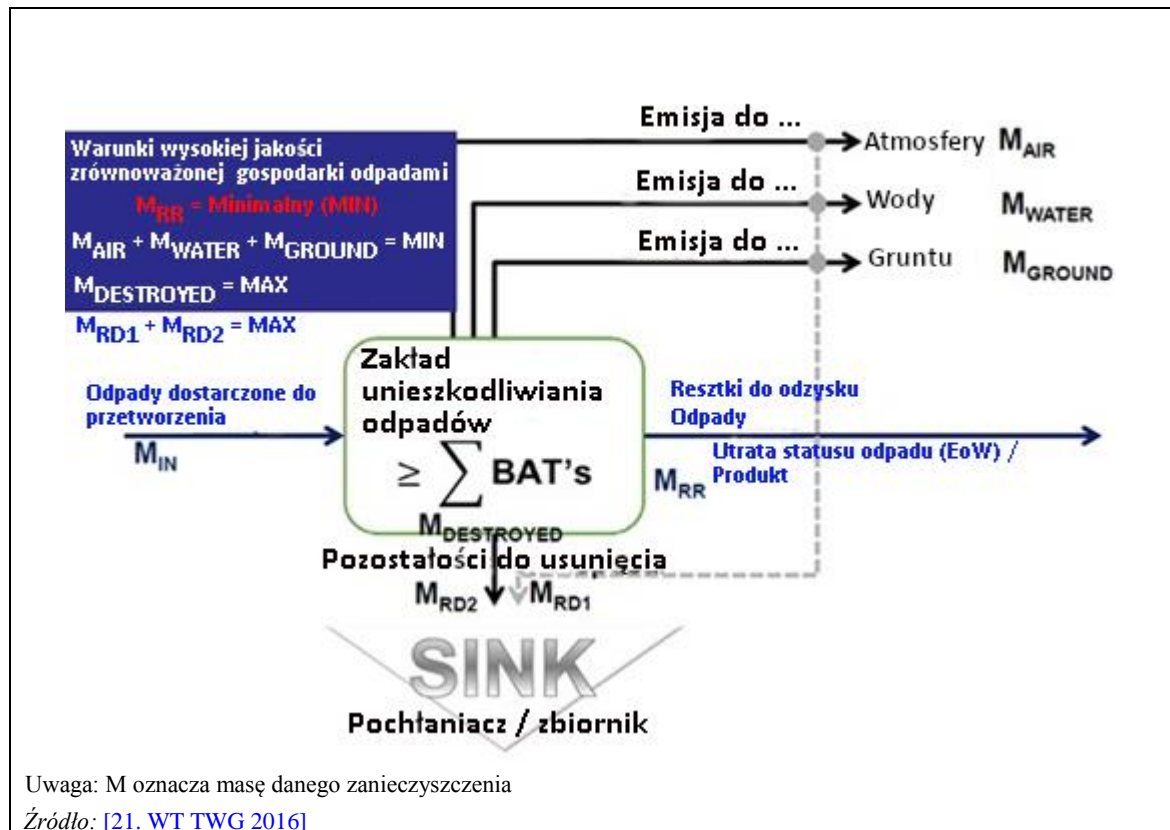
System zarządzania pozwala na weryfikację, czy charakterystyka produktu wyjściowego jest zgodna z oczekiwaniami, którymi mogą być np. specyfikacja produktu, wydajność usuwania zanieczyszczeń itp.

System zarządzania pomaga również monitorować oraz optymalizować wydajność przetwarzania odpadów i w tym celu może obejmować analizę przepływu odpowiednich składników w całym procesie przetwarzania odpadów.



Analiza przepływu materiałów dla niektórych zanieczyszczeń w odpadach pomaga w identyfikacji przepływu(-ów) oraz losów tych zanieczyszczeń. Analiza ta może być pomocna w wyborze najbardziej odpowiednich form przetwarzania odpadów, zarówno bezpośrednio na miejscu, jak i w każdej kolejnej lokalizacji. Uwzględnia ilość zanieczyszczeń w odpadach dostarczonych do przetworzenia, w różnych produktach wyjściowych oraz w emisjach z przetwarzania. Celem analizy przepływu materiału oraz późniejszej wiedzy na temat losów zanieczyszczeń jest zagwarantowanie, że zanieczyszczenia te będą prawidłowo przetwarzane i albo niszczone, albo usuwane.

Ilustracja 2.22 przedstawia analizę przepływu materiału.



### Ilustracja 2.22: Zobrazowanie analizy przepływu materiału

Wykorzystanie analizy przepływu materiałów oparte jest na analizie ryzyka, uwzględniającej na przykład właściwości niebezpieczne odpadów, zagrożenia stwarzane przez odpady w zakresie bezpieczeństwa procesu, pracy oraz wpływu na środowisko, jak również wiedzę poprzednich posiadaczy odpadów.

#### Korzyści dla środowiska

Kontrola jakości przetwarzania odpadów przyczynia się do poprawy efektywności środowiskowej ich przetwarzania jako całości.

#### Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Istnieją już systemy zarządzania jakością dla niektórych produktów powstających w wyniku przetwarzania odpadów, takie jak EN 15358 ("Stałe paliwa z odzysku. Systemy zarządzania jakością. Szczegółowe wymagania dotyczące ich stosowania w produkcji paliw stałych z odzysku").

Oczekiwania co do jakości produkcji mogą być odzwierciedlane w specyfikacjach lub w umowach dwustronnych z odbiorcami przetworzonych odpadów. Istnieje wiele norm EN, które

odnoszą się do jakości lub wydajności przetwarzania odpadów (na przykład pod względem szybkości usuwania zanieczyszczeń): normy te wymienione są w rozdziałach 3 do 5.

### Oddziaływanie na procesy i środowisko

Nie jest spodziewane.

### Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Wdrożenie systemu zarządzania jakością produkcji ma zastosowanie ogólne.

### Ekonomika

Brak danych.

### Siła napędowa wdrażania

Jakość przetworzonych odpadów.

### Przykładowe zakłady

Zakłady z listy referencyjnej, które stosują system zarządzania jakością produkcji, przedstawiono w tabeli 2.6.

**Tabela 2.6: Zakłady z listy referencyjnej obsługujące system zarządzania jakością produkcji**

Numer zakładu	Dominujący rodzaj przetwarzania odpadów
21, 73, 129, 260, 262, 328, 412, 413, 417, 418, 460, 518, 520, 521, 530, 537, 542, 543, 544, 546, 547, 548, 609, 622, 623, 635	Tlenowe przetwarzanie odpadów biologicznych separowanych u źródła
97, 111, 131, 132, 261, 268, 319, 349, 377, 459, 485, 541	Beztlenowe przetwarzanie odpadów biologicznych
37, 257, 337, 338, 350	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne (MBT)
25, 55, 282C, 293C, 294C, 432	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
24, 32, 122C, 219, 277, 278, 279, 442C, 443C, 493, 627	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
222, 223, 224, 225, 226, 228, 336, 340, 427, 495_496, 569, 613, 614	Immobilizacja (stabilizacja i zestalanie) odpadów stałych oraz półpłynnych
494	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie zanieczyszczonej gleby
03, 04, 07, 192C, 368_369_370_371, 392, 393, 401_404, 423_424	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
56, 168C	Regeneracja zużytych rozpuszczalników
425_426, 469, 553	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
92, 235, 570, 610	Powtórna rafinacja oraz inne działania przygotowujące oleje odpadowe do powtórnego użycia
333C, 497, 498	Regeneracja / odzysk składników ograniczających zanieczyszczenia / pozostałości z oczyszczania gazów spalinowych (FGT)
398	Łączenie/mieszanie

### Referencje

Komentarz EURITS #24 w [\[21. WT TWG 2016\]](#)

### 2.3.2.7 Segregacja odpadów

#### **Opis**

Odpady w zależności od ich właściwości segregowane są przed ich przetworzeniem, celem umożliwienia łatwiejszego oraz bezpieczniejszego dla środowiska przechowywania oraz przetwarzania. Segregacja odpadów opiera się na fizycznym ich rozdzieleniu oraz na procedurach, które określają kiedy i gdzie magazynowane są odpady oraz kiedy zezwala się na mieszanie odpadów i w jaki sposób jest ono przeprowadzane.

**Szczegóły techniczne**

Segregacja zapewnia, że odpady, które są niekompatybilne, nie będą miały ze sobą kontaktu. Gwarantuje również, że odpady palne będą magazynowane oddzielnie od innych odpadów, aby zapobiec rozprzestrzenianiu się na nie ognia z innych materiałów i vice versa.

W praktyce, jeżeli odpady są umieszczane w tym samym pojemniku, kontenerze lub zbiorniku co inne odpady lub materiał, uważa się, że są to odpady mieszane (zob. sekcja 2.3.2.7 dotycząca badania zgodności). Mieszanina niewielkiej ilości odpadów niebezpiecznych z większą ilością odpadów innych niż niebezpieczne tworzy dużą ilość materiału, który należy traktować jako odpady niebezpieczne. Ogólnie rzecz biorąc, unika się rozcieńczania zanieczyszczeń poprzez łączenie/mieszanie różnych odpadów (patrz sekcja 2.1.4).

Niektóre techniki oraz zasady, które należy rozważyć w odniesieniu do segregacji odpadów, są następujące:

- a. Rozważenie oraz w stosownych przypadkach, stosowanie segregacji podczas magazynowania materiałów (zob. sekcja 2.3.13.2).
- b. Odpowiednie oznakowanie zakładu, w tym pojemników oraz pomieszczeń magazynowych. Zwiększy to znacznie prawdopodobieństwo, że personel zakładu będzie nadążał za wszelkimi zmianami w praktykach mających na celu poprawę segregacji odpadów.
- c. Utrzymywanie odpadów stałych w stanie suchym. W niektórych przypadkach (np. rozkład beztlenowy z mokrą fermentacją) konieczne może być wytwarzanie ścieków.
- d. Utrzymywanie deszczówki oraz czystej wody chłodzącej z daleka od odpadów (np. od ścieków).

**Korzyści dla środowiska**

Unikanie incydentów wywołanych przypadkowym lub celowym wymieszeniem odpadów niekompatybilnych.

**Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Tabela 2.7 przedstawia przykładowe zestawienie kompatybilności oraz pokazuje, że staranne planowanie powinno być stosowane do segregacji odpadów, np. podczas magazynowania. Przykładowo kwasy, minerały, substancje nieutleniające (numer 1) mogą generować ciepło oraz wchodzić w gwałtowne reakcje polimeryzacyjne po połączeniu/zmieszaniu z aldehydami (numer 5).

Tabela 2.7: Przykład tabeli kompatybilności dla magazynowania odpadów niebezpiecznych

Lp.	Nazwa grupy reaktywności	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	101	102	103	104	105	106	107										
1	Kwasy, minerały, nieutleniające	1																																																		
2	Kwasy, minerały, utleniające		2																																																	
3	Kwasy, organiczne		GH	3																																																
4	Alkohole, glikole	H	HF	HP	4																																															
5	Aldehydy	HP	HF	HP		5																																														
6	Amidy	H	H GT				6																																													
7	Aminy, alifatyczne, aromatyczne	H	H GT	H		H		7																																												
8	Azowiązki, diazocomponenty, hydrazyny	HG	H GT	HG	H				8																																											
9	Karbaminiany	HG	H GT						HG	9																																										
10	Kaustyki	H	H	H		H				HG	10																																									
11	Cyanki	GT GF	GT GF	GT GF					G			11																																								
12	Ditiokarbaminiany	H GF F	H GF F	H GF GT		GF GT		U	HG				12																																							
13	Estry	H	HF						HG		H			13																																						
14	Etery	H	HF												14																																					
15	Fluorki, nieorganiczne	GT	GT	GT												15																																				
16	Węglowodory aromatyczne		HF														16																																			
17	Substancje halogenoorganiczna	H GT	HF GT					H GT	HG		H GF	H						17																																		
18	Izocyjaniany	HG	HF GT	HG	HP			HP	HG		HP G	HG	U						18																																	
19	Ketony	H	HF						HG		H	H																																								
20	Tiole, inne siarczki organiczne	GT GF	HF GT						HG									H	H	H	20																															
21	Metale, alkalia, berylowce, elementarne	GF HF	GF HF	GF HF	GF HF	GF H	GF H	GF H	GF H	GF H	GF H	GF H	GF H	GF H				HE	GF H	GF H	GF H	21																														
22	Metale, inne pierwiastki, stopy postaci proszków, par lub zgarów	GF HF	GF HF	GF					EF GT	U	GF H							HE	GF H		GF HF	22																														
23	Metale, inne pierwiastki i stopy, takie jak blachy, pręty, odkuwki itp.	GF HF	GF HF						HF G									HF						23																												
24	Metale i związki metali, toksyczne	S	S	S			S	S			S														24																											



### Oddziaływanie na procesy i środowisko

Brak.

### Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika (a) (patrz opis powyżej) jest czasami uważana za niemającą zastosowania ze względów bezpieczeństwa.

### Ekonomika

Niektóre rodzaje odpadów stałych można skutecznie segregować poprzez niewielkie zmiany w sprzęcie. Zazwyczaj przetwarzanie odpadów zmieszanych będzie droższe niż przetwarzanie strumienia złożonego z jednego rodzaju odpadów.

### Siła napędowa wdrażania

Prawodawstwo. Dyrektywa 1999/31/WE w sprawie składowania odpadów oraz dyrektywa 2008/98/WE w sprawie odpadów stanowią ramy prawne UE w zakresie łączenia oraz mieszania odpadów.

### Przykładowe zakłady

Powszechną praktyką jest segregacja olejów odpadowych celem uzyskania materiału o wyższej wartości niż powszechnie stosowany olej opałowy.

### Literatura źródłowa

[8. LaGrega i inni 1994], [11. WT TWG 2003], [68. UBA Niemcy 2003], [13. Schmidt i inni 2002], [17. Pretz i inni 2003], [18. WT TWG 2004], [19. WT TWG 2004], [35. VROM 2004], [38. UBA Niemcy 2012]

## 2.3.2.8 Badanie zgodności odpadów

### Opis

Zestaw kontroli oraz testów wykrywających niepożądane i potencjalnie niebezpieczne reakcje chemiczne pomiędzy odpadami (polimeryzacja, wydzielanie gazów, reakcja egzotermiczna, rozkład, krystalizacja, strącanie itp.).

### Szczegóły techniczne

Ocenę zgodności (kompatybilności) można przeprowadzić na etapie wstępnej akceptacji, przyjęcia i przed każdym etapem procesu przetwarzania odpadów.

Badanie zgodności jest dostosowane do każdego procesu magazynowania i przetwarzania odpadów. Na przykład, może składać się ze specjalnych procedur dla odpadów stałych, dla długich czasów reakcji, dla odpadów w małych opakowaniach, itp.

Celem zapobiegania wszelkim niepożądanym lub nieoczekiwanym reakcjom i uwolnieniom badania przeprowadzane są przed transferem obejmującym każde poniższe działanie:

- rozładunek cysterny do magazynu masowego;
- transfer cysterna-cysterna (zbiornik-zbiornik)
- transfer z kontenera do zbiornika masowego;
- transfer ładunku masowego do beczek lub dużych pojemników do przewozu luzem (DPPL);
- transfer odpadów stałych do beczek lub pojemników,

Wykaz niedopuszczalnych odpadów sporządzany jest na podstawie zezwolenia dla zakładu oraz na podstawie tego, czy odpady stwarzają szczególne ryzyko dla instalacji lub procesu, takie jak, między innymi:

- ryzyko wybuchu (np. obecność amunicji lub procesy mieszania, które mogą prowadzić do wybuchu);
- ryzyko korozji urządzeń zakładu (np. silne kwasy);
- ryzyko niekontrolowanych reakcji (np. obecność nadtlenków lub silnych utleniaczy lub składników polimeryzujących, takich jak niektóre izocyjaniany);
- ryzyko wydzielania się gazów (np. obecność cyjanków, siarczków, rozpuszczonych gazów).

Powyższy wykaz jest specyficzny dla każdej operacji przetwarzania oraz ostatecznego unieszkodliwiania i wymaga od operatorów zajmujących się odpadami indywidualnej metody postępowania w każdym określonym przypadku.

Typ testu zgodności różni się w zależności od rodzaju odpadów i procesu ich przetwarzania (np. rozładunek, grupowanie, homogenizacja).

Główną zasadą jest wcześniejsze wymieszanie próbki pierwszego rodzaju odpadów z próbką drugiego rodzaju. Test zgodności przeprowadzany jest w laboratorium w tych samych warunkach adiabatycznych, co planowane mieszanie w pełnej skali. Test uwzględnia następujące elementy:

- wzrost temperatury, reakcje egzotermiczne;
- aspekt fizyczny/zachowanie mieszanki (np. kilka faz lub nie, emulsje);
- potencjalne wytrącanie, krystalizacja, polimeryzacja oraz inne reakcje chemiczne;
- emisje gazu.

Czas trwania testu waha się, na przykład od 15 minut do 24 godzin, w zależności od rodzaju odpadów.

Aby lepiej scharakteryzować reaktywność odpadów, mogą być potrzebne dodatkowe badania, takie jak testy utleniania i redukcji, oznaczanie pH, badanie uwalniania. Kryteria odrzucenia przez testy zgodności mogą być unikalne lub kombinowane i są definiowane w zależności od rodzaju odpadów i procesu ich przetwarzania; mogą to być np. zmiany temperatury (np. wzrost temperatury o 3 °C po zmieszaniu wskazuje na niezgodność odpadów), polimeryzacja (jeżeli występuje, to odpady nie są kompatybilne), itp.

Przyczyny wydzielania się wszelkich gazów oraz odorów muszą zostać zidentyfikowane. W przypadku zaobserwowania jakiegokolwiek niepożądanego reakcji, należy znaleźć alternatywną metodę usuwania lub utylizacji.

Testy zgodności oparte są na analizie ryzyka, uwzględniającej na przykład niebezpieczne właściwości odpadów, zagrożenia, jakie stwarzają odpady pod względem bezpieczeństwa procesu, bezpieczeństwa pracy oraz wpływu na środowisko, jak również wiedzę poprzednich posiadaczy odpadów.

#### **Korzyści dla środowiska**

Zapobieganie niepożądanym lub nieoczekiwanym reakcjom i uwolnieniom przed transferem do zbiorników magazynowych, łączeniem/mieszaniem lub innymi rodzajami przetwarzania.

#### **Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Aby zapewnić bezpieczeństwo pracy podczas badania, przeprowadza się przed nim ocenę ryzyka i włącza do procedury. Operatorzy przeprowadzający testy zgodności powinni być wyposażeni w środki ochrony osobistej, takie jak okulary ochronne, rękawice, odzież ochronną. Testy zgodności powinny być przeprowadzane pod pracującym okapem wyciągowym.

Laboratorium powinno być wyposażone w odpowiedni sprzęt (np. turbomieszadła używane tylko na krótko do mieszania, wolnoobrotowe mieszadła do formowania zawiesiny kłaczkowatej), który w przybliżeniu symuluje warunki panujące w zakładzie.

#### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Brak.

#### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Ogólnie stosowane w sektorze przetwarzania odpadów.

#### **Ekonomika**

Brak danych.

#### **Siła napędowa wdrażania**

Unikanie incydentów związanych z mieszaniem niekompatybilnych odpadów.

#### **Przykładowe zakłady**



Technika powszechnie stosowana w całym sektorze gospodarki odpadami.

### Literatura źródłowa

[67. [Agencja Ochrony środowiska Wlk. Brytanii 1996](#)], [8. [LaGrega i inni 1994](#)], [9. [UK EA 2001](#)], [11. [WT TWG 2003](#)], [14. [Eucopro 2003](#)], [18. [WT TWG 2004](#)], [19. [WT TWG 2004](#)], [29. [Podgrupa PCT 2015](#)]

### 2.3.2.9 Sortowanie odpadów

#### Opis

Obejmuje techniki sortowania stosowane celem przygotowania odpadów dostarczonych do przetworzenia przed ich obróbką (sortowanie wstępne). Sortowanie przychodzących odpadów stałych ma na celu zapobieganie przedostawaniu się niepożądanych materiałów do dalszych procesów przetwarzania.

#### Szczegóły techniczne

Sortowanie jest powszechnym etapem w procesie przetwarzania odpadów, wykonywanym celem:

- zapewnienia, że odpady dostarczone do przetworzenia będą mogły być poddawane obróbce w późniejszym procesie przetwarzania odpadów;
- poprawy wskaźnika odzysku w procesie przetwarzania odpadów;
- zapewnienia zgodności produktu wyjściowego z jego dalszym wykorzystaniem.

Istnieją dwie strategie sortowania: pozytywne i negatywne:

- a. Sortowanie pozytywne oznacza, że tylko pożądane materiały (np. o wysokiej wartości opałowej i niskiej zawartości substancji szkodliwych) są wylapywane z strumienia odpadów. Strategia ta prowadzi do zwiększenia ilości materiałów magazynowanych na wysypiskach, ale również do wyższej jakości produktu końcowego, takiego jak np. paliwo stałe.
- b. Strategie sortowania negatywnego prowadzą do oddzielania tylko tych materiałów, które nie są pożądane w strumieniu odpadów (np. jeśli wymagane jest zmniejszenie zawartości chloru w odpadach, gdyż może to powodować problemy, jeśli są one spalane lub współspalane, jedną z możliwości może być zmniejszenie zawartości tworzyw sztucznych PVC w strumieniu odpadów). Dzięki tej strategii ilość materiału magazynowanego na wysypiskach może być mniejsza, ponieważ materiały, które mogą mieć wyższą zawartość substancji szkodliwych, kończą jako produkt wyjściowy.

Sortowanie może być wykonywane ręcznie lub w sposób zautomatyzowany.

#### Sortowanie ręczne

Sortowanie ręczne polega na wzrokowym sprawdzeniu przez personel materiału odpadowego na taśmie produkcyjnej lub podłodze celem wybiórczego usunięcia materiału docelowego z ogólnego strumienia odpadów, lub celem usunięcia zanieczyszczeń ze strumienia wyjściowego, aby zwiększyć jego czystość. Technika ta jest generalnie ukierunkowana na materiały nadające się do recyklingu (szkło, tworzywa sztuczne itp.) oraz wszelkie zanieczyszczenia, materiały niebezpieczne i materiały nadwymiarowe, takie jak WEEE. Usunięte materiały umieszczane są w zspach lub dalszych taśmociągach, które następnie przenoszą je do magazynów.

Stale miejsce pracy do sortowania ręcznego powinno znajdować się w zadaszonej kabinie odizolowanej od reszty hali obróbki oraz wyposażonej w lokalny system wentylacji wyciągowej, celem ograniczenia narażenia personelu na kurz, ruchy pojazdów czy wibracje. Preferowana jest stała prędkość przepływu materiału, co pozwala zapobiec gwałtownym wzrostom w jego ilości oraz umożliwić bardziej efektywne sortowanie. Celem optymalizacji sortowania ręcznego bierze się pod uwagę następujące aspekty:

- wydajność (tony/godz.);
- przepływ materiału na przenośnikach taśmowych ( $m^3/godz.$ );
- wysokość i szerokość przenośnika taśmowego do ręcznego sortowania (mm);

- położenie zsyków oraz poręczy.

[69. UK EA 2013], [70. Amlinger i inni 2009]

### **Sortowanie automatyczne**

Materiał przechodzi przez rampę wibracyjną, która zasila przenośnik taśmowy. Pod przenośnikiem taśmowym znajduje się wykrywacz metalu, który wysyła do jednostki komputerowej określone dane dla każdego materiału. Dodatkowa kamera umieszczona nad przenośnikiem taśmowym również przesyła informacje do jednostki komputerowej. Oba sygnały informacyjne analizowane są przez specjalne oprogramowanie, zanim jednostka komputerowa przekaże impulsy, polecając dyszom wydmuchanie pojedynczej cząstki lub umożliwienie jej przejścia (sortowanie pozytywne lub negatywne). Przyjęte lub odrzucone produkty są następnie transportowane pojedynczymi taśmami do dalszego przetwarzania lub magazynowania.

Przy szerokości taśmociągu 1200 mm oraz w zależności od podawanego materiału, możliwe jest uzyskanie wydajności 2-8 tony/godz., przy wielkości ziarna 3-250 mm.

Tabela 2.8 przedstawia przykłady technik sortowania opisanych w tej sekcji.

**Tabela 2.8: Przykłady technik sortujących**

Separacja metali	Separacja magnetyczna metali żelaznych
	Separacja elektromagnetyczna metali nieżelaznych
	Separatory wszystkich rodzajów metali
Sortowanie optyczne	
Separacja rentgenowska	
Separacja densymetryczna	Separacja powietrzna
	Separacja balistyczna
	Separacja flotacyjno-sedymentacyjna
	Stoły wibracyjne
Separacja ze względu na wielkość (przesiewanie)	

### **Separacja metali**

#### **Separacja magnetyczna metali żelaznych**

Separacja magnetyczna jest powszechnym procesem w zakładach unieszkodliwiania odpadów. Separatory magnetyczne mogą być stosowane do ekstrakcji żelaza i stali jako surowca, np. do ekstrakcji puszek po napojach. Separacja magnetyczna może być również stosowana do realizacji podstawowych zadań związanych z usuwaniem metali żelaznych z odpadów, co pozwala na uniknięcie kłopotów eksploatacyjnych oraz poprawę jakości produktu wyjściowego (np. separatory magnetyczne są stosowane w procesach recyklingu kabli celem usunięcia metali, aby w ten sposób chronić noże obcinarek obrotowych przed stępieniem lub złamaniem, a także celem późniejszego oczyszczenia produktu miedzianego).

Separacja magnetyczna może być również stosowana na materiałach wsadowych, gdzie metale żelazne muszą być sortowane negatywnie jako zanieczyszczenia (np. materiał organiczny).

Separatory magnetyczne stosuje się w przypadku obecności metali żelaznych w odpadach. Ze względu na fakt, że stal nierdzewna nie jest, lub jest tylko nieznacznie namagnesowana, separatory magnetyczne nie mogą zazwyczaj wyodrębnić stali nierdzewnej.

#### **Magnetyczny oddzielacz taśmowy**

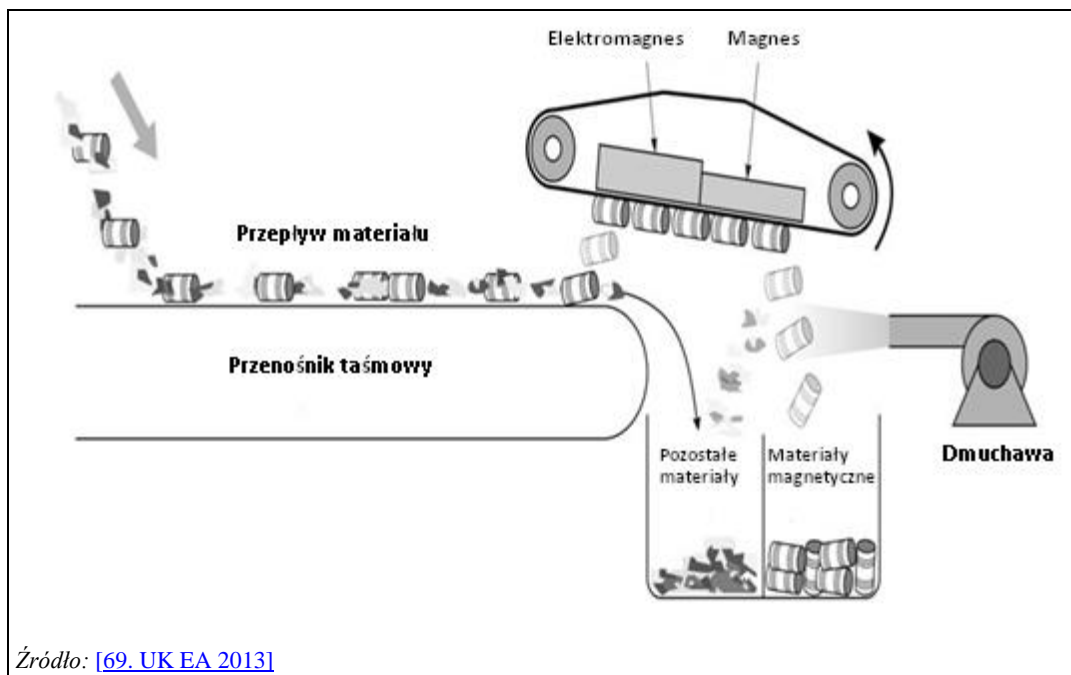
Materiał wsadowy jest przenoszony za pomocą przenośnika taśmowego z układem magnetycznym umieszczonym zazwyczaj nad jego linią. Metale żelazne będą przyciągane do

magnesu i w ten sposób pozytywnie sortowane z surowca. Przenośnik taśmowy umieszczony wokół magnesów może być wykorzystany do transportu metali żelaznych do specjalnego pojemnika. Materiał niemagnetyczny będzie przesuwany na przenośniku taśmowym dalej i opadnie na kolejny przenośnik lub zostanie umieszczony w specjalnym pojemniku.

W celu jak najlepszego wykorzystania magnesu, przenośnik taśmowy zasilający powinien znajdować się bezpośrednio pod nim. Szybkość ekstrakcji wykorzystywana jest jako wskaźnik do określenia optymalnej prędkości przenośnika taśmowego celem osiągnięcia najlepszej wydajności w zakresie procentowego odzysku metali żelaznych. Sortując na przykład stałe odpady komunalne (MSW) o określonej zawartości tworzyw sztucznych o dużej powierzchni, nadtaśmowe separatory magnetyczne nieuchronnie odsysają te tworzywa sztuczne wraz z elementami żelaznymi. W celu zminimalizowania tego zjawiska zaleca się zwiększenie prędkości taśmociągu. Ogólnie rzecz biorąc, magnetyczne oddzielacze taśmowe uzyskują bardzo dobre wyniki, do 98 % odzyskanego żelaza. Przy optymalizacji separacji magnetycznej ważne są następujące aspekty:

- umiejscowienie separatora w optymalnej odległości zależnej od gęstości i prędkości przesuwu materiału wsadowego;
- szerokość magnesu oraz taśmociągu;
- długość magnesu oraz taśmociągu;
- głębokość pola magnetycznego; oraz
- moc silnika napędowego.

Przykładowy magnetyczny oddzielacz taśmowy został pokazany na ilustracji 2.23.



**Ilustracja 2.23: Schemat magnetycznego oddzielacza taśmowego**

### Bęben magnetyczny

Materiał jest dostarczany do bębna magnetycznego za pomocą znajdującego się nad nim leja zsykowego lub znajdującego się przed nim podajnika taśmowego. W przypadku leja zsykowego materiał podawany jest na bęben magnetyczny od góry za pomocą pochylni wibracyjnej. W tym przypadku do obudowy bębna przyczepiają się tylko przedmioty nadające się do namagnesowania i pozostają na nim aż do osiągnięcia granicy działania pola magnetycznego, po czym spadają z bębna i są zbierane za niemagnetyzującą się płytą oddzielającą.

W przypadku bębna magnetycznego znajdującego się za podajnikiem taśmowym metale żelazne przyczepiają się do płaszcza bębna po spadku z taśmy, a następnie są przenoszone oraz

opuszczane podobnie jak to ma miejsce w przypadku magnetycznego oddzielacza taśmowego – ale nie przed

opuszczeniem obszaru oddziaływania pola magnetycznego. Dla wsadu jednorodnego niezbędne jest stosowanie pochylni wibracyjnych.

Preferowany jest montaż magnesów w linii (wzdłuż) taśmociągu, ponieważ pomaga to w skutecznej separacji materiału, który z niej spadnie. Jeżeli magnes ustawiony jest poprzecznie do materiału (tzn. umocowany poprzecznie do przenośnika taśmowego), moc magnesu musi być kilkakrotnie większa niż w ustawieniu wzdłużnym, ponieważ czasami obiekty niemagnetyczne znajdują się na elementach żelaznych, przez które magnes musi przepracować.

Zaletą układu przesyłu w magnetycznych separatorach bębnowych z lejem zsywowym jest to, że części żelazne stykają się bezpośrednio z najsilniejszym polem magnetycznym, a w konsekwencji elementy drobnoziarniste i lekko magnetyczne mogą być łatwo oddzielone.

Zwykle w przypadku przetwarzania odpadów, operacja z bębniem za podajnikiem taśmowym ma znaczenie tylko w przypadku zastosowań specjalnych, np. w przypadku przetwarzania złomu przez rozdrabniacze. W tym przypadku bęben wytwarza silne oraz dalekosiężne pole magnetyczne celem bezpiecznego odzyskania rozdrobnionego oraz zbitego złomu. Transport materiału ferromagnetycznego do linii zrzutu jest osiągnięty poprzez dodatkowe słabe pola. Ze względu na występowanie silnego tarcia podczas sortowania złomu, płaszcz bębna jest produkowany z blachy o grubości 8 mm wykonanej z twardej stali manganowej.

Efektywność magnetycznego oddzielania metali żelaznych można zwiększyć poprzez:

- a. zainstalowanie separatora magnetycznego wzdłużnie nad taśmą przenośnika tuż nad przesuwanym materiałem;
- b. ponowne sortowanie materiału za pomocą magnetycznego separatora bębnowego lub magnetycznego bębna taśmowego (bęben magnetyczny napędzający taśmociąg), ponieważ małe cząstki żelaza mogą nadal pozostawać pod warstwą niemagnetyczną;
- c. zwiększenie prędkości przenośnika taśmowego celem osiągnięcia niskiej zawartości niepożądanego materiału;
- d. wykorzystanie konstrukcji bębna magnetycznego z lejem zsywowym.

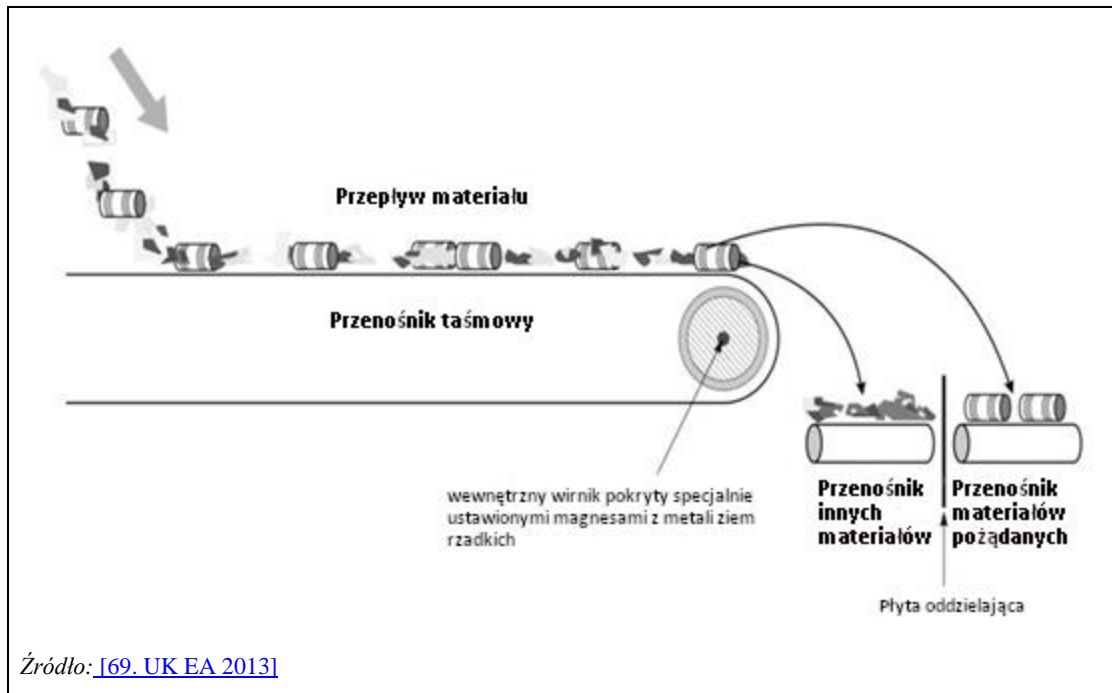
#### Separacja elektromagnetyczna metali nieżelaznych

Metale nieżelazne sortowane są za pomocą separatorów wiropędowych. Prąd wirowy indukowany jest przez serię wirników magnetycznych lub ceramicznych na głowicy przenośnika, który obraca się z dużą prędkością niezależnie od przenośnika. Proces ten wywołuje tymczasowe pola magnetyczne w metalach niemagnetycznych o takiej samej polaryzacji jak wirnik, powodując odpychanie metali, a następnie oddzielenie ich od innych surowców.

Separator zasilany jest zmieszonym strumieniem odpadów, zawierającym metale nieżelazne, takie jak aluminium odlewane ciśnieniowo, miedź. Ponieważ separatory takie mogą sortować cząstki nieżelazne o wielkości ziarna od 3 mm do 150 mm, korzystny może być etap wstępnego przesiewania celem zwiększenia efektywności oddzielania metali nieżelaznych od innych odpadów.

System biegunów magnetycznych umieszczony jest mimośrodowo lub centralnie. W systemach z biegunem centralnym występują problemy z małymi cząsteczkami żelaza, które mogą znaleźć drogę pomiędzy taśmą przenośnika a rurą bębna. Cząsteczki takie są przyciągane wzdłuż całego obwodu bębna, stają się gorące i mogą prowadzić do uszkodzenia plastikowego bębna. Dodatkowo położenie biegunów magnetycznych w systemach mimośrodowych jest zmienne, dzięki czemu najsilniejsze pole może być skierowane w stronę strefy odrzucenia.

Ilustracja 2.24 przedstawia przykład separatora wiropędowego.



#### Ilustracja 2.24: Schemat separatora wirowego

Techniki poprawy separacji obejmują m.in:

- kondycjonowanie wielkości ziaren elementów nieżelaznych odpadów od 3 do 150 mm przed ich oddzieleniem za pomocą separatora wirowego;
- wykorzystywanie zmiennego pola magnetycznego o wysokiej częstotliwości celem poprawy separacji drobnoziarnistych metali nieżelaznych;
- mimośrodowe ustawienie systemu biegunów magnetycznych;
- zastosowanie zsyków wibracyjnych do uzyskania pojedynczej warstwy, celem osiągnięcia dobrych wyników sortowania;
- oddzielanie drobnoziarnistych cząstek żelaza za pomocą bębna magnetycznego z lejem zsykowym przed poddaniem działaniu separatora wirowego.

Z powodu słabego prądu wirowego w tych materiałach trudno jest oddzielić długie i płaskie elementy, takie jak folia aluminiowa czy druty miedziane.

#### Separatory wszystkich rodzajów metali

Separatory wszystkich rodzajów metali stosowane są do automatycznego oddzielania metali żelaznych i nieżelaznych, głównie przy przetwarzaniu tworzyw sztucznych. Wysoką przepustowość można uzyskać, gdy materiał zostanie zdywersyfikowany przed automatycznym rozpoznaniem.

Urządzenia te są stosowane, gdy zawartość metalu w materiale wsadowym jest niska, gdy inne operacje oddzielania metali nie działają wystarczająco wydajnie ze względu na bardzo wysokie wymagania co do jakości produktu lub gdy należy chronić dalsze urządzenia (np. noże krążkowe).

Cewki detekcyjne są w stanie wykryć cząstki metalu o rozmiarach około 1 mm i większych. Ich kształt i masa nie mają znaczenia dla procesu separacji.

Zazwyczaj separatory metali pracują z cewką detekcyjną, która jest umieszczona pod kątem prostym do kierunku transportu i podzielona na pojedyncze segmenty. Jeśli cząstka metalu dostanie się do zmiennego pola magnetycznego cewki o wysokiej częstotliwości, wpływa to na pole. Zmiana taka jest wykrywana przez mikroprocesor sterowany elektronicznie, który jest w stanie zidentyfikować segment cewki w pobliżu cząstki metalu. Następuje oddzielenie cząstki

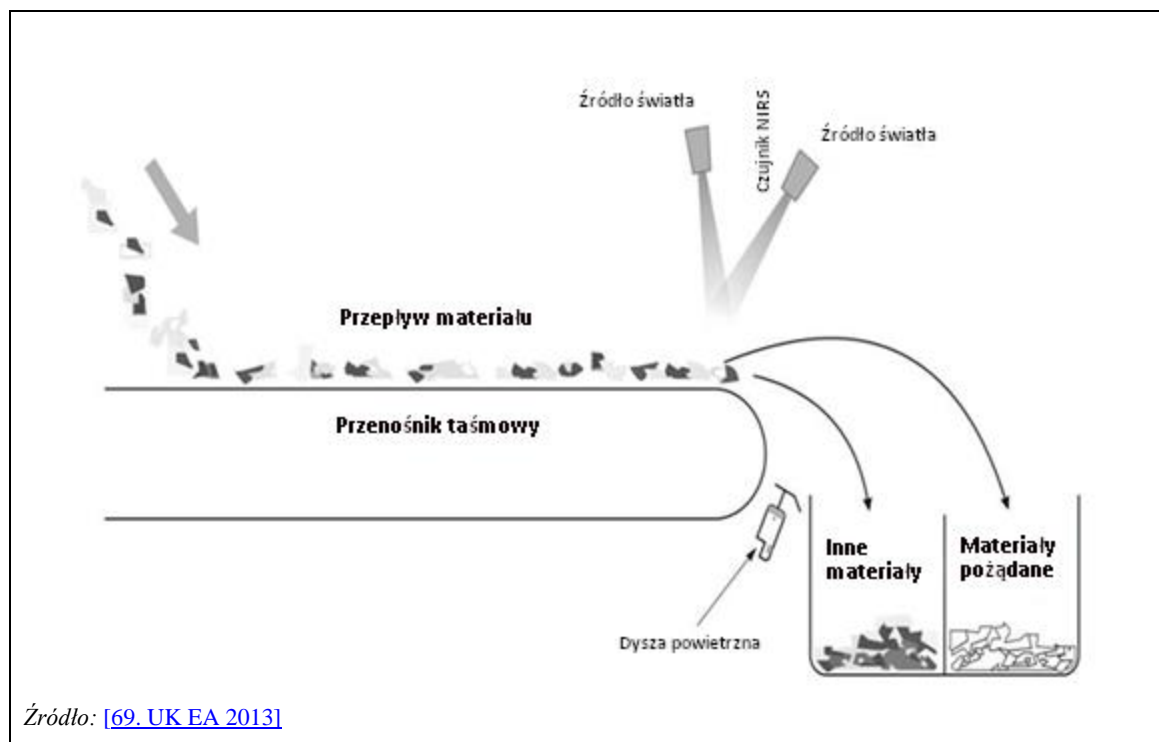
przez jeden lub więcej strumieni powietrza umieszczonych w pobliżu cewek detekcyjnych. Metale są separowane za pomocą płyty oddzielającej.

### **Systemy sortowania optycznego wykorzystujące spektroskopię w bliskiej podczerwieni**

Optyczne systemy sortowania służą do rozdzielenia elementów według koloru.

Materiał, który musi być rozdzielony, najczęściej jest podawany za pomocą taśmy przenośnika. Przenośnik taśmowy pracuje zazwyczaj z dużymi prędkościami, dzięki czemu jego funkcja jest prawie identyczna jak urządzenia izolacyjnego. Nad przenośnikiem zainstalowane są lampy halogenowe oraz detektor. Detektor składa się z czujnika spektroskopii bliskiej podczerwieni (NIRS), który skanuje całą szerokość taśmy przenośnika i przekazuje charakterystykę widm różnych materiałów do procesora danych. Sygnały są porównywane z bazą danych. Analiza uwzględnia obliczenie rzeczywistego położenia materiału na przenośniku taśmowym oraz w ułamku sekundy podaje wyniki pomiarów. Następnie za pomocą strumienia powietrza odbywa się sortowanie odpadów. Urządzenie wytwarzające strumień powietrza wyposażone jest w kilka pojedynczych dysz położonych w odległości około 30 mm od siebie. Każda dysza zasilana jest przez zbiornik ciśnieniowy oraz sterowana za pomocą zaworów magnetycznych. Procesor danych wysyła sygnał, jeśli wykrycie materiału jest pozytywne a strumień powietrza go wydmuchuje. Można jednocześnie aktywować jedną lub więcej dysz powietrznych. Skok ciśnienia wydmuchuje cząstkę, która następnie jest oddzielana od reszty materiału poprzez płytę oddzielającą.

Na ilustracji 2.25 poniżej podano przykład separatora optycznego.



#### **Ilustracja 2.25: Separator optyczny**

Proces prowadzi do rozdzielania składników wejściowych odpadów, np. selektywnej separacji kartonów po napojach, papieru, tektury, mieszanych tworzyw sztucznych, takich jak polietylen (PE), polipropylen (PP), polistyren (PS), politereftalan etylenu (PET) czy polichlorek winylu (PVC). Zmniejszenie zawartości metali ciężkich (np. Sb, Cd, Pb) i chloru w strumieniu odpadów może również nastąpić, gdyż określone odpady zawierające te składniki mogą być oddzielone.

Technikę tą stosuje się na przykład celem zmniejszenia zawartości niektórych związków w paliwie odpadowym tak, aby osiągnął on wymaganą jakość.

Urządzenia do automatycznego rozpoznawania mogą sortować cząstki o wielkości od około 30 mm do 300 mm. Szerokość robocza taśmy przenośnika waha się od 500 mm do 1400 mm. Wydajność dla wstępnie sklasyfikowanych opakowań lekkich o rozmiarach cząstek od 50 mm do 200 mm wynosi od 1 tony/godz. do 6 ton/godz. W praktyce odzysk potencjalnych surowców wtórnych przy użyciu NIRS może sięgać 80-90 %, a 85-95 % przy użyciu dwóch czujników NIRS w linii. Niestety, oddzielenie ciemno-brązowych oraz czarnych materiałów jest niemożliwe, ponieważ światło czujnika NIRS jest przez nie prawie całkowicie pochłaniane. Zastosowanie tej techniki generuje wyjściowy strumień odpadów o wyższej zawartości chloru oraz metali.

### **Separacja rentgenowska**

Kompozyty materiałowe sortowane są za pomocą promieni rentgenowskich według różnych gęstości materiału, składników halogenowych lub składników organicznych. Sortowanie może odbywać się względem metali lekkich i ciężkich lub tworzyw sztucznych. Właściwości różnych materiałów są przekazywane do procesora danych, który steruje strumieniem powietrza celem wydmuchania wykrytych materiałów.

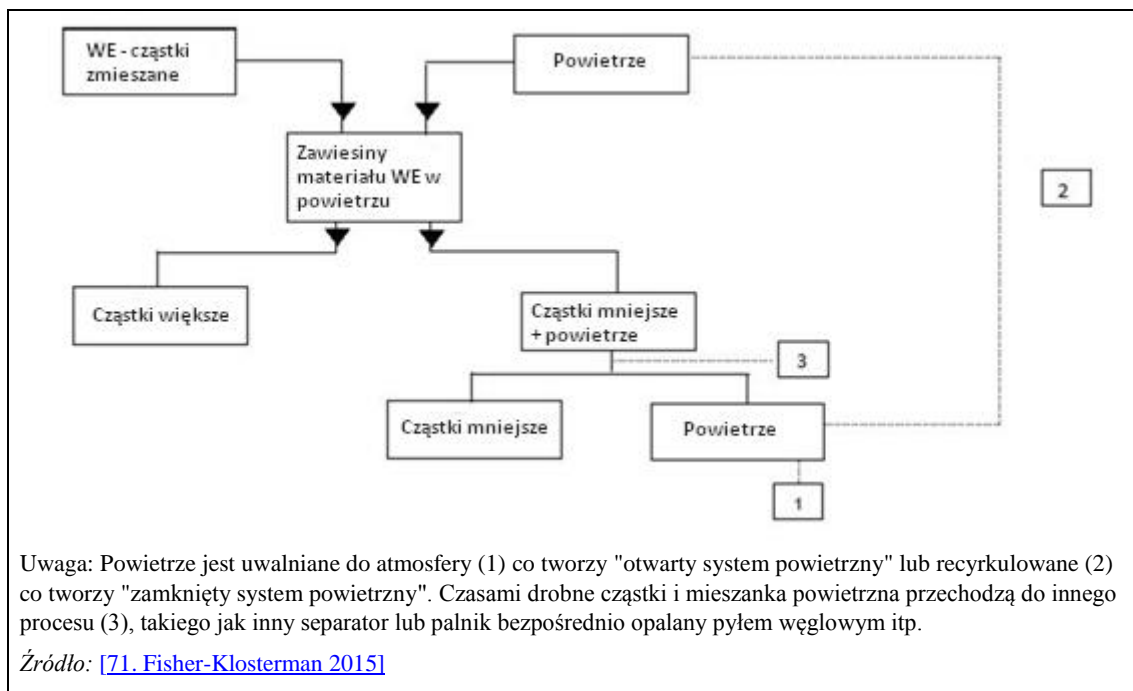
### **Separacja gęstościowa lub odśrodkowa**

#### Klasyfikacja powietrzna

Klasyfikacja powietrzna (lub separacja powietrzna) jest procesem przybliżonego sortowania suchych mieszanek o różnej wielkości cząstek na grupy lub klasy w miejscach odcięcia o wielkości oczek sieci 10 i mniej. Separatory powietrzne uzupełniają sita w zastosowaniach wymagających punktów odcięcia poniżej rozmiarów sit komercyjnych oraz uzupełniają przesiewacze i sita do grubszych odcięć tam, gdzie uzasadniają to szczególne zalety klasyfikacji powietrznej. [71. Fisher-Klosterman 2015]

Przestrzeń wewnątrz urządzenia rozdzielającego, w której cząstki stałe oddziałują ze strumieniem powietrza, jest strefą separacji. Znane są cztery podstawowe strefy separacji, do których należą: grawitacyjny przepływ przeciwpądowy, grawitacyjny przepływ krzyżowy, odśrodkowy przepływ przeciwpądowy oraz odśrodkowy przepływ krzyżowy. [72. Shapiro i inni 2005].

Ilustracja 2.26 przedstawia zasady separacji powietrzem.



**Ilustracja 2.26: Zasady separacji powietrzem**

Prędkość przepływu powietrza dla suchych papierów, cienkościennych tworzyw sztucznych oraz folii z tworzyw sztucznych wynosi przykładowo około 11-12 m/s. Minimalny odzysk tego wysoce kalorycznego, lekkiego materiału o wysokiej wartości opałowej wynosi około 70 %. Przepustowość separatorów powietrzem ograniczona jest ich obciążeniem właściwym, przy maksymalnej wydajności 0,35 kg substancji stałych/(m<sup>3</sup> powietrza / godz.).

Powietrze, które zostało użyte przez separatory powietrzem oraz wydmuchiwanie jest ponownie wykorzystywane: około 30 % powietrza w obiegu cyrkulacyjnym jest usuwane po stronie ciśnieniowej wentylatora i oczyszczane przez filtr przeciwpyłowy. Ta operacja oferuje następujące korzyści:

- można zaprojektować znacznie mniejszy filtr do oddzielania pyłu, ponieważ ilość powietrza, które ma być oczyszczone, jest mniejsza niż jedna trzecia ilości powietrza stosowanego w konwencjonalnym trybie pracy;
- żadne powietrze obciążone pyłem nie jest odprowadzane do otworów przelotowych przenośnika zasilającego lub do strefy ciężkiego zrzutu;
- prędkość powietrza w strefie separacji można precyzyjnie regulować za pomocą zaworów motylkowych.

**Separator flotacyjno-sedymentacyjny**

Metoda ta wykorzystuje do oddzielenia dwóch ciał stałych różne ciężary właściwe materiału. Zbiornik jest wypełniony medium (na przykład wodą) oraz materiałami, które mają być oddzielone: ciało stałe o ciężarze właściwym większym niż medium zatonie, podczas gdy ciało stałe o ciężarze właściwym mniejszym niż medium będzie pływać.

**Separacja balistyczna**

Separator balistyczny lub sito balistyczne składa się z serii równoległych łopatek, o ruchu orbitalnym, ustawionych pod różnym kątem. Łopatki poddają przychodzące odpady silnemu wstrząsowi. Materiały wprowadzane do separatora balistycznego, mające różne właściwości fizyczne (ciężar, kształt, powierzchnia itp.), uzyskują różne trajektorie wskutek orbitalnego ruchu łopatek. Lekkie i płaskie materiały będą w ten sposób transportowane w kierunku górnej części separatora balistycznego, podczas gdy ciężkie oraz walcowate materiały będą transportowane na dół. Po drodze, dzięki ciągłym wstrząsom działającym na materiał wsadowy, proszki i drobna frakcja będą przesiewane przez perforowaną powierzchnię łopatek.

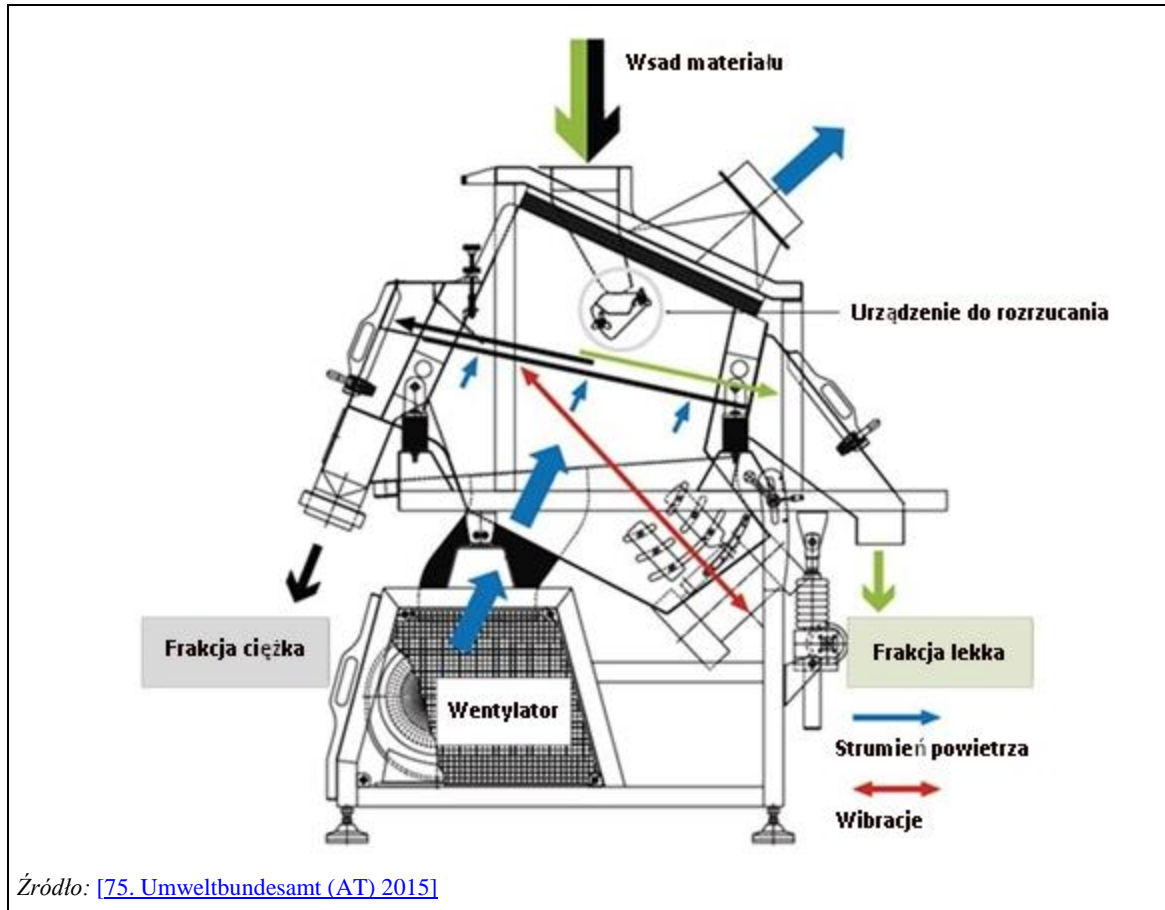
Technika separacji wygeneruje zatem trzy frakcje: frakcję przesianą, frakcję lekką oraz frakcję ciężką. [73. Parini 2015]

**Stoły wibracyjne**

Stoły wibracyjne znane są również jako separatory grawitacyjne lub separatory densymetryczne. Zasada separacji polega na tym, że cząstki poruszają się w szlamie (gnojowicy) w kierunku nachylenia stołu, który oscyluje do przodu i tyłu, czyli zasadniczo zgodnie z nachyleniem, co w połączeniu z korbami umiejscowionymi na stole, zatrzymuje w różnych miejscach cząstki znajdujące się najbliżej blatu, zależnie od ich ciężaru właściwego oraz rozmiarów. Taki ruch oraz konfiguracja powodują, że drobne cząstki o wysokim ciężarze właściwym migrują najszybciej w kierunku blatu stołu i są przenoszone przez szczeliny odprowadzające w najwyższych jego punktach, podczas gdy drobne cząstki o niskim ciężarze właściwym przesuwały się lub pozostają bliżej powierzchni szlamu i przejeżdżają nad szczelinami, a następnie są odprowadzane z najniższej krawędzi stołu. W przypadku stołów powietrznych wsad materiałowy oraz sama separacja są suche (separacja densymetryczna sucha), a poruszające się cząsteczki są fluidyzowane przez niskociśnieniowe powietrze wdmuchiwane przez brezentowy obrus, co w połączeniu z nachyleniem blatu, brakiem korbów oraz oscylującym ruchem stołu powoduje, że drobne cząsteczki o niskim ciężarze właściwym przesuwały się w górę, a większe cząsteczki o dużym ciężarze właściwym przesuwały się najbliżej blatu, i są usuwane na końcu z najniższej części stołu. [74. Falconer 2003]



Można również zastosować połączenie techniki wibracji oraz sortowania powietrznego. W tym przypadku ciężkie frakcje są przenoszone w górę przez wibracje i odprowadzane na górnym końcu stołu separacyjnego. Elementy lżejsze są podwieszane powietrzem wprowadzanym przez ekran i unoszą się w dół do drugiego końca systemu (zob. ilustracja 2.27). [75. Umweltbundesamt (AT) 2015]



**Ilustracja 2.27:** Podstawowa zasada działania połączonych technologii wibracji oraz sortowania powietrznego

### Separacja ze względu na wielkość

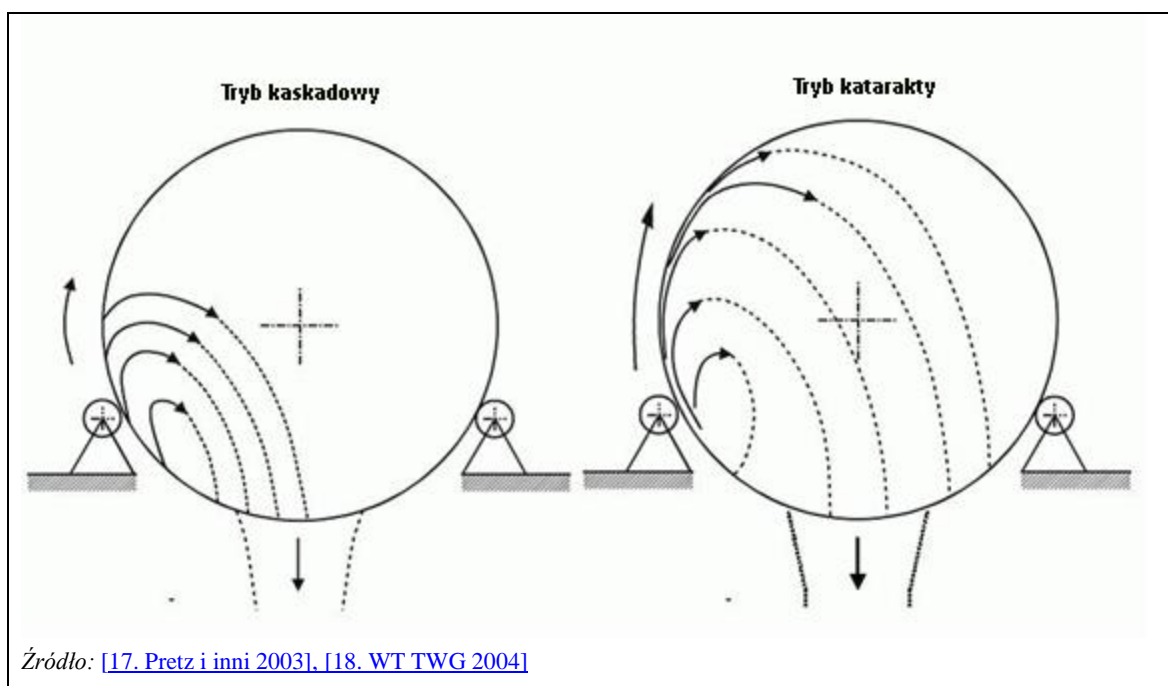
Przesiewanie lub przepuszczanie może być wykonywane przez przesiewacze bębnowe, liniowe i kołowe przesiewacze oscylacyjne, przesiewacze przerzutowe, przesiewacze płaskie, przesiewacze zataczające oraz ruchome kraty. Bardzo ważnym etapem przetwarzania w ramach tej klasyfikacji jest etap przesiewania przed i po rozdrobnieniu. Sita stosowane są celem umożliwienia podziału całej masy oraz objętości wsadu według wielkości cząstek. Zauważalne jest, że w mieszaninach o małych rozmiarach cząsteczek zawartość substancji niebezpiecznych kumuluje się w porównaniu z ilością stwierdzoną na przelewie z sita. Separacja z użyciem urządzeń przesiewających stosowana jest w przetwarzaniu odpadów, gdy:

- materiały z procesu poprzedzającego muszą zostać poddane konwersji, aby nadawały się do dalszych etapów przetwarzania, tj. rozdzielania na określone frakcje wymiarowe;
- konieczne jest oddzielenie cząstek o dużych lub małych ziarnach;
- rozdrobniony materiał ma wysoką zawartość cząstek o ostatecznej wielkości i tylko nadwymiarowe cząstki muszą być ponownie zredukowane pod względem wielkości;
- niektóre materiały muszą być skoncentrowane; w tym przypadku przetwarzanie nazywane jest klasyfikacją sortowania (obejmuje to również oddzielanie frakcji o małych rozmiarach ziaren, które często zawierają dużą ilość związków metali ciężkich).

- a. Unikanie przeciążenia urządzeń do przesiewania (optycznie poprzez monitorowanie sterowania urządzeniami lub automatycznie poprzez blokowanie pompy napełniającej przy pomocy wskaźnika stanu napełnienia zbiornika magazynowego).
- b. W razie potrzeby należy dokładnie oczyścić otwory filtra (optyczne, empiryczne). Do dobrych środków czyszczących należy zaliczyć szybkie czyszczenie i strumieniowanie parą wodną lub strumieniem wody pod wysokim ciśnieniem.
- c. Zagwarantowanie, że przez cały czas zapewnione zostanie bezproblemowe rozładowanie substancji za filtrem oraz na filtrze (poprzez zastosowanie optycznych mechanizmów odcinających pompy napełniacza lub innych elementów sterujących).

Zaletami przesiewaczy są ich prosta, solidna konstrukcja, niskie wymagania w zakresie konserwacji oraz to, że są przyjazne dla użytkownika i zapewniają dobrą niezawodność. Wady są zazwyczaj spowodowane przez same odpady, np. zatkanie otworów filtrujących może wynikać ze stopnia lepkości odpadów płynnych, co spowalnia proces separacji.

Ilustracja 2.28 przedstawia dwa tryby pracy przesiewaczy bębnowych.



#### Ilustracja 2.28: Przesiewacze bębnowe

Przesiewacz bębnowy osiąga najlepsze wyniki przy prędkości obrotowej wynoszącej 70 % prędkości krytycznej w trybie katarakty. Wadą trybu kaskadowego jest to, że na filtrze będą tworzyć się grudki i drobne cząsteczki nie będą wystarczająco dobrze uwalniane.

Aby zwiększyć wydajność, wewnątrz przesiewnika zamontowane są podnośniki lub do podnoszenia materiału i przenoszenia go wyżej używane są beczki w kształcie wielokąta tak, że materiał spada na wolną przestrzeń. Podawanie materiału o dużej zawartości gruboziarnistych cząstek (ok. 100-250 mm) często powoduje problemy z blokowaniem sita, co z kolei prowadzi do spadku wydajności i wysokiej zawartości drobnych cząstek w przelewie.

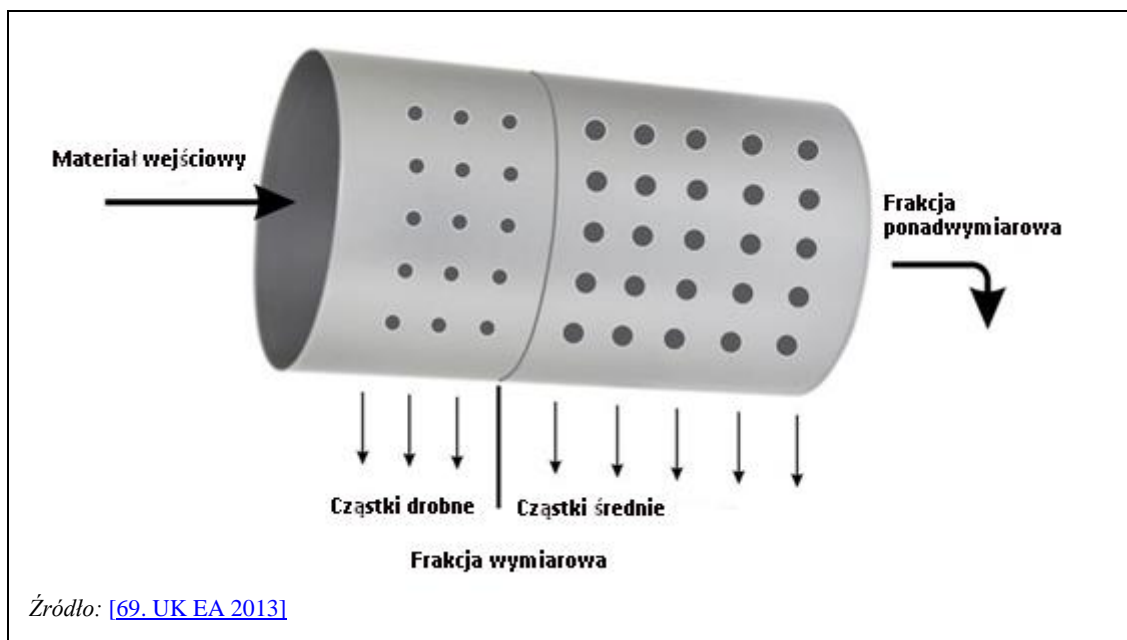
Zaletami przesiewników bębnowych jest:

- proces nie wymaga wibracji;
- możliwa jest większa homogenizacja; oraz
- możliwe jest oczyszczanie powierzchni z małych cząstek kleju, które często zawierają wysoką ilość związków metali ciężkich.

Przesiewacze Trommela są często używane (np. jako wstępny etap przesiewania w przetwarzaniu mechaniczno-biologicznym) do rozdzielania gruboziarnistego materiału wsadowego na dwie lub więcej frakcji w zależności od wielkości cząstek. Zazwyczaj oddzielają one frakcję o wielkości

cząstek 50-100 mm w średnicy (frakcja podwymiarowa) od materiałów większych > 100 mm (frakcja ponadwymiarowa).

Materiał wejściowy podawany jest do cylindrycznego bębna obrotowego, gdzie jest unoszony poprzez działanie bębna i spada na wolne obszary bębna (zob. rysunek 2.29). Bęben wyposażony jest w specjalnie zwymiarowane otwory, które umożliwią przesiew materiału o określonej wielkości cząsteczek na przenośnik taśmowy. Materiał nadwymiarowy, który nie jest w stanie przejść przez otwory, takie jak plastikowe butelki, przesuwa się do przodu przez trommel i jest wyrzucany z tyłu przesiewnika na oddzielny przenośnik taśmowy. Trommel może być nachylony celem ułatwienia przemieszczania się materiału przez sito oraz zapobiegania jego powrotowi na wejście.



### Ilustracja 2.29: Przesiewacz Trommela

Trommel może być również wyposażony w napęd o zmiennej prędkości, co daje korzyść w postaci możliwości regulacji obrotów przesiewacza w zależności od gęstości i rodzaju materiału wsadowego przez niego przechodzącego. Trommele mogą być również projektowane z otworami o różnych gabarytach występujących etapowo, które umożliwiają oddzielenie więcej niż jednej frakcji na całej długości, zaczynając od najmniejszych rozmiarów na początku trommela do największych na jego końcu.

Niektóre aspekty optymalizacji projektowania trommeli i pozycjonowania dla operacji przesiewowych są następujące:

- wydajność (tony/godzinę);
- średnica beczki;
- długość trommela;
- prędkość obrotowa;
- nachylenie beczki (w stosunku do poziomu);
- pozycja zaczepów w bębnie (celem ułatwienia przesuwu materiałów).

### Korzyści dla środowiska

- Zmniejszenie ryzyka wypadków i zapobieganie związanym z nimi niekontrolowanym emisjom.
- Poprawa wydajności przetwarzania odpadów.

### Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Niektóre dane operacyjne podane są w "opisie technicznym".

#### Oddziaływanie na procesy i środowisko

Brak.

#### Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Żadna technika sortowania nie jest dostosowana do wszystkich rodzajów przychodzących odpadów. Sortowanie ręczne może być ograniczone względami bezpieczeństwa pracy.

#### Ekonomika

Brak danych.

#### Siła napędowa wdrażania

Wzrost wskaźnika odzysku materiału.

#### Przykładowe zakłady

Technologie sortowania stosowane w zakładach przetwarzania odpadów z listy referencyjnej podano w tabeli 2.9.

**Tabela 2.9: Przykłady technik sortowania stosowane w zakładach przetwarzania odpadów z listy referencyjnej**

Rodzaj sortowania	Numer zakładu	Główny rodzaj przetwarzania odpadów stosowany przez zakład
Sortowanie ręczne	261, 623, 635	Beztlenowe przetwarzanie wydobytej gleby
	251, 459, 592	Tlenowe przetwarzanie odpadów biologicznych separowanych u źródła
	482_483	Immobilizacja (stabilizacja i zestalanie) odpadów stałych i półpłynnych
	244, 257, 434, 452, 453, 454, 573	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne
	25, 26, 27, 29, 30, 54, 95C, 100, 137, 282C, 285C, 286C, 288C, 289C, 290C, 291C, 293C, 294C, 316, 364_365, 432, 455, 456, 464, 478, 516, 571	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
	629, 630, 636	Przetwarzanie WEEE zawierających VFC i/lub VHC
	116, 133, 312, 326C, 361_363, 632	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
	354_360	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie zanieczyszczonej gleby
	449	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
	299	Przepakowywanie odpadów niebezpiecznych
	200	Czasowe magazynowanie odpadów niebezpiecznych
Separacja ferromagnetyczna	481	Tlenowe przetwarzanie wydobytej gleby
	21, 62, 125, 260, 261, 262, 406_407, 410_411, 412, 413, 414, 460, 531	Tlenowe przetwarzanie odpadów biologicznych separowanych u źródła
	20, 132, 251, 255, 259, 268, 382, 459	Beztlenowe przetwarzanie odpadów biologicznych
	450	Łączenie/mieszanie
	336, 340, 425_426	Immobilizacja (stabilizacja i zestalanie) odpadów stałych i półpłynnych
	17, 19, 37, 89, 127, 239, 243, 244, 257, 266, 279, 337, 434, 452, 453, 454, 519, 566, 573, 594, 628	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne
	25, 26, 27, 28, 29, 30, 54, 95C, 100, 136, 137, 282C, 285C, 286C, 288C,	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych

289C, 290C, 291C, 293C, 294C, 364_365, 432, 441, 455, 456, 464, 478, 588, 590	
470, 629, 630, 636	Przetwarzanie WEEE zawierających VFC i/lub VHC

	24, 31, 32, 34, 35, 115, 122C, 133, 219, 269, 270, 273, 277, 278, 280C, 312, 325C, 326C, 361_363, 442C, 443C, 472, 493, 574, 615, 627, 632, 633	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
	354_360, 489	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie zanieczyszczonej gleby
	401_404	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
	506	Odzysk składników z katalizatorów
	311	Przepakowywanie odpadów niebezpiecznych
	589	Przetwarzanie odpadów zawierających rtęć
<b>Separacja wiroprądowa</b>	19, 37, 127, 243, 244, 257, 266, 279, 337, 434, 452, 453, 454, 519, 566, 573, 594, 628	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne
	25, 26, 28, 29, 30, 54, 95C, 100, 136, 282C, 288C, 289C, 290C, 291C, 293C, 294C, 364_365, 432, 441, 455, 456, 464, 478, 516, 571, 588, 590	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
	470, 629, 630	Przetwarzanie WEEE zawierających VFC i/lub VHC
	24, 31, 35, 115, 122C, 269, 270, 273, 277, 278, 280C, 312, 361_363, 493, 627	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
	354_360	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie zanieczyszczonej gleby
	311	Przepakowywanie odpadów niebezpiecznych
<b>Indukcyjna separacja wszystkich metali</b>	459	Beztlenowe przetwarzanie odpadów biologicznych
	340	Immobilizacja (stabilizacja i zestalanie) odpadów stałych i półpłynnych
	17	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne
	29, 30, 95C, 137, 455, 456, 464, 571	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
<b>Separacja elektrostatyczna</b>	464	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
<b>Rozdzielanie w bliskiej podczerwieni</b>	261	Tlenowe przetwarzanie odpadów biologicznych separowanych u źródła
	266, 267, 279, 337, 452, 594	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne
	464, 571	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
	32, 122C, 270, 278, 280C, 615, 632, 633	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
<b>Sortowanie rentgenowskie</b>	441	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
	24, 280C	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
<b>Separacja optyczna inna niż rozdzielanie w bliskiej podczerwieni</b>	453, 519, 566, 573	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne
	30, 441, 464	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
	280C	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
<b>Klasyfikator powietrzny / separacja powietrzem</b>	62, 110, 125, 406_407, 410_411, 412, 413, 418, 419, 460, 518, 520, 521, 531, 608, 623	Tlenowe przetwarzanie odpadów biologicznych separowanych u źródła
	255, 256, 268, 459	Beztlenowe przetwarzanie odpadów biologicznych
	17, 37, 239, 243, 244, 257, 279, 337,	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne

	519, 566, 628	
	25, 27, 29, 30, 54, 136, 282C, 285C, 286C, 288C, 289C, 290C, 291C, 293C, 294C, 364_365, 441, 455, 470, 478	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
	470, 630, 636	Przetwarzanie WEEE zawierających VFC i/lub VHC
	24, 32, 34, 35, 133, 270, 273, 277, 280C, 312, 326C, 361_363, 443C, 493, 615, 627, 632, 633	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
	354_360	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie zanieczyszczonej gleby
	401_404	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
	311	Przepakowywanie odpadów niebezpiecznych
<b>Separacja-flotacyjno-sedymentacyjna</b>	20, 459, 526, 529	Beztlenowe przetwarzanie odpadów biologicznych
	37, 244, 628	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne
	630	Przetwarzanie WEEE zawierających VFC i/lub VHC
<b>Separacja balistyczna</b>	62, 125, 406_407, 410_411, 412, 413	Tlenowe przetwarzanie odpadów biologicznych separowanych u źródła
	127, 130, 244, 452, 453, 628	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne
	442C, 574, 632	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
	401_404	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
	589	Przetwarzanie odpadów zawierających rtęć
<b>Separacja densymetryczna (mokra)</b>	382, 459, 534	Beztlenowe przetwarzanie odpadów biologicznych
	336	Immobilizacja (stabilizacja i zestalanie) odpadów stałych i półpłynnych
	415	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne
	630	Przetwarzanie WEEE zawierających VFC i/lub VHC
	24	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
	354_360	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie zanieczyszczonej gleby
	421_422, 423_424, 449	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
<b>Separacja densymetryczna (sucha)</b>	460, 518, 520	Tlenowe przetwarzanie odpadów biologicznych separowanych u źródła
	243, 244, 519	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne
	29, 441, 464	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
	630	Przetwarzanie WEEE zawierających VFC i/lub VHC
	280C	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
<b>Przesiewanie</b>	105, 129, 625	Tlenowe przetwarzanie wydobytej gleby
	21, 62, 69, 73, 74, 104, 110, 114, 124, 125, 126, 260, 261, 262, 331, 406_407, 410_411, 412, 413, 414, 416, 417, 418, 419, 460, 518, 520, 521, 525, 530, 531, 537, 542, 543, 546, 547, 548, 572, 621, 622, 623, 631	Tlenowe przetwarzanie odpadów biologicznych separowanych u źródła
	20, 111, 132, 255, 256, 259, 265, 268, 377, 382, 459, 592	Beztlenowe przetwarzanie odpadów biologicznych
	450	Łączenie/mieszanie
	15, 336, 340	Immobilizacja (stabilizacja i zestalanie) odpadów stałych i półpłynnych
	17, 37, 89, 127, 130, 239, 243, 244, 257, 266, 267, 337, 349, 350, 415, 434,	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne

	452, 453, 454, 519, 566, 573, 628	
	25, 26, 28, 29, 30, 54, 95C, 100, 282C, 285C, 286C, 293C, 294C, 364_365, 432, 455, 456, 464, 478, 516	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
	629	Przetwarzanie WEEE zawierających VFC i/lub VHC
	24, 31, 34, 35, 116, 122C, 133, 219, 269, 270, 273, 280C, 325C, 326C, 361_363, 443C, 493, 574, 615, 627, 632, 633	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
	14, 353_359, 354_360	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie zanieczyszczonej gleby
	401_404, 421_422, 423_424	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
	469	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
	366	Czasowe magazynowanie odpadów niebezpiecznych
	589	Przetwarzanie odpadów zawierających rtęć

#### Literatura źródłowa

[17. Pretz i inni 2003], [18. WT TWG 2004], [51. WT TWG 2005], [69. UK EA 2013], [13. Schmidt i inni 2002], [71. Fisher-Klosterman 2015], [72. Shapiro i inni 2005], [74. Falconer 2003], [73. Parini 2015]

### 2.3.3 Monitorowanie

#### 2.3.3.1 Informacje ogólne

Wymagane są rzeczywiste dane dotyczące dokładnego wpływu działalności zakładu przemysłowego na środowisko. W związku z tym konieczne jest przeprowadzenie planowanego, regularnego programu pobierania próbek oraz monitorowania. Do monitorowanych parametrów należą:

- emisje zorganizowane z źródeł punktowych, emisje rozproszone oraz emisje ulotne do atmosfery, wody lub kanalizacji;
- odpady, w szczególności odpady niebezpieczne;
- zanieczyszczenie gleby, wody oraz powietrza;
- zużycie wody, paliw, energii, tlenu, azotu oraz innych gazów (np. argonu);
- wydzielanie energii cieplnej, hałasu, odorów oraz pyłu;
- wpływ na określone części środowiska i ekosystemy;
- wypadki w zakładzie pracy oraz sytuacje bliskie awariom;
- obrażenia pracowników;
- wypadki w czasie transportu;
- skargi lokalnych społeczności.

Jednak monitorowanie nie ogranicza się tylko do pomiarów analitycznych. Obejmuje także regularne przeglądy oraz kontrole wizualne i bezpieczeństwa.

Równoległe do niniejszego dokumentu istnieje sprawozdanie referencyjne dotyczące monitorowania emisji do atmosfery i wody z instalacji IED (ROM), do którego czytelnik jest kierowany celem uzyskania dalszych informacji.

#### 2.3.3.2 Monitorowanie dopływu oraz odpływu ścieków

##### Opis

W przypadku istotnych emisji do wody, monitorowanie najważniejszych parametrów procesu w kluczowych lokalizacjach oczyszczalni ścieków.

**Szczegóły techniczne**

Prawidłowe funkcjonowanie oczyszczalni ścieków wymaga monitorowania oraz celowego dostosowywania różnych parametrów procesu na dopływie oraz odpływie z oczyszczalni. Monitorowanie może być realizowane poprzez pomiary on-line (ułatwiający szybką interwencję i kontrolę) lub wykorzystujące wyniki analityczne pochodzące z próbek ścieków. Parametry, które mają być sprawdzane, oraz częstotliwość monitorowania zależą od charakterystyki ścieków, które mają być poddane obróbce, odprowadzanego produktu końcowego oraz stosowanych, w oparciu o wykaz strumieni ścieków w instalacji oraz technik oczyszczania. Przykładowo mogą one obejmować przepływ ścieków, pH, temperaturę, przewodność lub BZT.

Monitorowanie przeprowadza się w kluczowych miejscach, np. w punkcie, w którym emisja opuszcza instalację, na wejściu lub wyjściu obróbki wstępnej, na wlocie do obróbki końcowej. Ważne parametry monitorowane są na poziomie każdej, stosowanej w zakładzie, technik oczyszczania ścieków celem zapewnienia prawidłowego działania zakładu oraz poprawności poszczególnych etapów oczyszczania.

**Korzyści dla środowiska**

Monitorowanie substancji na dopływie oraz odpływie z oczyszczalni ścieków pomaga w utrzymaniu prawidłowej pracy oczyszczalni oraz w wykrywaniu przypadkowych uwolnień, a tym samym zapobiega ewentualnym niekorzystnym skutkom dla środowiska przy odprowadzaniu ścieków.

**Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Nie dostarczono danych.

**Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Do prowadzenia monitoringu niezbędny jest sprzęt, substancje chemiczne oraz energia. Pomiar ChZT opiera się na wykorzystaniu bardzo toksycznych związków (tj. rtęci i chromianu).

**Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Technika jest ogólnie stosowana.

**Ekonomika**

Koszty związane z monitorowaniem dopływu oraz odpływu z oczyszczalni ścieków dotyczą zarówno personelu jak i sprzętu wykorzystywanego do pobierania próbek czy pomiarów.

**Siła napędowa wdrażania**

Zapewnienie prawidłowej pracy oczyszczalni ścieków oraz zagwarantowanie, że produkt wyjściowy z oczyszczalni spełni wymagane kryteria jakości oraz odprowadzania.

**Przykładowe zakłady**

Monitorowanie dopływu oraz odpływu stosowane jest w wielu instalacjach oczyszczania ścieków w całej UE.

**Literatura źródłowa**

[\[45. COM 2016\]](#)



### 2.3.3.3 Monitorowanie emisji do wody

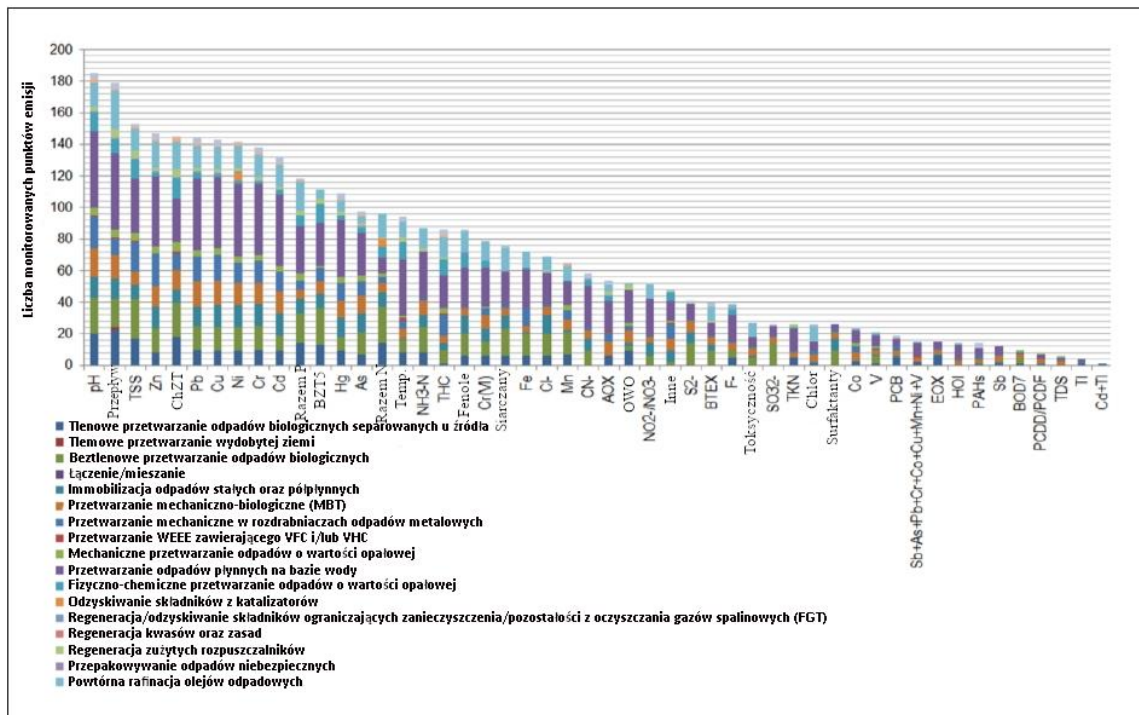
#### Opis

Prawidłowa praca zakładu wymaga monitorowania oraz celowego dostosowywania różnych parametrów procesu na odpływie z zakładu unieszkodliwiania odpadów.

#### Szczegóły techniczne

Monitorowanie odpowiednich parametrów może być realizowane poprzez pomiary on-line (ułatwiający szybką interwencję i kontrolę) lub badanie wyników analitycznych próbek ścieków. Parametry oraz częstotliwość monitorowania zależą od charakterystyki ścieków i związane są między innymi z zastosowaną techniką przetwarzania, rodzajem odpadów podlegających obróbce oraz z finalnym medium na odpływie z zakładu.

Ilustracja 2.30 podsumowuje informacje zebrane z kwestionariuszy na temat parametrów monitorowanych w różnych typach zakładów przetwarzania odpadów.



Ilustracja 2.30: Parametry monitorowane w emisjach do wody według rodzaju przetwarzania odpadów

Monitorowanie emisji prowadzone jest zgodnie z normami EN lub, jeśli nie są one dostępne, normami ISO, lub standardami krajowymi bądź międzynarodowymi, zapewniającymi dostarczenie danych o równoważnej jakości.

#### Korzyści dla środowiska

Monitorowanie ścieków z zakładów unieszkodliwiania odpadów pomaga w utrzymaniu ich prawidłowej pracy oraz wykrywaniu przypadkowych uwolnień, a tym samym pomaga zapobiegać ewentualnym niekorzystnym skutkom dla środowiska podczas odprowadzania ścieków.

#### Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Informacje te są szczegółowo opisane w dalszej części opracowania dla każdego rodzaju przetwarzania odpadów (rozdziały 3-5).

#### Oddziaływanie na procesy i środowisko

Do prowadzenia monitoringu niezbędny jest sprzęt, substancje chemiczne oraz energia. Pomiar ChZT opiera się na wykorzystaniu bardzo toksycznych związków (tj. rtęci i chromianu).

**Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Technika ogólnie stosowana we wszystkich zakładach unieszkodliwiania odpadów, w których występują emisje do wody.

**Ekonomika**

Koszty związane z monitorowaniem odpływu ścieków z zakładu unieszkodliwiania odpadów odnoszą się zarówno do personelu jak i sprzętu wykorzystywanego do pobierania próbek oraz pomiarów.

**Siła napędowa wdrażania**

Prawodawstwo dotyczące zanieczyszczenia wody.

**Przykładowe zakłady**

Zobacz przykłady podane w rozdziałach 3 - 5.

**Literatura źródłowa**

[\[43. COM 2018\]](#), [\[45. COM 2016\]](#)

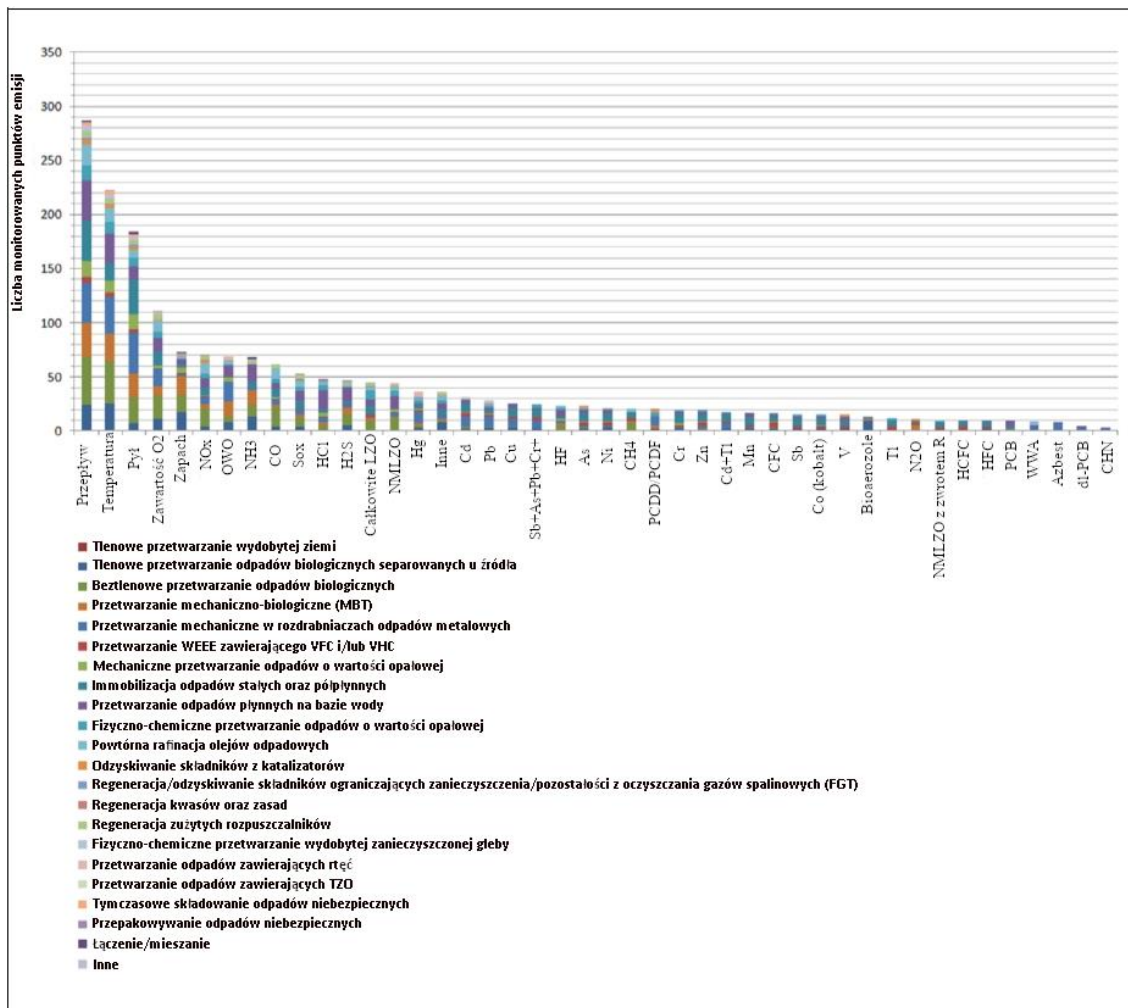
**2.3.3.4 Monitorowanie emisji kierowanych do atmosfery****Opis**

Prawidłowa praca zakładu unieszkodliwiania odpadów wymaga monitorowania oraz celowego dostosowywania w emisjach zorganizowanych do atmosfery różnych parametrów procesu zachodzącego w instalacji.

**Szczegóły techniczne**

Monitorowanie odpowiednich parametrów może być realizowane poprzez pomiary on-line (ułatwiający kontrolę oraz szybką interwencję) lub wyniki analityczne próbek odprowadzanego powietrza. Parametry oraz częstotliwość monitorowania zależą między innymi od rodzaju przetwarzania odpadów oraz charakterystyki odpadów podlegających obróbce w instalacji.

Ilustracja 2.31 podsumowuje informacje zebrane z kwestionariuszy na temat parametrów monitorowanych w różnych typach zakładów przetwarzania odpadów.



**Ilustracja 2.31: Parametry monitorowane w emisjach zorganizowanych do atmosfery według rodzaju przetwarzania odpadów**

Monitorowanie emisji prowadzone jest zgodnie z normami EN lub, jeśli nie są one dostępne, normami ISO, lub standardami krajowymi bądź międzynarodowymi, zapewniającymi dostarczenie danych o równoważnej jakości.

### Corzyści dla środowiska

Monitorowanie gazów odlotowych w zakładach przetwarzania odpadów pomaga w utrzymaniu ich prawidłowej pracy oraz wykrywaniu przypadkowych uwolnień, a tym samym pomaga zapobiegać ewentualnym niekorzystnym skutkom dla środowiska naturalnego w zakresie emisji tych gazów.

### Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Informacje te są szczegółowo opisane w dalszej części opracowania dla każdego rodzaju przetwarzania odpadów (rozdziały 3-5).

### Oddziaływanie na procesy i środowisko

Do prowadzenia monitoringu potrzebny jest sprzęt, materiały pomocnicze oraz energia.

### Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie stosowana we wszystkich zakładach przetwarzania odpadów z zorganizowanymi emisjami do atmosfery.

### Ekonomika

Koszty związane z monitorowaniem gazów odlotowych z zakładu unieszkodliwiania odpadów odnoszą się zarówno do personelu jak i sprzętu wykorzystywanego do pobierania próbek oraz pomiarów.

**Siła napędowa wdrażania**

Prawodawstwo dotyczące zanieczyszczenia powietrza.

**Przykładowe zakłady**

Zobacz przykłady podane w rozdziałach 3 – 5.

**Literatura źródłowa**

[\[43. COM 2018\]](#), [\[45. COM 2016\]](#)

**2.3.3.5 Monitorowanie odorów****Opis**

Monitorowanie odorów prowadzone jest przy użyciu metod analitycznych (tj. analizy fizycznej i chemicznej) lub podejścia sensorycznego. Analizy sensoryczne, przyporządkowane "ludzkim zmysłom", są przyczyną znacznej niepewności.

**Szczegóły techniczne**

Techniki monitorowania odorów obejmują :

- do określenia natężenia odoru (wyrażonego w OUE/m<sup>3</sup>; celem kontroli wartości granicznych) olfaktometrię dynamiczną (mierzoną zgodnie z normą europejską EN 13725);
- do określenia odoru w otaczającym powietrzu metodę siatki (grid method, zgodnie z normą europejską EN 168411) lub metodę smugową (plume method, zgodnie z normą europejską EN 16841-2), celem określenia stopnia narażenia na odory;
- do percepcji odorów w otaczającym obszarze (oddziaływanie) badanie odorów (patrz mapowanie intensywności odorów oraz tzw. koła odorowe – odour wheels);
- tzw. nosy elektroniczne (electronic noses).

Celem określenia natężenia odoru należy pobrać próbkę powietrza. Techniki pobierania próbek są podobne do technik stosowanych przy pomiarze poszczególnych związków.

Techniki stosowane do monitorowania odorów opisane są w [\[43. COM 2018\]](#), oraz w [\[45. COM 2016\]](#)

**Korzyści dla środowiska**

Osiągniętą korzyścią dla środowiska jest ułatwienie minimalizacji emisji odorów.

**Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Zobacz [\[43. COM 2018\]](#) oraz [\[45. COM 2016\]](#).

**Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Brak.

**Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Monitorowanie ma zastosowanie w przypadkach, gdy spodziewane jest wystąpienie uciążliwych dla okolicy odorów i/lub gdy zostało to udowodnione.

**Ekonomika**

Zobacz [\[43. COM 2018\]](#) oraz [\[45. COM 2016\]](#).

**Siła napędowa wdrażania**

Siła napędowa wdrażania obejmuje ustawodawstwo oraz skargi okolicznych mieszkańców.

**Przykładowe zakłady**

Zobacz przykłady podane w rozdziałach 3 – 5.

**Literatura źródłowa**

[\[43. COM 2018\]](#), [\[45. COM 2016\]](#)

## 2.3.4 Techniki zapobiegania i kontroli emisji zorganizowanych do atmosfery

### 2.3.4.1 Informacje ogólne

Niniejsza sekcja zawiera techniki stosowane w sektorze przetwarzania odpadów celem zapobiegania, redukcji lub kontroli emisji do atmosfery. Szczególny nacisk położono na kwestie ograniczania wytwarzania oraz przemieszczania się zanieczyszczeń.

Emisje zorganizowane odnoszą się do tych emisji, które powstają w wyniku gromadzenia się gazu pochodzącego z danego zbiornika lub obszaru i przekazywanego, bezpośrednio lub poprzez urządzenia redukujące do komina lub odpowietrznika.

Techniki te zostały już opisane i przeanalizowane w dokumencie BREF dotyczącym wspólnych systemów oczyszczania/zagospodarowywania ścieków oraz gazów odlotowych w sektorze chemicznym [45. COM 2016]. Z tego powodu w niniejszej sekcji nie zostanie przeprowadzona pełna analiza każdej z stosowanych technik. Zamiast tego podano jedynie krótki opis zastosowanych technik, jak również przykłady zakładów z listy referencyjnej, w których są używane. Techniki zapobiegające zostały omówione w kolejnych rozdziałach, ponieważ w dużym stopniu zależą od rodzaju prowadzanego procesu/działalności.

### 2.3.4.2 Cyklony/odpylacze

#### Opis

We wszystkich typach cyklonów do oddzielania cząstek stałych lub płynnych od gazów odlotowych wykorzystuje się siły odśrodkowe. Filtrowanie przy pomocy cyklonu (odpylacza) służy do usuwania cięższych cząstek stałych, które "wypadają" gdy gazy odlotowe wprowadzane są w ruch obrotowy przed opuszczeniem separatora.

#### Przykładowe zakłady

Tabela 2.10 przedstawia zakłady z listy referencyjnej wyposażone w cyklon. Prawie wszystkie z nich zajmują się rozdrabnianiem odpadów.

**Tabela 2.10: Zakłady wyposażone w cyklon (odpylacz)**

Zakłady wyposażone w separację cyklonem jako metodę redukcji	Dominująca technika przetwarzania odpadów
25, 26, 27, 28, 29, 54, 55, 136, 282C, 288C, 289C, 290C, 291C, 293C, 294C, 455, 456, 464, 478	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
133, 280C	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
460	Tlenowe przetwarzanie odpadów biologicznych separowanych u źródła

#### Literatura źródłowa

[45. COM 2016]

### 2.3.4.3 Filtr elektrostatyczny (ESP)

#### Opis

Filtr elektrostatyczny (ESP) jest urządzeniem do zbierania cząstek stałych, który usuwa z przepływającego gazu cząstki pyłu przy użyciu siły indukowanego ładunku elektrostatycznego.

Tabela 2.11 przedstawia listę zakładów wyposażonych w ESP. Ta technika redukcji emisji nie jest powszechnie stosowana w sektorze przetwarzania odpadów, ponieważ wyposażone są w nią tylko dwa zakłady.

Tabela 2.11: Zakłady wyposażone w filtr elektrostatyczny (ESP)

Zakłady stosujące ESP do ograniczania emisji	Dominująca technika przetwarzania odpadów
401_404	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
620	Powtórna rafinacja oraz inne działania przygotowujące oleje odpadowe do ponownego użycia

**Literatura źródłowa**

[45. COM 2016]

**2.3.4.4 Filtr tkaninowy****Opis**

Zadaniem filtra tkaninowego jest stworzenie bariery oddzielającej pył od gazów odlotowych. Cząstki stałe są zatrzymywane przez tkaninę, podczas gdy gaz swobodnie przez nią przepływa.

**Przykładowe zakłady**

Tabela 2.12 przedstawia zakłady z listy referencyjnej stosujące filtr tkaninowy. Ta technika redukcji emisji jest zasadniczo stosowana w procesach generujących pył, takich jak mechaniczna obróbka odpadów lub fizyczno-chemiczna obróbka odpadów stałych/półpłynnych.

Tabela 2.12: Zakłady wyposażone w filtr tkaninowy

Zakłady stosujące filtry tkaninowe do ograniczania emisji	Dominująca technika przetwarzania odpadów
100, 29, 293C, 294C, 364_365, 432, 455, 464, 588, 590	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
24, 31, 34, 35, 122C, 133, 269, 270, 277, 278, 280C, 312, 326C, 361_363, 442C, 443C, 615, 627, 632	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
458, 630, 636	Przetwarzanie WEEE zawierającego VFC i/lub VHC
17, 243, 244, 257, 267, 279, 337, 628	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne (MBT)
15, 176, 181C, 187C, 222, 223, 224, 225, 226, 228, 229, 340, 399, 425_426, 613, 614	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych/półpłynnych
40, 188	Przetwarzanie wydobytej, zanieczyszczonej gleby
505	Regeneracja/odzysk składników ograniczających zanieczyszczenia/pozostałości z oczyszczania gazów odlotowych (FGT)
299	Przepakowywanie odpadów niebezpiecznych
306, 366	Tymczasowe magazynowanie odpadów niebezpiecznych
589	Przetwarzanie odpadów zawierających rtęć
347	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
260	Tlenowe przetwarzanie odpadów biologicznych separowanych u źródła
485	Beztlenowe przetwarzanie odpadów biologicznych

**Literatura źródłowa**

[45. COM 2016]

### 2.3.4.5 Filtr absolutny

#### Opis

W filtrach absolutnych (np. HEPA (wysokosprawny filtr powietrza) lub ULPA (filtr powietrza o bardzo niskiej penetracji)) medium filtrującym jest papier lub matowe włókno szklane o wysokiej gęstości materiału. Strumień gazów odlotowych przepuszczany jest przez czynnik filtrujący którego zadaniem jest zbieranie pyłu. Osad pyłowy, tworzący się na medium filtracyjnym, może zwiększyć wydajność zbierania. Czynnik filtrujący (filtr) może być plisowany, aby zapewnić mniejszy współczynnik A/C (objętościowe natężenie przepływu powietrza w stosunku do powierzchni).

Najczęściej spotykane konstrukcje to skrzyniowa komora filtracyjna oraz cylindryczna komora filtracyjna. W skrzyniowej komorze filtracyjnej, plisowane medium umieszczone jest w sztywnej, kwadratowej ramie wykonanej z drewna lub metalu, a powietrze przepływa przez filtr (z przodu do tyłu). W cylindrycznej komorze filtracyjnej metalowa zaślepka uszczelnia medium na jednym końcu, a powietrze przepływa z zewnątrz do wnętrza filtra.

#### Przykładowe zakłady

Tabela 2.13 przedstawia zakłady z listy referencyjnej stosujące filtry absolutne.

**Tabela 2.13: Zakłady wyposażone w filtr absolutny**

Zakłady wyposażone w filtry absolutne do ograniczania emisji	Dominująca technika przetwarzania odpadów
327, 588, 589, 590	Przetwarzanie odpadów zawierających rtęć
187C	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych
260	Tlenowe przetwarzanie odpadów biologicznych separowanych u źródła

#### Literatura źródłowa

[45. COM 2016]

### 2.3.4.6 Utlenianie termiczne

#### Opis

Utlenianie termiczne (często również określane jako "spalanie", "spalanie termiczne" lub "spalanie oksydacyjne") jest utlenianiem gazów palnych oraz odorantów (substancji wydzielających odory) znajdujących się w strumieniu gazów odlotowych poprzez ogrzanie zanieczyszczonej mieszaniny z dodaniem powietrza lub tlenu w komorze spalania, powyżej punktu zapłonu, oraz utrzymywanie wysokiej temperatury przez okres wystarczający do zakończenia procesu spalania dwutlenku węgla oraz wody.

Utleniacze termiczne stosowane są do redukcji emisji z prawie wszystkich źródeł LZO, w tym z wentylatorów reaktorów, wentylatorów stosowanych w procesach destylacji, operacji z użyciem rozpuszczalników oraz operacji wykonywanych w piekarnikach, osuszaczach czy w piecach. Mogą obsługiwać niewielkie przepływy gazów, gdyż znaczne przepływy wymagają zastosowania innych technik, takich jak flary lub zbiorniki typu flash (zbiorniki impulsowe). Zużycie paliwa w tej technice może być wysokie, przy niskim obciążeniu gazami odlotowymi, dlatego też utleniacze termiczne najlepiej nadają się do mniejszych zastosowań procesowych o średnim lub wysokim obciążeniu LZO.

Znane są następujące typy utleniaczy termicznych:

- prosty utleniacz termiczny;
- regeneracyjny utleniacz termiczny;
- rekuperacyjny utleniacz termiczny;
- silniki gazowe, piece lub kotły parowe.

**Przykładowe zakłady**

Tabela 2.14 przedstawia zakłady z listy referencyjnej wyposażone w systemy utleniania termicznego.

**Tabela 2.14: Zakłady stosujące utlenianie termiczne**

Zakłady wyposażone w utleniacze termiczne do ograniczania emisji	Dominująca technika przetwarzania odpadów
239, 243, 244, 257, 267, 279, 628	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne (MBT)
425_426, 494, 569	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych/półpłynnych
188C	Przetwarzanie wydobytej, zanieczyszczonej gleby
505	Regeneracja/odzysk składników ograniczających zanieczyszczenia/pozostałości z oczyszczania gazów odlotowych (FGT)
368_369_370_371, 401_404	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
394	Regeneracja zużytych rozpuszczalników
160C, 570, 620, 624	Powtórna rafinacja oraz inne działania przygotowujące oleje odpadowe do ponownego użycia
191C	Przetwarzanie odpadów zawierających TZO
78, 79_80_81_82, 172C, 469	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opalowej
327	Przetwarzanie odpadów zawierających rtęć

**Literatura źródłowa**

[\[45. COM 2016\]](#)

**2.3.4.7 Biofiltracja****Opis**

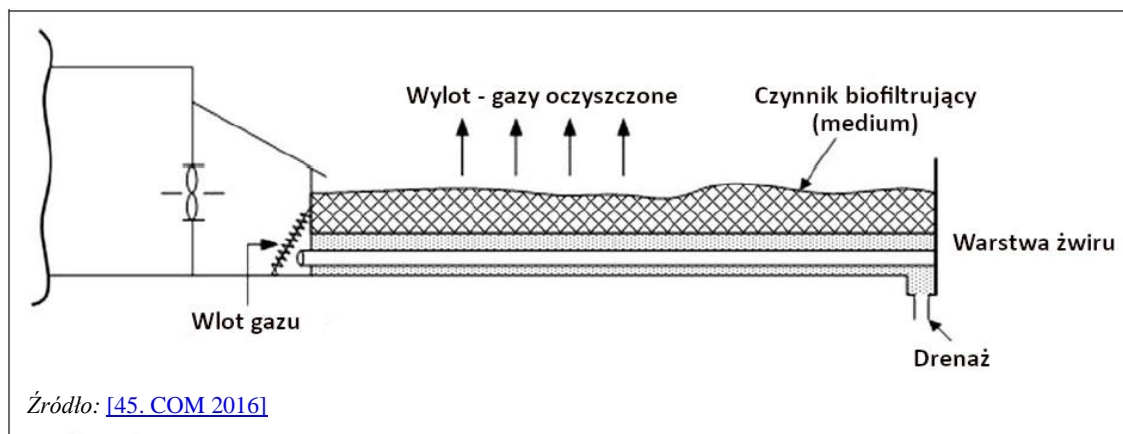
Strumień gazów odlotowych przepływa przez złoża materiałów organicznych (takich jak torf, ziemia wrzosa, kompost, drewno z pni i korzeni, kora drzew, drewno miękkie, oraz różnego rodzaju kombinacje wymienionych), lub przez niektóre materiały obojętne (takie jak glina, węgiel aktywowany czy poliuretan), w których gaz odlotowy jest biologicznie utleniany, przez występujące w naturze drobnoustroje, do dwutlenku węgla, wody, soli nieorganicznych oraz biomasy.

Biofiltracja zdaje egzamin przy niskich stężeniach zanieczyszczeń, łatwo rozpuszczalnych w wodzie. Zazwyczaj nie jest jednak odpowiednia dla gazów odlotowych zawierających wiele różnych i/lub zmieniających się zanieczyszczeń, lub do przepływów powietrza o zmiennym natężeniu. Biofiltry stosowane są również do redukcji emisji bioaerozoli (choć w określonych przypadkach mogą być emitentami bioaerozoli [\[76. Sniffer 2014\]](#)), jak również  $\text{NH}_3$  ([\[76. Sniffer 2014\]](#), [\[77. E. la Pagans i inni 2005\]](#)) oraz  $\text{H}_2\text{S}$  ([\[78. UK EA 2013\]](#), [\[79. Omri i inni 2011\]](#)). Metan nie jest redukowany ze względu na potrzebny zbyt długi czas filtracji w stosunku do normalnych wymiarów filtra.

Gdy stężenie związków azotowych, siarkowych czy chlorowych związków organicznych lub nieorganicznych jest zbyt wysokie, tworzenie się odpowiednio kwasu azotowego, siarkowego i solnego może zakwasić materiał filtracyjny, czyniąc go bezużytecznym, a tym samym drastycznie zwiększyć wymaganą częstotliwość jego wymiany. Przy stosowaniu biofiltracji ważne jest monitorowanie pH w materiale filtracyjnym i zapewnienie, że to pH zmieści się w zakresie 7-8 celem rozkładu składników organicznych. Przy wartości pH 6,5 zmniejsza się prędkość rozkładu.

Typową konfigurację biofiltra pokazano na ilustracji 2.32.





**Ilustracja 2.32: Budowa biofiltra**

Biofiltr jest projektowany z uwzględnieniem rodzajów odpadów, które mają być przetwarzane. Typ medium, czyli czynnika biofiltrującego dobiera się z uwzględnieniem jego zdolności do retencji wody, gęstości objętościowej, porowatości, integralności strukturalnej itp. Celem zapewnienia równomiernego przepływu oraz wystarczającego czasu przebywania gazów odlotowych wewnątrz medium (tzw. empty-bed residence time (EBRT) od 40 do 100 sekund) dobiera się jego wysokość, powierzchnię oraz odpowiedni system wentylacji i obiegu powietrza.

W przypadku wysokiej zawartości  $\text{NH}_3$  (np. 5-40  $\text{mg}/\text{Nm}^3$ ) konieczne może być wstępne oczyszczenie gazów odlotowych za pomocą płuczki wodnej lub kwasowej w celu kontroli pH medium oraz ograniczenia powstawania  $\text{N}_2\text{O}$  w biofiltrze.

Niektóre związki wydzielające odory (np. merkaptany,  $\text{H}_2\text{S}$ ) mogą powodować zakwaszenie czynnika biofiltrującego i w tym przypadku może być również konieczne zastosowanie płuczki wodnej lub zasadowej w połączeniu z biofiltrem. Działanie biofiltra polega na monitorowaniu i kontrolowaniu wilgotności oraz pH medium a także na monitorowaniu i kontrolowaniu temperatury i wilgotności gazów odlotowych wprowadzanych do biofiltra.

Skuteczność redukcji emisji przez biofiltr kontrolowana jest poprzez porównanie parametrów gazu na jego wlocie i wylocie np. zawartości  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  i/lub natężenia odoru.

Biofiltry można podzielić na otwarte oraz zamknięte.

#### **Przykładowe zakłady**

Tabela 2.15 przedstawia wykaz zakładów z listy referencyjnej wyposażonych w biofiltr. Są to głównie zakłady zajmujące się biologicznym przetwarzaniem odpadów.

Tabela 2.15: Zakłady wyposażone w filtr biologiczny (biofiltr)

Zakłady wyposażone w biofiltr do ograniczania emisji	Dominująca technika przetwarzania odpadów
62, 114, 261, 262, 328, 372, 406_407, 410_411, 412, 413, 414, 416, 460, 511, 518, 520, 537, 542, 543, 608, 609, 621, 623, 634, 635	Tlenowe przetwarzanie odpadów biologicznych separowanych u źródła
71, 111, 251, 255, 256, 265, 268, 339, 341, 377, 459, 484, 485, 526, 528, 529, 541	Beztlenowe przetwarzanie odpadów biologicznych
17, 19, 37, 127, 243, 244, 266, 267, 279, 337, 338, 349, 350, 415, 452, 454, 566, 573	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne (MBT)
32, 161C, 278, 280C	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
212	Przetwarzanie WEEE zawierającego VFC i/lub VHC
340, 495_496, 569	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych/półpłynnych
03, 07, 08, 156C, 163C, 368_369_370_371, 607	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody

**Literatura źródłowa**

[45. COM 2016], [76. Sniffer 2014], [78. UK EA 2013], [80. ÖWAV 2002], [81. VDI 2016], [77. E. la Pagans i inni 2005], [79. Omri i inni 2011], [82. Yang i inni 1994], [83. UK EA 2013], [84. Dumont i inni 2014], [70. Amlinger i inni 2009]

**2.3.4.8 Kondensacja oraz kondensacja kriogeniczna****Opis**

Kondensacja jest techniką, która eliminuje opary lotnych związków organicznych (LZO) ze strumienia gazów odlotowych poprzez obniżenie ich temperatury poniżej punktu rosy.

Istnieją różne metody kondensacji, w zależności od zakresu temperatur pracy:

- kondensacja z użyciem czynnika schładzającego, dla temperatur skraplania do około 25 °C;
- kondensacja z użyciem czynnika chłodniczego, dla temperatur skraplania do około 2 °C;
- kondensacja z użyciem solanki, dla temperatur skraplania do około -10 °C;
- kondensacja z użyciem solanki amoniakalnej, dla temperatur skraplania do około -40 °C (jednostopniowa) lub -60 °C (dwustopniowa);
- kondensacja kriogeniczna, dla temperatur skraplania do około -120 °C, w praktyce używana w zakresie temperatur od -40 °C do -80 °C;
- zamknięty cykl kondensacji z użyciem gazu obojętnego.

Jeśli chodzi o kondensację kriogeniczną, temperatury poniżej punktu zamarzania wody wymagają zasadniczo bezwodnego zasilania gazem, co może wymagać wstępnego przetworzenia celem usunięcia wody. Nie jest to możliwe, gdy wilgotność gazu jest zbyt wysoka.

**Przykładowe zakłady**

Tabela 2.16 przedstawia zakłady z listy referencyjnej wyposażone w systemy kondensacyjne (z użyciem chłodziwa lub kriogeniczne).

Tabela 2.16: Zakłady wyposażone w systemy kondensacji

Zakłady wyposażone w systemy kondensacyjne do ograniczania emisji	Dominująca technika przetwarzania odpadów
470, 629	Przetwarzanie WEEE zawierającego VFC i/lub VHC
311	Przepakowywanie odpadów niebezpiecznych
327	Przetwarzanie odpadów zawierających rtęć
450	Łączenie/mieszanie
56, 168C, 169C, 170	Regeneracja zużytych rozpuszczalników
605	Powtórna rafinacja oraz inne działania przygotowujące oleje odpadowe do ponownego użycia

**Literatura źródłowa**

[\[45. COM 2016\]](#)

**2.3.4.9 Adsorpcja****Opis**

Adsorpcja to reakcja heterogeniczna, w której cząsteczki gazu zatrzymywane są na powierzchni stałej lub ciekłej (adsorbent nazywany jest również sitem molekularnym) preferującej określone związki i w ten sposób usuwające je ze strumieni ściekowych. Gdy adsorbent jest już całkowicie zużyty następuje jego wymiana lub jest on desorbowany w ramach regeneracji. W procesie desorpcji zanieczyszczenia, zwykle o wysokim stężeniu, mogą być odzyskane lub usunięte.

Typowe adsorbenty zawierają:

- **granulowany węgiel aktywny (GAC)**, najczęstszy adsorbent o szerokim zakresie wydajności, nie ograniczającym się tylko do związków jonowych i niejonowych; GAC może być nasycany np. utleniaczami, takimi jak nadmanganian potasu, lub związkami siarki (zwiększającymi retencję metali ciężkich);
- **zeolity**, o właściwościach zależnych od procesu ich wytwarzania, działające albo jako zwykle sита molekularne, albo jako selektywne wymienniki jonitowe lub hydrofobowe adsorberty LZO;
- makroporowate cząsteczki **polimerowe**, stosowane w postaci granulek lub kulek, ale bez wysokiej selektywności w stosunku do LZO;
- żel krzemionkowy;
- krzemiany sodowo-glinowe.

Adsorpcja obejmuje:

- odzysk LZO (surowiec, produkt, rozpuszczalnik itp.) do ponownego użycia lub recyrkulacji; może być stosowana jako samodzielna technika, lub jako etap koncentracji stosowany celem poprawy rentowności dalszych operacji odzysku, takich jak filtracja membranowa, lub do wychwycenia emisji resztkowej gazów pozostałych po zastosowaniu innego systemu redukcji emisji;
- redukcję zanieczyszczeń (np. substancji niebezpiecznych pochodzących z zakładów produkcyjnych lub zakładów przetwarzania (np. oczyszczalni ścieków), takich jak LZO, H<sub>2</sub>S, odory, gazy śladowe, które nie mogą być ponownie wprowadzone do obiegu lub w inny sposób wykorzystane, ewentualnie z GAC jako adsorbentem, który nie jest następnie regenerowany, ale spalany;
- zastosowanie o charakterze filtra ochronnego po obróbce końcowej w zakładzie.

Najważniejszym pomiarem jest spadek ciśnienia na filtrach przeciwpylowych (jeśli są zamontowane) i w łożu adsorpcyjnym. Na filtrach po wymianie lub czyszczeniu ciśnienie powinno rosnać w sposób jednostajny. Zbyt szybki wzrost ciśnienia jest ostrzeżeniem o jego

prawdopodobnym wysokim spadku w późniejszym czasie, z powodu nadmiernego obciążenia filtra pyłem.

W obrębie łoża ciśnienie powinno pozostać na mniej więcej stałym poziomie. Każdy wzrost oznacza omijanie filtra przeciwpylowego lub pył adsorpcyjny z rozkładu granulek. Powinien być również zainstalowany alarm wysokiego ciśnienia.

### Przykładowe zakłady

Tabela 2.17 przedstawia zestawienie zakładów z listy referencyjnej wyposażonych w adsorpcję z użyciem węgla aktywnego. Filtry z węglem aktywnym są od kilku miesięcy testowane w dwóch europejskich zakładach rozdrabniania metali, po różnych wstępnych zabiegach oczyszczania powietrza celem ochrony przed ryzykiem deflagracji oraz celem wyeliminowania zapylenia i/lub ogrzewania tak, aby zmniejszyć zawartość wilgoci. [\[26. Podgrupa mech. 2014\]](#)

**Tabela 2.17: Zakłady wyposażone w adsorpcję węglem aktywnym**

Zakłady wyposażone w adsorpcję z użyciem węgla aktywnego do ograniczania emisji	Dominująca technika przetwarzania odpadów
127, 244, 434	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne (MBT)
54, 364_365,	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
32, 35, 277, 280C	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
138, 458, 629, 630, 636	Przetwarzanie WEEE zawierającego VFC i/lub VHC
176C, 181C, 425_426, 495_496	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych/półpłynnych
40, 188C, 353_359	Przetwarzanie wydobytej, zanieczyszczonej gleby
497	Regeneracja/odzysk składników ograniczających zanieczyszczenia/pozostałości z oczyszczania gazów odlotowych (FGT)
311	Przepakowywanie odpadów niebezpiecznych
148C, 172C, 174C, 553	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
59, 146C, 589	Przetwarzanie odpadów zawierających rtęć
03, 08, 140_141_142_143C, 148C, 149_150C, 151C, 156C, 163C, 216, 217, 317, 347, 463	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
324	Łączenie/mieszanie
56, 170, 394, 476, 554	Regeneracja zużytych rozpuszczalników
92, 619, 620	Powtórna rafinacja oraz inne działania przygotowujące oleje odpadowe do ponownego użycia
191C	Przetwarzanie odpadów zawierających TZO
588, 590	Przetwarzanie odpadów zawierających rtęć
260	Tlenowe przetwarzanie odpadów biologicznych separowanych u źródła
484, 485, 526, 528	Beztlenowe przetwarzanie odpadów biologicznych

### Literatura źródłowa

[\[45. COM 2016\]](#)

### 2.3.4.10 Oczyszczanie

#### Opis

Oczyszczanie na mokro (płukanie lub absorpcja) jest transferem masowym zachodzącym pomiędzy rozpuszczonym gazem a rozpuszczalnikiem - często wodą - w kontakcie z sobą. Do chemicznego odzysku preferowane jest fizyczne oczyszczanie, natomiast oczyszczanie chemiczne ogranicza się do usuwania oraz redukcji związków gazowych. Oczyszczanie fizyczno-chemiczne zajmuje pozycję pośrednią. Podczas oczyszczania dany składnik rozpuszcza się w cieczy absorbującej i uczestniczy w odwracalnej reakcji chemicznej, która umożliwia odzysk komponentu gazowego.

Oczyszczanie (absorpcja) jest szeroko stosowane jako technika odzysku surowców i/lub produktów w procesie separacji oraz uzdatniania strumieni gazu zawierających wysokie stężenia LZO, a zwłaszcza podczas uzdatniania związków rozpuszczalnych w wodzie, takich jak alkohole, aceton lub formaldehyd. Zastosowanie absorpcji jako podstawowej techniki w przypadku oparów organicznych uzależnione jest od dostępności odpowiedniego rozpuszczalnika o wysokiej rozpuszczalności gazu, słabym ciśnieniu pary oraz niskiej lepkości.

Główne obszary zastosowania procesów oczyszczania gazów odlotowych (absorpcji) to:

- Usuwanie zanieczyszczeń gazowych, takich jak halogenki wodoru,  $\text{SO}_2$ , amoniak, siarkowodór ( $\text{H}_2\text{S}$ ) lub lotne rozpuszczalniki organiczne.
- Usuwanie pyłu za pomocą niektórych typów skrubców. Oczyszczanie pyłu na mokro polega na jego oddzieleniu poprzez intensywne mieszanie doprowadzanego gazu z wodą, zwykle w połączeniu z usuwaniem gruboziarnistych cząstek za pomocą siły odśrodkowej. W tym celu gaz jest wprowadzany stycznie (pod kątem z boku). Technika ta pozwala na zmniejszenie emisji pyłów i bioaerozoli, jak również związków nieorganicznych (takich jak  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ), LZO oraz metali ciężkich, które mogą być dołączone do cząstek pyłu.

W zależności od zanieczyszczeń, które mają zostać usunięte, stosuje się kilka rodzajów wodnych roztworów oczyszczających (absorbujących), w tym:

- **Wodę**, w celu usunięcia rozpuszczalników oraz gazów takich jak halogenki wodoru lub amoniak, przy czym głównym celem jest odzyskanie i ponowne wykorzystanie tych zanieczyszczeń.
- **Roztwory alkaliczne** (np. soda kaustyczna (wodorotlenek sodu) i węglan sodu) do usuwania składników kwasowych takich jak: halogenki wodoru, dwutlenek siarki, siarkowodór ( $\text{H}_2\text{S}$ ), fenole, chlor; stosowane są również do drugiego etapu oczyszczania w celu usunięcia pozostałości halogenków wodoru po pierwszym etapie absorpcji z użyciem wody; oraz do odsiarczania biogazu.
- **Alkaliczne roztwory utleniające**, tj. roztwory alkaliczne z utleniaczami, takimi jak podchloryn sodu ( $\text{NaClO}$ ), dwutlenek chloru ( $\text{ClO}_2$ ), ozon ( $\text{O}_3$ ) lub nadtlenek wodoru ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ).
- **Roztwory utleniające**, do odzysku  $\text{NO}_x$  z sprężonych gazów odlotowych.
- **Roztwory wodorosiarczynu sodu** w celu usunięcia odoru (np. aldehydy).
- **Roztwory  $\text{Na}_2\text{S}_4$** , do usuwania rtęci z gazów odlotowych.
- **Roztwory kwasowe**, do usuwania składników alkalicznych, np. amoniaku, amin i estrów. Dozowanie kwasu odbywa się za pomocą regulacji pH.

- **Roztwory monoetanolaminy i dietanolaminy**, odpowiednie do absorpcji oraz odzysku siarkowodoru.
- **Rozpuszczalniki organiczne o niskiej lotności**, np. schłodzony nonan do odzysku lekkich LZO, takich jak butany i pentany.

**Przykładowe zakłady**

Tabela 2.18 przedstawia wykaz zakładów z listy referencyjnej wyposażonych w płuczki gazowe mokre (wodne, kwasowe lub zasadowe).

Tabela 2.18: Zakłady wyposażone w system płuczek gazowych mokrych

Zakłady wyposażone w system płuczek gazowych mokrych do ograniczania emisji	Dominująca technika przetwarzania odpadów
19, 37, 127, 239, 566, 573	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne (MBT)
25, 26, 27, 28, 54, 55, 95C, 282C, 288C, 289C, 290C, 291C, 364_365, 432, 441, 455, 456, 571	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
161C, 278	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
15, 340, 348, 399, 425_426, 475, 495_496, 569	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych/półpłynnych
14, 188C	Przetwarzanie wydobytej zanieczyszczonej gleby
552	Przepakowywanie odpadów niebezpiecznych
04, 06, 07, 08 140_141_142_143C, 144_145_147C, 154_155C, 192C, 194C, 215, 217, 317, 322, 368_369_370_371, 401_404, 461, 468, 550	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
168C, 169C, 394, 554	Regeneracja zużytych rozpuszczalników
570, 605, 620, 624	Powtórna rafinacja oraz inne działania przygotowujące oleje odpadowe do ponownego użycia
114, 126, 260, 262, 328, 372, 416, 460, 608, 634	Tlenowe przetwarzanie odpadów biologicznych separowanych u źródła
71, 111, 251, 255, 268, 377, 459	Beztlenowe przetwarzanie odpadów biologicznych
332, 450	Łączenie/mieszanie
193C	Inne

**Literatura źródłowa**

[45. COM 2016], [76. Sniffer 2014]

**2.3.4.11 Wtrysk sorbentu****Opis**

Zasada wtrysku sorbentu polega na wprowadzeniu materiału reaktywnego do strumienia gazów odlotowych oraz jego rozproszenia w tym strumieniu. Materiał ten reaguje z cząstkami  $SO_x$ , tworząc ciało stałe, które następnie należy usunąć ze strumienia gazów odlotowych (najczęściej z użyciem filtra, np. workowego).

Najczęściej stosowane sorbenty to:

- wapień i jego pochodne;
- dolomit i jego pochodne;
- wodorowęglan sodu;
- węglan sodu.

Wybór sorbentu zależy od jego dostępności oraz warunków procesu (temperatura, natężenie przepływu, wilgotność, zawartość zanieczyszczeń).

Sorbenty są skuteczne również w usuwaniu innych kwaśnych gazów, w szczególności chlorku wodoru (HCl) i fluorowodoru (HF). Jeśli zamierzamy odzyskać takie gazy, należy wstępnie oczyścić gazy odlotowe (oczyszczanie wodą, patrz sekcja 2.3.4.10).

**Przykładowe zakłady**

Tabela 2.19 przedstawia zakłady z listy referencyjnej wyposażone w systemy wtrysku sorbentu.

Tabela 2.19: Zakłady wyposażone w system wtrysku sorbentu

Zakłady wyposażone w system wtrysku sorbentu do ograniczania emisji	Dominująca technika przetwarzania odpadów
243, 244, 267, 337	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne (MBT)
27	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
469	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów płynnych o wartości opałowej
03	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
235	Powtórna rafinacja oraz inne działania przygotowujące oleje odpadowe do ponownego użycia

**Literatura źródłowa**

[\[45. COM 2016\]](#)

### 2.3.5 Techniki zapobiegania i kontroli emisji odorów oraz emisji rozproszonych / ulotnych do atmosfery

#### 2.3.5.1 Plan ochrony przed niepożądanymi odorami

**Opis**

Plan ochrony przed niepożądanym odorem (OMP) jest częścią systemu zarządzania środowiskowego (EMS) zakładu (zob. sekcja 2.3.1.1) i zawiera elementy zapobiegające lub ograniczające uciążliwości spowodowane niechcianym odorem.

**Szczegóły techniczne**

OMP obejmuje:

- Protokół zawierający działania i ich harmonogramy.
- Protokół monitorowania odorów. Może być uzupełniony pomiarem/oceną narażenia na działanie odoru (np. zgodnie z EN 16841-1 lub -2) lub oszacowaniem jego wpływu.
- Protokół reagowania na zidentyfikowane zdarzenia związane z niepożądanym odorem (w tym rozpatrywanie skarg: identyfikacja przeprowadzonych operacji, warunki pogodowe, takie jak temperatura, kierunek wiatru, opady deszczu, wymiana informacji z administracją oraz skarżącym, itp.).
- Program zapobiegania niepożądanym odorom oraz ich redukcji, mający na celu identyfikację źródła(-eł), pomiar/oszacowanie narażenia na niepożądane odory, scharakteryzowanie wkładu poszczególnych ich źródeł oraz wdrożenie środków zapobiegania i/lub redukcji.

**Korzyści dla środowiska**

Zapobieganie lub redukcja uwolnień odorów, które mogą być uciążliwe oraz wyczuwalne poza granicami zakładu.

**Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Nie dostarczono danych.

**Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Nie dostarczono danych.

**Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Technika ta ma zastosowanie do nowych oraz już istniejących instalacji, pod warunkiem, że spodziewane jest pojawienie się uciążliwości związanych z odorem na obszarach mieszkalnych lub w innych newralgicznych rejonach (np. tereny rekreacyjne, miejsca pracy) i/lub że zostały one już zgłoszone.



### Ekonomika

Nie dostarczono danych.

### Siła napędowa wdrażania

Zmniejszenie liczby skarg z sąsiedztwa.

### Przykładowe zakłady

Tabela 2.20 przedstawia zakłady z listy referencyjnej, w których wdrożony jest plan ochrony przed odorem. Jest on zasadniczo stosowany w procesach wytwarzających odory, takich jak biologiczne przetwarzanie odpadów, zwłaszcza tlenowe.

**Tabela 2.20: Zakłady, w których wdrożony został plan ochrony przed niepożądanym odorem**

Zakłady, w których wdrożono plan ochrony przed niepożądanym odorem	Dominująca technika przetwarzania odpadów
21, 62, 128, 129, 328, 460, 511, 518, 520, 521, 530, 531, 537, 542, 543, 544, 546, 547, 548, 572, 579, 608, 609, 621, 622, 623	Tlenowe przetwarzanie odpadów biologicznych separowanych u źródła
131, 459, 485, 526, 528, 529, 534, 541, 130, 266, 337, 338, 453, 519, 628	Beztlenowe przetwarzanie odpadów biologicznych
487, 493	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne (MBT)
58, 340, 348, 427, 495	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
494	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych/półpłynnych
497	Przetwarzanie wydobytej zanieczyszczonej gleby
59	Regeneracja/odzysk składników ograniczających zanieczyszczenia/pozostałości z oczyszczania gazów odlotowych (FGT)
153, 347, 421, 423	Przetwarzanie odpadów zawierających rtęć
79, 332, 469,	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
92, 619, 620	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
	Powtórna rafinacja olejów odpadowych

### Literatura źródłowa

[85. Scori 2002], [ 9. UK EA 2001], [10. Babbie Group Ltd 2002], [86. VDI oraz Dechema 2002], [11. WT TWG 2003], [33. EPA Irlandia 2003], [87. Prantner 2002], [13. Schmidt i inni 2002], [18. WT TWG 2004], [35. VROM 2004]

### 2.3.5.2 Zapobieganie lub redukcja emisji odorów z przetwarzania odpadów

#### Opis

Główne techniki stosowane celem zmniejszenia emisji odorów to: minimalizacja czasu narażenia na nie, stosowanie obróbki chemicznej oraz optymalizacja obróbki tlenowej.

#### Szczegóły techniczne

Techniki, które mogą być stosowane w celu zminimalizowania emisji odorów:

- Minimalizacja czasu magazynowania potencjalnie uciążliwych pod względem odoru odpadów, systemy przechowywania oraz transportu (np. rury, zbiorniki, pojemniki), w szczególności w warunkach beztlenowych (w stosownych przypadkach przewidziano odpowiednie przepisy dotyczące przyjmowania sezonowo maksymalnych ilości odpadów).
- Stosowanie chemikaliów w celu zniszczenia lub zmniejszenia tworzenia się związków wydzielających odory (np. w celu utlenienia lub wytrącenia siarkowodoru).
- Optymalizacja przetwarzania tlenowego, np. poprzez kontrolę zawartości tlenu oraz regularną konserwację systemu napowietrzania. W przypadku tlenowego oczyszczania

odpadów płynnych na bazie wody optymalizacja może również obejmować wykorzystanie czystego tlenu i/lub usunięcie szumowiny z zbiorników.

- Osłanianie lub budowanie obiektów zamkniętych do magazynowania, obsługi, zbierania oraz przetwarzania odpadów wydzielających odory (w tym ścieków i osadów ściekowych) oraz zbierania wydzielających odory gazów odlotowych do dalszego przetwarzania.
- Tzw. przetwarzanie "końca rury".

Więcej informacji na temat minimalizacji czasu magazynowania odpadów gnilnych można znaleźć w sekcji 4.5.1.2.

Tabela 2.21 przedstawia przegląd tzw. technik "końca rury" w usuwaniu odorów.

**Tabela 2.21: Przegląd technik unieszkodliwiania odorów metodą tzw. „końca rury”**

Technika	Zgłoszona skuteczność redukcji niepożądanych odorów (%) <sup>(1)</sup>	Uwagi
Adsorpcja	70–99	—
Oczyszczanie (płukanie) na mokro	60–85	—
Alkaliczne oczyszczanie tlenowe	80–90	Odmiana techniki absorpcyjnej.
Utlenianie termiczne	98–99.9	—
Spalanie (utlenianie) katalityczne	80–95	—
Biofiltracja <sup>(2)</sup>	70–99	Małe przeniesienie zanieczyszczeń do innych mediów. Dodano kilka środków chemicznych. Niskie zużycie energii.
Płukanie biologiczne (bioskrubing) <sup>(2)</sup>	70–80	—
Złoże biologiczne zraszane	70–90	—
Ruchome złoże zraszane	> 90	—

(1) Zgodnie z informacjami podanymi w dalszych sekcjach niniejszego dokumentu, w których opisano poszczególne techniki.

(2) Biofiltrację oraz bioskrubing można połączyć w jeden system, aby skorzystać z zalet obu technik. Płuczka biologiczna (bioskruber) działałaby jako nawilzacz i unieszkodliwiała dużą część niepożądanych odorów. Miałaby również cechy bufora, zapobiegającego przedostawaniu się wysokich stężeń substancji wydzielających odory do biofiltra, co w przeciwnym razie mogłoby doprowadzić do wzrostu temperatury w materiale biofiltra ze względu na postępujący proces degradacji. Podwyższone temperatury skutkowałyby niższą sprawnością biofiltra.

Źródło: [45. COM 2016], [88. Rafineria odpadów 2013]

Zobacz [45. COM 2016] odnośnie dodatkowych informacji dotyczących ograniczania emisji niepożądanych odorów.

### Korzyści dla środowiska

Redukcja emisji odorów.

### Oddziaływanie na procesy i środowisko

Oddziaływanie na procesy i środowisko związane z zastosowanymi technikami redukcji (np. skruber, spalarnia/oksydator) opisano w części dokumentu BREF odnoszącej się do każdej konkretnej techniki.

Techniki typu menedżerskiego nie oddziałują na procesy i środowisko.

Usuwanie szumowiny powierzchniowej oraz osadów w zbiornikach do oczyszczania ścieków wiąże się z wykorzystaniem energii.

### Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Zobacz [\[45. COM 2016\]](#)

#### Zastosowanie

Minimalizacja czasu przebywania w obszarze oddziaływania ma zastosowanie wyłącznie do systemów otwartych, ponieważ systemy zamknięte umożliwiają zapobieganie emisji niepożądanych odorów.

Obróbka chemiczna celem eliminacji bądź ograniczenia powstawania związków wydzielających odory może nie mieć zastosowania, jeżeli utrudnia to osiągnięcie pożądanej jakości wyjściowej.

#### Ekonomika

Nie dostarczono danych.

#### Siła napędowa wdrażania

Siłą napędową wdrożenia niniejszej techniki może być:

- krajowe ustawodawstwo dotyczące zwalczania niepożądanych odorów (np. *TA Luft* w Niemczech);
- uciążliwości związane z niepożądanym odorem (zwłaszcza z przetwarzania odpadów ulegających biodegradacji) w przypadku pobliskich budynków mieszkalnych oraz miejsc pracy;
- występowanie substancji wydzielających odory w reakcjach beztlenowych, zwłaszcza gdy ścieki zawierają wysokie stężenia siarczanów, które są przekształcane w siarczki.

#### Przykładowe zakłady

Zobacz rozdziały 3 – 5.

#### Literatura źródłowa

[\[45. COM 2016\]](#)

### 2.3.5.3 Redukcja emisji rozproszonych

#### Opis

Wybór środków operacyjnych oraz projektowych, jako części systemu zarządzania środowiskiem (EMS), które mogą być wdrożone w celu zapobiegania lub redukcji emisji rozproszonych do atmosfery dla: pyłów, bioaerozoli i/lub LZO.

#### Szczegóły techniczne

Na podstawie oczekiwanego rodzaju emisji można wybrać spośród kilku metod operacyjnych oraz projektowych:

##### Minimalizacja liczby potencjalnych źródeł emisji

- Odpowiednie zaprojektowanie układu rurociągu poprzez:
  - minimalizację długości rurociągu;
  - minimalizację ilości kołnierzy (złączy) oraz zaworów;
  - łączenie rur oraz kształtek spawaniem.
- Preferowanie transferu grawitacyjnego zamiast używania pomp.

##### Używanie sprzętu o wysokim stopniu zintegrowania

- Używanie sprzętu o wysokim stopniu zintegrowania takiego jak:
  - zawory z podwójnym uszczelnieniem lub sprzęt równoważny;
  - montowanie uszczelnień o wysokiej integralności (takich jak uszczelki spiralne, wielokrawędziowe tzw. kammprofile lub pierścieniowe) w miejscach krytycznych;
  - pompy/sprężarki/mieszadła wyposażone w uszczelnienia mechaniczne w miejsce uszczelnień;
  - pompy/sprężarki/mieszadła napędzane magnetycznie;
  - odpowiednie węże serwisowe, porty dostępu, przekłuwacze, głowice wierzące, np. podczas odgazowywania WEEE zawierającego VFC i/lub VHC.

### Zapobieganie korozji

- Zagwarantowanie, że wszystkie urządzenia (np. uszczelki) dobierane są odpowiednio do każdego procesu.
- Unikanie korozji poprzez odpowiedni dobór materiału konstrukcyjnego.
- Ocynkowanie lub malowanie rur celem zapobiegania korozji zewnętrznej oraz stosowanie inhibitorów korozji do materiałów mających kontakt z urządzeniami.

### Ograniczanie oraz zbieranie emisji rozproszonych

- Przechowywanie, przetwarzanie oraz transport odpadów oraz materiałów, które mogą generować emisje rozproszone w zamkniętych budynkach i/lub zamkniętych urządzeniach (np. przenośnikach taśmowych).
- Zabudowanie (częściowe lub całkowite) systemów odprowadzania ścieków oraz zbiorników używanych do ich przechowywania/oczyszczania. W zbiornikach zawierających odpady, które mogą generować emisje do atmosfery (takie jak LZO) stosowanie systemów równoważenia przepływu i/lub zredukowane emisji np. za pomocą filtrów z węglem aktywnym.
- Minimalizacja emisji podczas pobierania próbek poprzez zastosowanie zamkniętych układów ich pobierania lub analizatorów liniowych.
- Zainstalowanie systemów osuszania celem eliminacji osuszania niekontrolowanego.
- Zabudowanie przenośników taśmowych, w szczególności punktów przyłączeniowych oraz obszarów rozładunkowych.
- Zabudowanie miejsc transferu oraz sortowania.
- Zabezpieczenie zabudowanych miejsc pracy zgodnie z instrukcją, lub automatycznie np. automatyczne zamykanie drzwi.
  - a. Utrzymywanie odpowiedniego ciśnienia w urządzeniach lub budynkach zamkniętych.
  - b. Wyposażenie systemów lub budynków zamkniętych w systemy wentylacyjny oraz redukcji emisji zanieczyszczeń.
  - c. Zaprojektowanie systemów wyciągowych tak, aby uwzględniały usuwanie dużych ilości powietrza, obecnych ze względu na spore rozmiary obszarów mieszania lub konieczność posiadania dostępu dla samochodów celem załadunku i rozładunku. Systemy wyciągowe powinny być w stanie kontrolować, w sytuacjach nieawaryjnych, wszelkie możliwe do przewidzenia rodzaje emisji.
- Zainstalowanie lokalnych systemów odpylania i/lub mgłowych/zraszających na urządzeniach o znacznym pyleniu (np. bębny przesiewające) lub w pomieszczeniach magazynowych, na etapach procesów transportu lub na etapach intensywnie pyłących, takich jak np. proces rozładunku. Systemy te, najczęściej wodne, powinny zapobiegać powstawaniu pyłu, jednocześnie wiążąc zużytą wodę zapobiegając powstawaniu ścieków.
- Zainstalowanie wentylacji zasysającej w pobliżu źródeł emisji.
- Zainstalowanie oddzielnych systemów zasysających oraz redukujących emisje dla miejsc transportu oraz sortowania.
- Stosowanie osłon przed wiatrem (bariery wiatrowe).

### Selekcja odpadów dostarczonych do przetworzenia (selekcja wejściowa)

- Położenie nacisku na proces wstępnej akceptacji (zob. sekcja 2.3.2.1) oraz odrzucanie określonych rodzajów odpadów. Na przykład w przypadku materiałów wydzielających odory, muszą być one obsługiwane w specjalnych, szczelnie zamkniętych strefach obsługi zawierających system wyciągowy prowadzący do urządzeń redukujących emisje.

### Magazynowanie odpadów

- Przechowywanie odpadów w zbiornikach lub kontenerach zamkniętych lub pod przykryciem. Objęcie obszaru magazynowania odpowiednią wentylacją (która

spowoduje, że powierzchnia magazynowa będzie utrzymywana powyżej lub poniżej ciśnienia atmosferycznego). Dotyczy to wszelkich pojemników przechowywanych w magazynie ogólnym, magazynie przyjęć (w oczekiwaniu na przyjęcie), obszaru kwarantanny lub takiego, w którym odpady są opróżniane, przepakowywane lub w jakikolwiek inny sposób zarządzane. Powietrze powinno być oczyszczane przed jego wypuszczeniem, w zależności od rodzaju zanieczyszczenia, jeśli takie występuje.

- Przechowywanie beczek i pojemników z materiałami wydzielającymi odory w budynkach zamkniętych zaopatrzonych w systemy redukcji emisji zanieczyszczeń.
- Przechowywanie odpadów oraz materiałów generujących emisje rozproszone pyłu (np. lekkie lub ciężkie frakcje w przypadku rozdrabniaczy) w zamkniętych budynkach lub pojemnikach.
- Minimalizowanie wysokości hałd odpadów mogących generować emisje rozproszone.
- Instalowanie systemów wyciągowych do redukcji zapylenia lub systemów zraszających w zasobnikach/bunkrach magazynowych.

### Postępowanie z odpadami

- Zwilżanie wodą materiałów, które mogą generować emisje rozproszone przed oraz w trakcie procesów załadunku czy uzdatniania.
- Zwilżanie potencjalnych źródeł emisji rozproszonej pyłu (np. podczas magazynowania odpadów, otwartych procesów obsługi czy w obszarach komunikacyjnych) za pomocą armatek wodnych lub przeciwmgielnych.
- Zmniejszanie wysokości zrzutu materiałów.
- Unikanie dróg komunikacyjnych biegnących w pobliżu obszaru dostawy.
- Ograniczenie prędkości dla samochodów.
- Minimalizacja czasu magazynowania odpadów w obszarze dostawy.

### Mieszanie odpadów

- Wdrożenie metod mających na celu ograniczenie stosowania odczynników pylistych.
- Mieszanie odczynników z odpadami za pomocą wirników lub systemów mieszających wbudowanych w zbiornik mieszający.
- Stosowanie przenośników śrubowych, grawitacyjnych lub pneumatycznych środków transportu do masowego przemieszczania odpadów suchych i odczynników.
- Dostarczanie wsadu do zbiorników mieszających systemem rur.

### Konserwacja

- Ułatwienie czynności konserwacyjnych poprzez zapewnienie łatwego dostępu do urządzeń o dużym ryzyku powstania nieszczelności.
- Regularna kontrola oraz konserwacja sprzętu ochronnego np. zasłon lamelowych.

### Czyszczenie

- Utrzymywanie niskiego zanieczyszczenia na wylocie systemów wyciągowych poprzez:
  - zaprojektowanie systemu wraz z zastosowanym wyposażeniem tak, aby można go było bez problemów oczyszczać;
  - regularne czyszczenie podłogi hali z użyciem systemu oczyszczającego lub odkurzacza przemysłowego;
- Wzmocnienie, konserwacja oraz regularne mycie podjazdów w okresach bezdeszczowej pogody.
- Regularne czyszczenie całego obszaru przetwarzania odpadów (hale, obszary komunikacyjne, magazyny itp.), osłon przeciwsłonecznych, taśm transportowych, oraz innych urządzeń czy pojemników.
- Stosowanie myjni opon, aby zapobiec przenoszeniu przez pojazdy odpadów do zewnętrznych obszarów zakładu.

### **Korzyści dla środowiska**

Ograniczenie LZO, odorów oraz emisji pyłu.

### **Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

---

Powszechnie stosowane systemy redukcji emisji mogą być podłączone do systemów odpowietrzania zbiorników, aby zmniejszyć straty rozpuszczalników spowodowane wypieraniem

powietrza podczas napełniania zbiorników lub cystern. Miejsca pracy z odpadami pyłącymi mogą być wyposażone w specjalne okapy, filtry oraz systemy odpylania.

### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Jednym z oddziaływań na środowisko jest zużycie wody podczas nawilżania materiału.

Pozytywnym efektem ubocznym zamknięcia pomieszczenia jest zmniejszenie hałasu dla pracowników na zewnątrz.

### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Stosowanie urządzeń o wysokiej integralności może być ograniczone w przypadku istniejących zakładów ze względu na wymogi operacyjne (na przykład urządzenia z napędem magnetycznym mogą nie mieć zastosowania w przypadku cieczy zawierających cząstki żelaza).

Stosowanie zabudowanego sprzętu lub budynków może być również ograniczone względami bezpieczeństwa, takimi jak ryzyko wybuchu lub wyczerpania tlenu. Może również ograniczać zdolność do przyjęcia określonej ilości odpadów.

Nie wszystkie metody mogą być stosowane do wszystkich rodzajów emisji rozproszonych (pył, bioaerozole, odory, lotne związki organiczne).

### **Ekonomia**

Nie dostarczono danych.

### **Siła napędowa wdrażania**

- Prawodawstwo dotyczące zanieczyszczenia atmosfery.
- Zmniejszenie liczby skarg z sąsiedztwa zakładu.

### **Przykładowe zakłady**

Większość zakładów przetwarzania chemicznego posiada system ekstrakcji oraz oczyszczania powietrza dla głównych zbiorników przetwórczych oraz wszelkich operacji obróbki wstępnej, które mogłyby wytworzyć toksyczne emisje gazowe do atmosfery. Większość zakładów unieszkodliwiania odpadów posiada systemy redukcji emisji zanieczyszczeń do atmosfery, ale rodzaj i poziom kontroli zanieczyszczeń do atmosfery przez te systemy różni się znacznie.

Miejsca magazynowania odpadów organicznych z zawartością rozpuszczalnika posiadają zazwyczaj system filtrów węglowych do kontroli emisji do atmosfery oraz systemy kontroli emisji gazu wyjściowego. Niektóre LZO organiczne mogą być zawracane do roztworu poprzez system płuczek wodnych lub płuczek z olejem mineralnym, podczas gdy inne LZO mogą być wylapywane przez filtry z węglem aktywnym. Zbiorniki zadaszone są powszechnie stosowane w przypadku magazynowania materiałów zawierających produkty o wysokiej prężności pary. Do przechowywania produktów wysoce łatwopalnych wymagane jest specjalne wyposażenie. Zwykle zwraca się szczególną uwagę, aby uniknąć wycieków oraz uwolnień do gruntu, które mogłyby zanieczyścić glebę i wody gruntowe lub umożliwić przedostanie się materiału do wód powierzchniowych. Niektóre zakłady posiadają systemy równoważące (z gazem azotowym) w celu zmniejszenia wypierania powietrza w czasie napełniania zbiorników. Wszystkie zbiorniki magazynowe używane w procesie powtórnej rafinacji są zakryte oraz posiadają systemy równoważące. Ilość uwolnień do otworów wentylacyjnych podczas przenoszenia zawartości jest w niektórych przypadkach minimalizowana przez podłączone rury wentylacyjne.

### **Literatura źródłowa**

[\[89. Eklund i inni 1997\]](#), [\[85. Scori 2002\]](#), [\[9. UK EA 2001\]](#), [\[10. Babbie Group Ltd 2002\]](#), [\[90. Hogg i inni 2002\]](#), [\[14. Eucopro 2003\]](#), [\[17. Pretz i inni 2003\]](#), [\[91. UBA Niemcy 2003\]](#), [\[18. WT TWG 2004\]](#), [\[19. WT TWG 2004\]](#), [\[26. Podgrupa mech. 2014\]](#), [\[45. COM 2016\]](#).

### 2.3.5.4 Program wykrywania i naprawy nieszczelności

#### Opis

Program wykrywania i naprawy nieszczelności (LDAR) dla zakładów zajmujących się materiałami lotnymi.

#### Szczegóły techniczne

Program LDAR może obejmować:

- Identyfikację, a tam, gdzie to możliwe, kwantyfikację znaczących emisji niezorganizowanych (ulotnych) do atmosfery ze wszystkich istotnych źródeł, szacowanie proporcji całkowitych emisji, które można przypisać uwolnieniom niezorganizowanym dla każdej substancji.
- Bezpośrednie monitorowanie zaworów, uszczelek pomp itp. za pomocą przenośnego urządzenia do analizy oparów organicznych celem sprawdzenia szczelności (detektor odoru lub optyczne obrazowanie gazów (OGI), [45. COM 2016]).
- Korzystanie z nieinwazyjnych pomiarów objętości zbiornika.
- Wymiana wkładek filtracyjnych podczas czyszczenia filtrów.
- Przechowywanie filtrów w szczelnie zamkniętych beczkach.
- Przechowywanie zanieczyszczonych wód, mogących wydzielać odory, w zakrytych zbiornikach.
- Magazynowanie w beczkach (zob. sekcja 2.3.13.2).
- Zapewnienie regularnego czyszczenia/odszlamiania zbiorników, z wykorzystaniem harmonogramów konserwacji celem uniknięcia dekontaminacji na dużą skalę.
- Mycie cystern, jeśli ładunek może wydzielać odory. Woda do mycia/odpady wodne z mycia muszą być bezpośrednio odprowadzane do zredukowanych systemów magazynowania przed otwarciem cystern. Otwieranie cystern na możliwie najkrótszy czas.
- Podjęcie działań konserwacyjnych w celu usunięcia wykrytych nieszczelności, np. wymiana wkładu zaworu.

Program LDAR opiera się na analizie ryzyka, biorąc pod uwagę budowę zakładu oraz ilość i charakter obsługiwanych związków organicznych.

#### Korzyści dla środowiska

Wykrywanie wycieków LZO z zaworów, pomp i innych elementów rurociągów

#### Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Nie dostarczono danych.

#### Oddziaływanie na procesy i środowisko

Brak.

#### Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Ogólnie stosowana w zakładach przetwarzających lotne związki organiczne.

#### Ekonomika

Koszty inwestycji w analizator zgłoszono na poziomie 5 000-20 000 EUR w przypadku detektora odoru i 70 000-100 000 EUR w przypadku OGI. Podczas pracy, główną różnicą jest czas potrzebny do przeprowadzenia pomiarów. W przypadku stosowania detektora odoru, tylko około 500 komponentów może być sprawdzanych dziennie przez zespół badawczy. W przeciwieństwie do tego, techniki optycznego obrazowania gazów pozwalają na badanie od 15 000 do 20 000 elementów dziennie. Dlatego metody detekcji odoru są zazwyczaj korzystniejsze w przypadku małych zakładów, podczas gdy OGI jest preferowane przez duże zakłady [45. COM 2016].

W typowej rafinerii amerykańskiej lub dużej instalacji petrochemicznej z ponad 200 000 regulowanych komponentów roczny koszt programu LDAR przekracza 750 000 EUR (1 mln USD biorąc średni kurs wymiany USD/EUR w 2010 r.) przy zastosowaniu metody EPA 21 (US EPA Method 21) opartej na detektorze odoru.

### Siła napędowa wdrażania

- Prawodawstwo dotyczące zanieczyszczenia atmosfery.
- Optymalizacja wydajności procesu.
- Zdrowie oraz bezpieczeństwo pracowników.

### Przykładowe zakłady

Nie dostarczono danych.

### Literatura źródłowa

[9. UK EA 2001], [10. Babbie Group Ltd 2002], [11. WT TWG 2003], [33. EPA Irlandia 2003], [18. WT TWG 2004], [45. COM 2016].

## 2.3.5.5 Flaring (spalanie w pochodniach)

### Opis

Flaring jest wysokotemperaturowym procesem utleniania stosowanym do spalania palnych składników gazów odlotowych pochodzących z procesów przemysłowych. Pochodni używa się ze względów bezpieczeństwa lub w przypadku nietypowych warunków pracy (np. rozruchy, wyłączenie z eksploatacji).

### Szczegóły techniczne

Flaring stosowany jest do bezpiecznego spalania odwentylowanych gazów palnych (węglowodorów) przy spadku ciśnienia, który nie zagraża systemom odciążającym instalacje.

Spalanie w pochodniach stosuje się również w zakładach wykorzystujących beztlenowe komory fermentacyjne do produkcji biogazu (zob. sekcja 4.3). Instalacje te wytwarzają bogaty w metan biogaz. Biogaz, który nie jest zużywany lub przechowywany zostaje spalony.

Ponieważ spalanie w pochodniach jest zarówno źródłem zanieczyszczeń, jak i prowadzi do spalania potencjalnie cennego produktu, jego stosowanie powinno być ograniczone do odbiegających od normalnych, chwilowych przestojów lub uwolnień awaryjnych. Niekontrolowane emisje (zwłaszcza LZO) z otworów wentylacyjnych i zaworów nadmiarowych powinny być kierowane do systemów odzysku, a pochodnie powinny służyć jedynie jako system rezerwowy.

Więcej informacji na temat spalania w pochodniach można znaleźć w [45. COM 2016].

Stosowane są następujące techniki zapobiegające lub ograniczające emisje podczas spalania w pochodniach ([45. COM 2016]):

- **Prawidłowa konstrukcja instalacji:** obejmuje wystarczającą wydajność systemu odzysku gazu spalanego w pochodniach, zastosowanie zaworów nadmiarowych o wysokiej integralności oraz inne środki pozwalające na wykorzystanie spalania wyłącznie jako środka bezpieczeństwa dla celów innych niż normalne operacje (np. uruchomienie, wyłączenie z eksploatacji, awarie).
- **Zarządzanie zakładem:** obejmuje środki organizacyjne i kontrolne mające na celu ograniczenie zdarzeń związanych z spalaniem w pochodniach poprzez równowagę systemu gazowego, stosowanie zaawansowanej kontroli procesu itp.
- **Konstrukcja pochodni (flary):** obejmuje wysokość, ciśnienie, wspomaganie przez parę, powietrze lub gaz, typ końcówek pochodni, automatyczny zapłon, wykrywanie płomienia, środki stosowane w przypadku zaniku zasilania itp. Ma to na celu umożliwienie bezdymnej i niezawodnej pracy oraz zapewnienie efektywnego spalania w pochodniach nadmiaru gazów pochodzących z odbiegających od normalnych operacji.
- **Monitorowanie i raportowanie:** ciągłe monitorowanie (pomiar ilości gazu oraz szacunki innych parametrów) gazu wysyłanego do spalania w pochodniach oraz związane z tym parametry spalania (np. mieszanka gazów przepływających, zawartość ciepła, współczynnik wspomaganie, prędkość przepływu, natężenie przepływu gazów



oczyszczonych, emisje zanieczyszczeń). Zgłaszanie zdarzeń powodujących eksplozję (np. za pomocą urządzeń do monitorowania płomienia) umożliwia uwzględnienie

współczynnika spalania w pochodniach (tzw. flaring ratio) jako wymogu w systemie zarządzania środowiskowego oraz zapobiegania przyszłym zdarzeniom. Wizualny zdalny monitoring pochodni może być również przeprowadzany za pomocą kolorowej telewizji przemysłowej podczas zdarzeń związanych z spalaniem.

Niektóre przepisy krajowe lub przepisy techniczne wymagają specjalnej konstrukcji pochodni, np. wydajność spalania (> 99 %) w niemieckiej ustawie o czystym powietrzu (Clean Air Act - TA Luft), minimalna wysokość i bezpieczne odległości w normie ISO 20675 część 2 oraz w przepisach technicznych Niemieckiego Stowarzyszenia DVGW, DWA i Niemieckiego Stowarzyszenia Biogazu.

### Korzyści dla środowiska

Spopielanie uwolnień awaryjnych.

### Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Efektywność redukcji emisji oraz poziomy emisji związane ze spalaniem w pochodniach podano w tabeli 2.22.

**Tabela 2.22: Ograniczanie emisji oraz poziomy emisji związane z spalaniem w pochodniach**

Zanieczyszczenie	Pochodnia podwyższona		Pochodnia gruntowa	
	Efektywność redukcji <sup>(1)</sup> (%)	Poziomy emisji <sup>(2)</sup> (mg/Nm <sup>3</sup> )	Efektywność redukcji <sup>(1)</sup> (%)	Poziomy emisji <sup>(2)</sup> (mg/Nm <sup>3</sup> )
LZO (w tym CH <sub>4</sub> )	> 98 <sup>(3)</sup>	NI	> 99 <sup>(3)</sup>	NI
NO <sub>x</sub>	NI	400 (200 ppm)	NI	400 (200 ppm)
	NI	108	NI	108
CO	NI	588	NI	588

(1) Wydajność zależy od specyficznej konfiguracji zakładu oraz warunków pracy; podane parametry opierają się na średnich półgodzinnych.  
 (2) Zgłoszone poziomy emisji wskazują na to, co może być osiągnięte w niektórych instalacjach przemysłowych w normalnych warunkach eksploatacji; ponieważ poziomy emisji w dużym stopniu zależą od konkretnej konfiguracji zakładu oraz warunków eksploatacji, przy udzielaniu pozwoleń podane wartości należy stosować z najwyższą ostrożnością.  
 (3) W optymalnych warunkach, tj. przy zawartości ciepła w gazie odlotowym > 8-11 MJ/Nm, niskie przepływy i niska zawartość ciepła pozwalają osiągnąć niższą sprawność spalania (zaledwie 65 %).  
 Uwaga: NI = Brak danych.  
 Źródło: [\[45. COM 2016\]](#)

Osiągalne poziomy emisji, o których mowa w tabeli 2.22, wskazują na niszczenie zanieczyszczeń powietrza (LZO) przez spalanie w pochodniach. Pozostałe parametry (NO<sub>x</sub>) odnoszą się do emisji spowodowanych spalaniem w pochodniach. Spalanie w pochodniach nie posiada zainstalowanego systemu oczyszczania gazów odlotowych, dlatego też zanieczyszczenia wytwarzane przez spalanie gazów odlotowych, które zawierają siarkę i/lub halogeny, NO<sub>x</sub>, tlenek węgla, sadzę itp. normalnie nie są kontrolowane. Z tych powodów pochodnie gruntowe nie nadają się do gazów toksycznych. Reakcja kombinacji/rekombinacji w celu utworzenia dioksyn nie jest jednak preferowana z powodu braku "okna rekombinacji" oraz powierzchni metalowych działających jak katalizatory.

Skuteczność redukcji podczas spalania w pochodniach, jak opisano w powyższej tabeli, wyniesie > 98 %, jeżeli pochodnia została zaprojektowana oraz działa prawidłowo. Ważne parametry dla osiągnięcia optymalnej sprawności spalania opisane są w danych eksploatacyjnych poniżej. Zakres wydajności w warunkach nieoptymalnych może wynosić znacznie poniżej 98 %.

Więcej informacji można znaleźć w [\[45. COM 2016\]](#).

### Oddziaływanie na procesy i środowisko

Emisje ze spalania gazów w pochodniach będą obejmować co najmniej tlenki azotu ( $\text{NO}_x$ ), tlenek węgla (CO) i niespalone związki gazów (np. LZO). Ponadto, jeżeli spalany gaz zawiera związki

siarkowodorowe, emisje będą obejmować również siarkowodór ( $\text{H}_2\text{S}$ ) i dwutlenek siarki ( $\text{SO}_2$ ), powodując w ten sposób potencjalne uciążliwości związane z odorem (głównie w przypadku pochodni gruntowych).

Główne media oraz materiały eksploatacyjne obejmują:

- środki ograniczające wydzielanie spalin (para, powietrze, woda, gaz ziemny);
- gaz zapłonowy (propan lub butan);
- gaz odlotowy (azot lub paliwo) w celu utrzymania nadciśnienia w układzie;
- gaz pilotowy;
- energię.

Spalanie w pochodni może powodować emisję hałasu. Najważniejszymi źródłami hałasu są:

- wtryskiwanie środka redukcji dymu;
- procesy spalania;
- wentylatory.

Tłumienie hałasu jest kluczową kwestią środowiskową, a zatem ważnym aspektem konstrukcyjnym, który należy uwzględnić w przypadku nowych pochodni. Aspekty związane z unikaniem hałasu obejmują:

- redukcja lub tłumienie hałasu o wysokiej częstotliwości wytwarzanego przez strumień pary poprzez zastosowanie wielopunktowych wtryskiwaczy pary, co może również prowadzić do zwiększonego wytwarzania koksu w warunkach niskiego przepływu; niezbędne jest zaprojektowanie dyszy do radzenia sobie z tą niedogodnością;
- zainstalowanie wtryskiwaczy w sposób umożliwiający interakcję strumieni oraz zmniejszenie hałasu podczas mieszania;
- zwiększenie skuteczności środka tłumiącego dzięki lepszym i bardziej czułym formom kontroli;
- ograniczenie ciśnienia pary do  $< 0,7$  MPa;
- używanie tłumika wokół wtryskiwacza pary jako akustycznej osłony;
- Używanie pochodni z nawiewem powietrza lub zamkniętej pochodni gruntowej.

Dalsze skutki obejmują:

- niedogodności związane z podwyższonymi flarami;
- odory wynikające z niewystarczającego spalania (głównie przy spalaniu w pochodniach gruntowych).

### Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Limity stosowania oraz ograniczenia podano w tabeli 2.23.

**Tabela 2.23: Limity stosowania oraz ograniczenia związane z spalaniem w pochodniach**

Parametry	Limity/ograniczenia
Typowe przepływy gazu ( $\text{Nm}^3/\text{h}$ )	0_1 800 000 (górnny limit dla pochodni podwyższonych)
Minimalna wartość opałowa napływających gazów odlotowych ( $\text{MJ}/\text{Nm}^3$ )	8_11
Temperatura spalania ( $^{\circ}\text{C}$ )	$> 800$
Ciśnienie	Atmosferyczne
Zawartość tlenu po spopieleniu (%)	$> 5$ (pochodnia muflowa)
Dynamika pochodni (m/s)	0_20 (aby zapobiec cofaniu się płomienia)

Źródło: [45. COM 2016]

### Ekonomika

Ekonomiczność spalania w pochodniach została podana w tabeli 2.24.

**Tabela 2.24: Aspekty ekonomiczne związane z spalaniem w pochodniach**

Rodzaj kosztów	Pochodnia podwyższona	Pochodnia gruntowa
Koszty inwestycyjne/kapitałowe (EUR na 1 000 Nm <sup>3</sup> /h)	~ 100 000_650 000 ( <sup>1</sup> )	Koszty mogą być 3 do 4 razy większe niż dla pochodni podwyższonych
Koszty operacyjne (na 1 000 Nm <sup>3</sup> /h)	NI	NI
Koszty związane z zatrudnieniem	Mogą znacznie się różnić; umiejętności personelu zajmującego się konserwacją są tu istotnym czynnikiem.	
Efektywność kosztowa (na tonę zanieczyszczenia kontrolowanego rocznie)	NI	NI
Parametry determinujące koszty	Potencjalne zużycie paliwa	
Osiągnięte korzyści	Brak	
<sup>1</sup> ) Koszty mogą różnić się znacznie, ponieważ zależą od liczby godzin, podczas których pochodnia działa. Ponieważ pochodnia jest przede wszystkim systemem bezpieczeństwa, liczba godzin jej używania będzie niska (od 10 do 100 godzin rocznie). Uwaga: NI = Brak danych. Źródło: [45. COM 2016]		

### Siła napędowa wdrażania

Główną siłą napędową wdrażania jest bezpieczeństwo.

Krajowe regulacje dotyczące unikania uwolnień biogazu również stanowią siłę napędową wdrażania.

### Przykładowe zakłady

Tabela 2.25 przedstawia wykaz zakładów z listy referencyjnej stosujących spalanie w pochodniach.

**Tabela 2.25: Przykłady zakładów stosujących spalanie w pochodniach**

Zakłady stosujące spalanie w pochodniach	Dominujący rodzaj przetwarzania odpadów
132, 251, 341, 415, 528, 529, 541, 592	Beztlenowe przetwarzanie odpadów biologicznych
605, 610, 619	Powtórna rafinacja oraz inne działania przygotowujące oleje odpadowe do ponownego użycia

### Literatura źródłowa

[45. COM 2016] [92. COM 2015]

## 2.3.6 Techniki zapobiegania i kontroli emisji do wody

### 2.3.6.1 Uzdatnianie ścieków pochodzących z zakładów WT (unieszkodliwiania odpadów)

#### Opis

Oczyszczanie ścieków przy użyciu jednej lub kilku technik opisanych w sekcji 2.3.6.2.

### Szczegóły techniczne

Przetwarzanie obejmuje zazwyczaj fazę pobudzenia, która nie tylko homogenizuje gnojowicę (szlam), ale również promuje następujące działania:

- rozkład cząstek stałych;
- desorpcję odpadów z cząstek stałych;
- kontakt pomiędzy odpadami organicznymi a mikroorganizmami;
- utlenianie gnojowicy (szlamu) poprzez napowietrzanie.

Oczyszczanie ścieków łączy w sobie procesy chemiczne, fizyczne oraz biologiczne. Zazwyczaj obejmuje to etap tlenowy, w którym ścieki są napowietrzane w zbiorniku napowietrzania (czas retencji 0,5-3 dni) celem przekształcenia rozpuszczalnych substancji organicznych w mikroorganizmy (osady) oraz czystsze ścieki końcowe. Degradacja biologiczna występuje tylko w przypadku substancji organicznych rozpuszczalnych w wodzie, a nie w przypadku substancji organicznych w stanie zawieszonym lub w fazie swobodnej. Ogólnie rzecz biorąc, przetwarzanie i uzdatnianie ścieków z zakładów unieszkodliwiania odpadów jest ważnym elementem tych instalacji, głównie ze względu na potencjalnie wysoki ładunek zanieczyszczeń, który może znajdować się w ściekach. Należy dokonać rozróżnienia pomiędzy procesami separacji a konwersji.

Przykładowe procesy separacji to:

- przetwarzanie mechaniczne;
- odparowywanie (ewaporacja);
- adsorpcja;
- filtracja;
- nanofiltracja oraz ultrafiltracja ;
- osmoza odwrócona ;
- wirowanie.

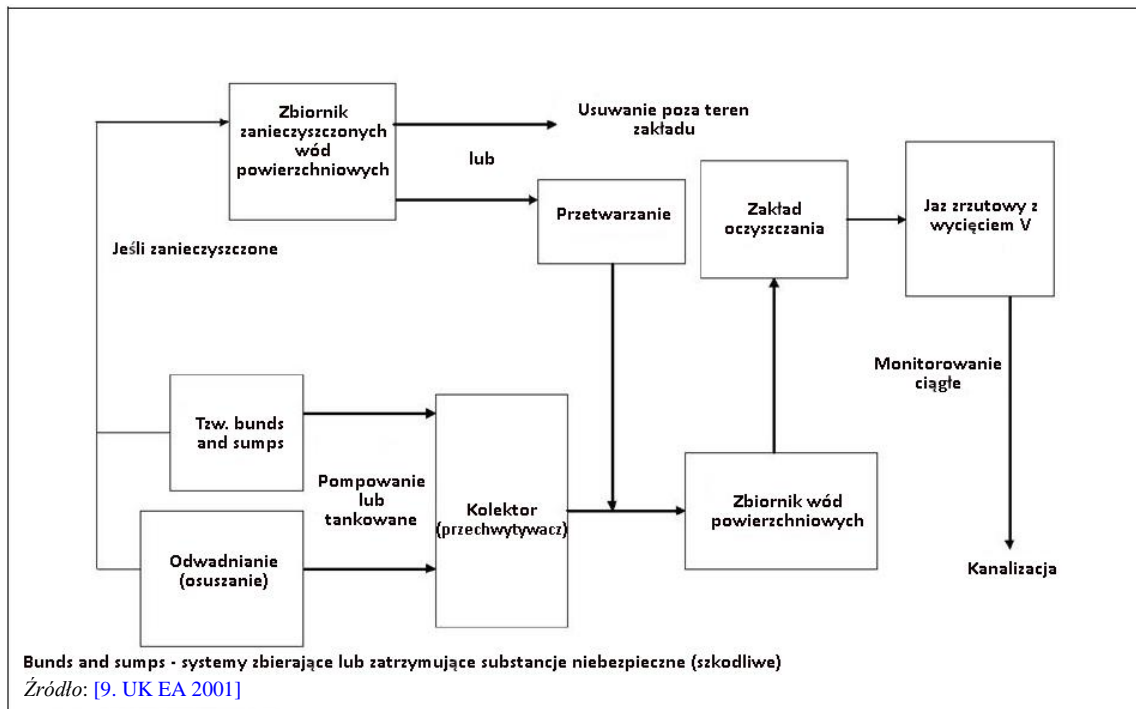
Natomiast procesy konwersji to:

- utlenianie na mokro, np. przy użyciu  $H_2O_2$ ;
- ozonowanie;
- wytrącanie/neutralizacja
- beztlenowe oraz tlenowe biologiczne oczyszczanie ścieków.

Do oczyszczania ścieków stosuje się różne kombinacje technik opisanych w sekcji 2.3.6.2, głównie w zależności od zawartości strumienia ścieków (zob. sekcja 2.3.1.2) oraz od warunków lokalnych (np. zrzut bezpośredni/pośredni).

W przypadku zrzutów pośrednich zakłada się, że poziom emisji pozostałych zanieczyszczeń nie ma negatywnego wpływu na oczyszczalnię ścieków znajdującą się dalej w łańcuchu przetwarzania, ani na skuteczność tej instalacji w oczyszczaniu pozostałych zanieczyszczeń.

Ilustracja 2.33 przedstawia przykład systemu zarządzania ściekami dla instalacji unieszkodliwiania odpadów.



**Ilustracja 2.33: Przykład gospodarowania ściekami w zakładzie unieszkodliwiania odpadów**

Sekcja 2.3.6.2 wprowadza w indywidualne techniki oczyszczania ścieków opisane w [45. COM 2016]. Analogicznie jak w przypadku technik zapobiegania i kontroli emisji do atmosfery (zob. sekcja 2.3.4), nie jest zamiarem autorów, aby w niniejszej sekcji przedstawić pełną analizę każdej z różnych metod. Zamiast tego podano jedynie krótki opis technik oraz przykłady zakładów, w których są one stosowane.

#### **Korzyści dla środowiska**

Korzyści środowiskowe zastosowanych technik to przede wszystkim redukcja emisji do wody.

#### **Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Zobacz sekcja 2.3.6.1.1 w przypadku zakładów nieprzeprowadzających przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody oraz sekcja 2.3.6.1.2 w przypadku zakładów przetwarzających odpady płynne na bazie wody.

#### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Zobacz CWW BREF [45. COM 2016].

#### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Zobacz CWW BREF [45. COM 2016] aby zapoznać się z względami technicznymi istotnymi z punktu widzenia możliwości zastosowania dla poszczególnych technik.

#### **Ekonomia**

Zobacz CWW BREF [45. COM 2016].

#### **Siła napędowa wdrażania**

Prawodawstwo dotyczące ochrony środowiska.

#### **Przykładowe zakłady**

Zobacz sekcje 2.3.6.1.1 oraz 2.3.6.1.2.

#### **Literatura źródłowa**

[93. Podgrupa fizyczno-chemiczna 2014], [29. Podgrupa PCT 2015], [42. WT TWG 2014], [45. COM 2016]

---

### **2.3.6.1.1 Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzania odpadów z wyjątkiem zakładów przetwarzających odpady płynne na bazie wody**

Tabele od 2.26 do 2.30 przedstawiają efektywność środowiskową zakładów unieszkodliwiania odpadów z bezpośrednim odprowadzeniem (zrzutem) do wody dla zawiesiny ogólnej (TSS), chemicznego zapotrzebowania tlenu (ChZT), ogólnego węgla organicznego (OWO), azotu, fosforu oraz fenoli. Tabele od 2.31 do 2.40 przedstawiają efektywność środowiskową zakładów przetwarzania odpadów odprowadzających bezpośrednio i pośrednio do wody dla całkowitych węglowodorów (THC), indeksu oleju węglowodorowego (HOI) oraz metali (As, Cd, Cr, Cu, Pb, Ni, Hg, Zn). Dodatkowe informacje, na przykład na temat procesów, stosowanych technik, odpadów dostarczanych do przetworzenia oraz produktu wyjściowego, można znaleźć w każdym z rozdziałów (tj. rozdział 3 dotyczący mechanicznego przetwarzania odpadów, rozdział 4 dotyczący biologicznego przetwarzania odpadów oraz rozdział 5 dotyczący fizyczno-chemicznego przetwarzania odpadów).

Tabela 2.26: Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzania odpadów z bezpośrednim odprowadzaniem do wody (zawiesina ogólna - TSS)

Kod zakładu	Proces przetwarzania odpadów	Minimalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Średnia koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
172C_1	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej	0	5	7	Filtracja, przetwarzanie z użyciem sproszkowanego węgla aktywnego, dekantacja, tymczasowe gromadzenie przed uwolnieniem
620_1	Powtórna rafinacja oleju odpadowego	1	3	12	Odpędzanie z parą wodną (stripper kwaśnej wody - urządzenie do wstępnego oczyszczania ścieków), wyrównywanie, odtłuszczenie, system z osadem czynnym - konwencjonalny, filtracja, filtrowanie przez piasek
427	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych	23	12	13	Wytrącanie chemiczne, sedymentacja (stawy), filtracja, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego
174C	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej	5	14	27	Dekantacja, zbiorniki buforowe
478	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	10	20	27	Sedymentacja (stawy), separator API
079_80_81_82	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej	1	14	28	Przetwarzanie z użyciem sproszkowanego węgla aktywnego
464_W1	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	8	16	30	Dekantacja, separator oleju i smaru
521	Tlenowe przetwarzanie odpadów	36	36	36	Systemy ze złożem trzciniowym (reed bed systems)
136	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	20	41	64	Zbiorniki buforowe, dekantacja, system przechwytywania z płytami równoległymi
464_W3	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	4	18	64	Dekantacja, separator oleju i smaru

Tabela 2.27: Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzania odpadów z bezpośrednim odprowadzaniem do wody (OWO oraz ChZT)

Kod zakładu	Proces przetwarzania odpadów	Zanieczyszczenie / parametr	Minimalna koncent. w ściekach oczyszcz. (mg/l)	Średnia koncent. w ściekach oczyszcz. (mg/l)	Maksymalna koncent. w ściekach oczyszcz. (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
172C_1	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej	ChZT	3	21	30	Filtracja, przetwarzanie z użyciem sproszkowanego węgla aktywnego, dekantacja, tymczasowe gromadzenie przed uwolnieniem
620_1	Powtórna rafinacja oleju odpadowego	ChZT	2	33	67	Odpędzanie z parą wodną (stripper kwaśnej wody - urządzenie do wstępnego oczyszczania ścieków), wyrównywanie, odtluszczenie, system z osadem czynnym - konwencjonalny, filtracja, filtrowanie przez piasek
170	Regeneracja zużytych rozpuszczalników	ChZT	100	100	100	Systemy z osadem czynnym - konwencjonalny, koagulacyjny, dekantacyjny, flokulacyjny, przetwarzanie z użyciem sproszkowanego węgla aktywnego, napowietrzanie, desorpcja próżniowa zanieczyszczeń z gleby
174C	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej	ChZT	8	60	113	Dekantacja, zbiorniki buforowe
079_80_81_82	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej	ChZT	15	45	140	Przetwarzanie z użyciem sproszkowanego węgla aktywnego
521	Tlenowe przetwarzanie odpadów	ChZT	175	175	175	Systemy ze złożem trzcinowym (reed bed systems)
427	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub płynnych	OWO	7.8	15.1	70.7	Wytrącanie chemiczne, sedymentacja (stawy), filtracja, adsorpcja



Tabela 2.28: Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzania odpadów z bezpośrednim odprowadzaniem do wody (azot)

Kod zakładu	Proces przetwarzania odpadów	Zanieczyszczenie / parametr	Minimalna koncent. w ściekach oczyszcz. (mg/l)	Średnia koncent. w ściekach oczyszcz. (mg/l)	Maksymalna koncent. w ściekach oczyszcz. (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczenia emisji
609	Tlenowe przetwarzanie odpadów	Azot (N) całkowity	0.0	0.3	1.5	Biologiczne
521	Tlenowe przetwarzanie odpadów	Azot (N) całkowity	4.2	5.3	7.5	Systemy ze złożem trzcinowym (reed bed systems)
172C_1	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej	Azot (N) całkowity	0.5	3.7	9.9	Filtracja, przetwarzanie z użyciem sproszkowanego węgla aktywnego, dekantacja, tymczasowe gromadzenie przed uwolnieniem
441	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Azot (N) całkowity	0.5	5.4	10.0	Sedymentacja (stawy), separator API
341_1	Beztlenowe przetwarzanie odpadów	Azot (N) całkowity	0.5	5.8	11.0	Wyrównanie, system z osadem czynnym (SBR), odparowywanie
620_1	Powtórna rafinacja oleju odpadowego	NH <sub>3</sub> -N	0.2	5.1	14.9	Odpędzanie z parą wodną (stripper kwaśnej wody - urządzenie do wstępnego oczyszczania ścieków), wyrównywanie, odłuszczenie (skimming), system z osadem czynnym - konwencjonalny, filtracja, filtrowanie przez piasek
478	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Azot (N) całkowity	5.8	8.8	21.0	Sedymentacja (stawy), separator API
620_1	Powtórna rafinacja oleju odpadowego	NO <sub>2</sub> -/NO <sub>3</sub> -	1.4	7.9	25.7	Odpędzanie z parą wodną (stripper kwaśnej wody - urządzenie do wstępnego oczyszczania ścieków), wyrównywanie, odłuszczenie, system z osadem czynnym - konwencjonalny, filtracja, filtrowanie przez piasek

**Tabela 2.29: Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzania odpadów z bezpośrednim odprowadzaniem do wody (fosfor)**

Kod zakładu	Proces przetwarzania odpadów	Minimalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Średnia koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
172C_1	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej	0.1	0.2	0.4	Filtracja, przetwarzanie z użyciem sproszkowanego węgla aktywnego, dekantacja, tymczasowe gromadzenie przed uwolnieniem
341_1	Beztlenowe przetwarzanie odpadów	0.1	0.3	0.5	Wyrównanie, system z osadem czynnym (SBR), odparowywanie
170	Regeneracja zużytych rozpuszczalników	1.0	1.0	1.0	Systemy z osadem czynnym - konwencjonalny, koagulacyjny, dekantacyjny, flokulacyjny, przetwarzanie z użyciem sproszkowanego węgla aktywnego, napowietrzanie, desorpcja próżniowa zanieczyszczeń z gleby
620_1	Powtórna rafinacja oleju odpadowego	0.0	0.8	1.7	Odpędzanie z parą wodną (stripper kwaśnej wody - urządzenie do wstępnego oczyszczania ścieków), wyrównywanie, odtłuszczanie, system z osadem czynnym - konwencjonalny, filtracja, filtrowanie przez piasek
441	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	0.2	1.0	2.0	Sedymentacja (stawy), separator API

**Tabela 2.30: Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzania odpadów z bezpośrednim odprowadzaniem do wody (fenole)**

Kod zakładu	Proces przetwarzania odpadów	Minimalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Średnia koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
620_1	Powtórna rafinacja oleju odpadowego	0.01	0.04	0.04	Odpędzanie z parą wodną (stripper kwaśnej wody - urządzenie do wstępnego oczyszczania ścieków), wyrównywanie, odtłuszczanie, system z osadem czynnym - konwencjonalny, filtracja, filtrowanie przez piasek
174C	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej	0.006	0.023	0.072	Dekantacja, zbiorniki buforowe

Tabela 2.31: Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzania odpadów z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (THC)

Kod zakładu	Proces przetwarzania odpadów	Rodzaj zrzutu	Minimalna koncent. w ściekach oczyszcz. (mg/l)	Średnia koncent. w ściekach oczyszcz. (mg/l)	Maksymalna koncent. w ściekach oczyszcz. (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
152C_1	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej	Pośredni	0.1	0.5	0.5	Przesiewanie, elektrokoagulacja, system z osadem czynnym - SBR (technologia złoża stałego), filtrowanie przez piasek, flotacja, zbiorniki buforowe.
619_1	Powtórna rafinacja oleju odpadowego	Pośredni	1.0	0.7	1.0	System z osadem czynnym - konwencjonalny, separator API, utlenianie chemiczne, dekantacja, wyrównywanie, odparowywanie, flotacja, odtluszczanie, odpędzanie z parą wodną, przetwarzanie z użyciem sproszkowanego węgla aktywnego
174C	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej	Bezpośredni	< 0.05	0.5	2.1	Dekantacja, zbiorniki buforowe
353_359	Przetwarzanie wydobytej, zanieczyszczonej gleby	Pośredni	0.1	1.3	3.0	Utlenianie chemiczne, wytrącanie chemiczne, redukcja chemiczna, koagulacja, dekantacja, filtracja
361_363_1	Przetwarzanie mechaniczne odpadów o wartości opałowej	Pośredni	0.1	1.3	3.0	Utlenianie chemiczne, wytrącanie chemiczne, redukcja chemiczna, koagulacja, dekantacja, filtracja
364_365_1	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Pośredni	0.1	1.3	3.0	Utlenianie chemiczne (poprzez dodanie nadtlenu wodoru, kwasu siarkowego, wodorotlenku sodu), wytrącanie chemiczne (poprzez dodanie kwasu siarkowego, chlorku żelaza, wodorotlenku sodu, polielektrolitu), redukcja chemiczna (poprzez dodanie siarczynu żelaza, nadtlenu wodoru, kwasu siarkowego, wodorotlenku sodu), koagulacja (z chlorkiem żelaza, polielektrolitem), dekantacja, filtracja (piasek i filtr z węglem aktywnym)
464W_1	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Bezpośredni	2.0	3.3	4.0	Dekantacja, oddzielanie olejów i smarów
464W_2	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Bezpośredni	2.0	3.4	4.0	Dekantacja, oddzielanie olejów i smarów
028	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Pośredni	0.3	2.3	5.0	Oddzielanie oleju

Kod zakładu	Proces przetwarzania odpadów	Rodzaj zrzutu	Minimalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Średnia koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
464W_3	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Bezpośredni	2.0	3.9	5.6	Dekantacja, oddzielenie olejów i smarów
136	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Bezpośredni	1.5	3.3	6.1	Zbiorniki buforowe, dekantacja, system przechwytywania z płytami równoległymi
137	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	NI	0.2	2.1	7.3	Dekantacja, filtracja

Uwaga: NI = brak danych.

**Tabela 2.32: Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzania odpadów z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (HOI)**

Kod zakładu	Proces przetwarzania odpadów	Rodzaj zrzutu	Minimalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Średnia koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
172C_1	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opalowej	Bezpośredni	< 0.1	0.3	0.5	Filtracja, przetwarzanie z użyciem sproszkowanego węgla aktywnego, dekantacja, tymczasowe gromadzenie przed uwolnieniem
235	Powtórna rafinacja oleju odpadowego	Pośredni	0.1	0.5	1.7	Odpędzanie z parą wodną, odtłuszczanie, flotacja, system z osadem czynnym - konwencjonalny, nityfikacja/denitryfikacja, prasa filtracyjna
478	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Bezpośredni	0.1	1.1	5.3	Sedymentacja (stawy), separator API
605 in 2012	Powtórna rafinacja oleju odpadowego	Pośredni	1.0	4.6	7.0	Wyrównywanie, sedymentacja (stawy), separator API, bioreakcja membranowa, ultrafiltracja, odwadnianie
282C	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Pośredni	< 0.1	< 2	12.0	Zbiornik retencyjny z wbudowanym wychwytem osadu, separator koalescencyjny

Tabela 2.33: Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzania odpadów z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (arsen)

Kod zakładu	Proces przetwarzania odpadów	Rodzaj zrzutu	Minimalna koncent. w ściekach oczyszcz. (mg/l)	Średnia koncent. w ściekach oczyszcz. (mg/l)	Maksymalna koncent. w ściekach oczyszcz. (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
605 przed rokiem 2012	Powtórna rafinacja oleju odpadowego	Pośredni	< 0.01	< 0.01	< 0.01	Wyrównywanie, sedymentacja (stawy), separator API, system z osadem czynnym, napowietrzanie i klarowanie, odwadnianie
605 w roku 2012	Powtórna rafinacja oleju odpadowego	Pośredni	< 0.01	< 0.01	< 0.01	Wyrównywanie, sedymentacja (stawy), separator API, bioreakcja membranowa, ultrafiltracja, odwadnianie
172C_1	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej	Bezpośredni	0.000	0.007	0.010	Filtracja, przetwarzanie z użyciem sproszkowanego węgla aktywnego, dekantacja, tymczasowe gromadzenie przed uwolnieniem
353_359	Przetwarzanie wydobytej, zanieczyszczonej gleby	Pośredni	0.010	0.010	0.010	Utlenianie chemiczne, wytrącanie chemiczne, redukcja chemiczna, koagulacja, dekantacja, filtracja
361_363_1	Przetwarzanie mechaniczne odpadów o wartości opałowej	Pośredni	0.010	0.010	0.010	Utlenianie chemiczne, wytrącanie chemiczne, redukcja chemiczna, koagulacja, dekantacja, filtracja
364_365_1	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Pośredni	0.010	0.010	0.010	Utlenianie chemiczne (poprzez dodanie nadtlenu wodoru, kwasu siarkowego, wodorotlenku sodu), wytrącanie chemiczne (poprzez dodanie kwasu siarkowego, chlorku żelaza, wodorotlenku sodu, polielektrolitu), redukcja chemiczna (poprzez dodanie siarczynu żelaza, nadtlenu wodoru, kwasu siarkowego, wodorotlenku sodu), koagulacja (z chlorkiem żelaza, polielektrolitem), dekantacja, filtracja (piasek i filtr z węglem aktywnym)
054_1	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Pośredni	0.000	0.001	0.019	Zbiorniki buforowe, przetwarzanie biologiczne, filtrowanie przez piasek
243	Mechaniczno-biologiczne przetwarzanie odpadów	Pośredni	0.005	0.009	0.021	Nitryfikacja/denitryfikacja
257_1	Mechaniczno-biologiczne przetwarzanie odpadów	Pośredni	0.001	0.020	0.030	Nitryfikacja/denitryfikacja, ultrafiltracja
40	Przetwarzanie wydobytej, zanieczyszczonej gleby	Pośredni	0.020	0.010	0.033	Dekantacja, prasa filtracyjna, filtracja, filtracja/adsorpcja z użyciem węgla aktywnego, kontrola pH oraz regulacja z wtryskiem CO <sub>2</sub> , zbiorniki buforowe, usuwanie substancji biogenych pochodzenia biologicznego (BNR).

Uwaga: NI = brak danych.

**Tabela 2.34: Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzania odpadów z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (kadm)**

Kod zakładu	Proces przetwarzania odpadów	Rodzaj zrzutu	Minimalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Średnia koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
293C	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Pośredni	0.010	0.010	0.010	Separator koalescencyjny z zintegrowanym osadnikiem
244	Mechaniczno-biologiczne przetwarzanie odpadów	Pośredni	0.000	0.001	0.016	Absorpcja, nityfikacja/denitryfikacja, ultrafiltracja
235	Powtórna rafinacja oleju odpadowego	Pośredni	< 0.02	< 0.02	< 0.02	Odpędzanie z parą wodną, odtłuszczanie, flotacja, system z osadem czynnym - konwencjonalny, nityfikacja/denitryfikacja, prasa filtracyjna
257_1	Mechaniczno-biologiczne przetwarzanie odpadów	Pośredni	0.001	0.011	0.030	Nityfikacja/denitryfikacja, ultrafiltracja
571	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Pośredni	< 0.05	< 0.05	< 0.05	Dekantacja, flotacja, prasa filtracyjna, oddzielanie oleju
14_1	Przetwarzanie wydobytej, zanieczyszczonej gleby	Pośredni	0.000	0.008	0.055	Dekantacja, flokulacja, neutralizacja, sedimentacja (stawy)

Tabela 2.35: Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzania odpadów z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (chrom)

Kod zakładu	Proces przetwarzania odpadów	Rodzaj zrzutu	Minimalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Średnia koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
257_1	Mechaniczno-biologiczne przetwarzanie odpadów	Pośredni	0.007	0.009	0.010	Nitryfikacja/denitryfikacja, ultrafiltracja
282C	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Pośredni	< 0.01	< 0.01	0.010	Zbiornik retencyjny z wbudowanym osadnikiem, separator koalescencyjny
478	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Bezpośredni	0.003	0.006	0.010	Sedymentacja (stawy), separator API
054_1	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Pośredni	0.000	0.001	0.011	Zbiorniki buforowe, przetwarzanie biologiczne, filtrowanie przez piasek
235	Powtórna rafinacja oleju odpadowego	Pośredni	< 0.02	< 0.02	< 0.02	Odpędzanie z parą wodną, odtłuszczenie, flotacja, system z osadem czynnym - konwencjonalny, nitryfikacja/denitryfikacja, prasa filtracyjna
455_1	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Pośredni	0.023	0.028	0.028	Dekantacja, oddzielanie oleju
456	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Pośredni	0.023	0.028	0.028	Dekantacja, oddzielanie oleju
079_80_81_82	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej	Bezpośredni	0.001	0.008	0.037	Przetwarzanie z użyciem sproszkowanego węgla aktywnego
095C	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Pośredni	0.003	0.019	0.047	Separator API
136	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Bezpośredni	< 0.0025	< 0.02	< 0.05	Zbiorniki buforowe, dekantacja, system przechwytywania z płytami równoległymi
620_1	Powtórna rafinacja oleju odpadowego	Bezpośredni	0.002	0.040	0.050	Odpędzanie z parą wodną (stripper kwaśnej wody - urządzenie do wstępnego oczyszczania ścieków), wyrównywanie, odtłuszczenie, system z osadem czynnym - konwencjonalny, filtracja, filtrowanie przez piasek
487	Przetwarzanie mechaniczne odpadów o wartości opałowej	Pośredni	0.018	0.036	0.063	System z osadem czynnym - SBR, wytrącanie chemiczne, przenikanie odcieku w pojemnikach na odpady

Kod zakładu	Proces przetwarzania odpadów	Rodzaj zrzutu	Minimalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Średnia koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
243	Mechaniczno-biologiczne przetwarzanie odpadów	Pośredni	0.008	0.040	0.085	Nitryfikacja/denitryfikacja
244	Mechaniczno-biologiczne przetwarzanie odpadów	Pośredni	0.006	0.039	0.085	Absorpcja, nitryfikacja/denitryfikacja, ultrafiltracja
605 przed rokiem 2012	Powtórna rafinacja oleju odpadowego	Pośredni	< 0.1	< 0.1	< 0.1	Wyrównywanie, sedymentacja (stawy), separator API, system z osadem czynnym, napowietrzanie i klarowanie, odwadnianie
605 w roku 2012	Powtórna rafinacja oleju odpadowego	Pośredni	< 0.1	< 0.1	< 0.1	Wyrównywanie, sedymentacja (stawy), separator API, bioreakcja membranowa, ultrafiltracja, odwadnianie
293C	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Pośredni	0.050	0.067	0.101	Separator koalescencyjny z zintegrowanym osadnikiem
571	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Pośredni	< 0.13	< 0.13	< 0.13	Dekantacja, flotacja, prasa filtracyjna, oddzielanie oleju
40	Przetwarzanie wydobytej, zanieczyszczonej gleby	Pośredni	0.110	0.082	0.140	Dekantacja, prasa filtracyjna, filtracja, filtracja/adsorpcja z użyciem węgla aktywnego, kontrola pH oraz regulacja z wtryskiem CO <sub>2</sub> , zbiorniki buforowe, usuwanie substancji biogennej pochodzenia biologicznego (BNR).



Tabela 2.36: Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzania odpadów z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (miedź)

Kod zakładu	Proces przetwarzania odpadów	Rodzaj zrzutu	Minimalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Średnia koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
571	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Pośredni	0.050	0.050	0.050	Dekantacja, flotacja, prasa filtracyjna, oddzielenie oleju
434_1	Mechaniczno-biologiczne przetwarzanie odpadów	Pośredni	0.063	0.063	0.063	Zbiorniki buforowe
353_359	Przetwarzanie wydobytej, zanieczyszczonej gleby	Pośredni	0.010	0.036	0.083	Utlenianie chemiczne, wytrącanie chemiczne, redukcja chemiczna, koagulacja, dekantacja, filtracja
361_363_1	Przetwarzanie mechaniczne odpadów o wartości opałowej	Pośredni	0.01	0.036	0.083	Utlenianie chemiczne, wytrącanie chemiczne, redukcja chemiczna, koagulacja, dekantacja, filtracja
364_365_1	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Pośredni	0.010	0.036	0.083	Utlenianie chemiczne (poprzez dodanie nadtlenu wodoru, kwasu siarkowego, wodorotlenku sodu), wytrącanie chemiczne (poprzez dodanie kwasu siarkowego, chlorku żelaza, wodorotlenku sodu, polielektrolitu), redukcja chemiczna (poprzez dodanie siarczynu żelaza, nadtlenu wodoru, kwasu siarkowego, wodorotlenku sodu), koagulacja (z chlorkiem żelaza, polielektrolitem), dekantacja, filtracja (piasek i filtr z węglem aktywnym)
136	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Bezpośredni	0.051	0.071	0.091	Zbiorniki buforowe, dekantacja, system przechwytywania z płytami równoległymi
605 przed rokiem 2012	Powtórna rafinacja oleju odpadowego	Pośredni	< 0.1	< 0.1	< 0.1	Wyrównywanie, sedymentacja (stawy), separator API, system z osadem czynnym, napowietrzanie i klarowanie, odwadnianie
605 w roku 2012	Powtórna rafinacja oleju odpadowego	Pośredni	< 0.1	< 0.1	< 0.1	Wyrównywanie, sedymentacja (stawy), separator API, bioreakcja membranowa, ultrafiltracja, odwadnianie
170	Fizyczno-chemiczna regeneracja zużytych rozpuszczalników	Bezpośredni	0.06	0.07	0.10	Systemy z osadem czynnym - konwencjonalny, koagulacja, dekantacja, flokulacja, przetwarzanie z użyciem sproszkowanego węgla aktywnego, napowietrzanie, desorpcja próżniowa zanieczyszczeń z gruntu

127	Mechaniczno-biologiczne przetwarzanie odpadów	Pośredni	0.11	0.11	0.11	System z osadem czynnym - konwencjonalny, biologiczne usuwanie substancji biogenych (BNR), ultrafiltracja, absorpcja, rozsypywanie ziemi.
137	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	NI	0.000	0.063	0.130	Dekantacja, filtracja
174C	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej	Bezpośredni	0.01	0.09	0.2	Dekantacja, zbiorniki buforowe
235	Powtórna rafinacja oleju odpadowego	Pośredni	0.02	0.06	0.2	Odpędzanie z parą wodną, odtłuszczenie, flotacja, system z osadem czynnym - konwencjonalny, nityfikacja/denitryfikacja, prasa filtracyjna
455_1	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Pośredni	0.117	0.241	0.241	Dekantacja, oddzielanie oleju
456	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Pośredni	0.117	0.241	0.241	Dekantacja, oddzielanie oleju
441	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Bezpośredni	0.100	0.220	0.300	Sedymentacja (stawy), separator API
028	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Pośredni	0.100	0.183	0.310	Oddzielanie oleju
095C	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Pośredni	0.070	0.197	0.353	Separator API
478	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Bezpośredni	0.003	0.053	0.360	Sedymentacja (stawy), separator API
243	Mechaniczno-biologiczne przetwarzanie odpadów	Pośredni	0.011	0.103	0.362	Nitryfikacja/denitryfikacja
054_1	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Pośredni	0.000	0.101	0.430	Zbiorniki buforowe, przetwarzanie biologiczne, filtrowanie przez piasek
630W_2	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów WEEE zawierających środki chłodzące	Pośredni	0.01	0.11	0.43	Filtracja
14_1	Przetwarzanie wydobytej, zanieczyszczonej gleby	Pośredni	0.012	0.184	0.464	Dekantacja, flokulacja, neutralizacja, sedymentacja (stawy)
Uwaga: NI = brak danych.						

Tabela 2.37: Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzania odpadów z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (olów)

Kod zakładu	Proces przetwarzania odpadów	Rodzaj zrzutu	Minimalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Średnia koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
620_1	Powtórna rafinacja oleju odpadowego	Bezpośredni	0.0002	0.03	0.06	Odpędzanie z parą wodną (stripper kwaśnej wody - urządzenie do wstępnego oczyszczania ścieków), wyrównywanie, odtłuszczanie, system z osadem czynnym - konwencjonalny, filtracja, filtrowanie przez piasek
235	Powtórna rafinacja oleju odpadowego	Pośredni	< 0.08	< 0.08	< 0.08	Odpędzanie z parą wodną, odtłuszczanie, flotacja, system z osadem czynnym - konwencjonalny, nityfikacja/denitryfikacja, prasa filtracyjna
478	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Bezpośredni	0.003	0.029	0.087	Sedymentacja (stawy), separator API
487	Przetwarzanie mechaniczne odpadów o wartości opalowej	Pośredni	0.004	0.016	0.13	System z osadem czynnym - SBR, Wytrącanie chemiczne, przenikanie odcieku w pojemnikach na odpady
282C	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Pośredni	0.010	0.056	0.140	Zbiornik retencyjny z wbudowanym osadnikiem, separator koalescencyjny
136	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Bezpośredni	0.080	0.113	0.150	Zbiorniki buforowe, dekantacja, system przechwytywania z płytami równoległymi
054_1	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Pośredni	0.000	0.035	0.200	Zbiorniki buforowe, przetwarzanie biologiczne, filtrowanie przez piasek
456	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Pośredni	0.085	0.230	0.230	Dekantacja, oddzielenie oleju
137	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	NI	0.000	0.134	0.236	Dekantacja, filtracja
243	Mechaniczno-biologiczne przetwarzanie odpadów	Pośredni	0.006	0.068	0.242	Nitryfikacja/denitryfikacja
14_1	Przetwarzanie wydobytej zanieczyszczonej gleby	Pośredni	0.000	0.035	0.244	Dekantacja, flokulacja, neutralizacja, sedymentacja (stawy)
028	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Pośredni	0.080	0.150	0.260	Oddzielenie oleju

Kod	Proces	Rodzaj	Minimalna	Średnia	Maksymalna	Główne techniki
-----	--------	--------	-----------	---------	------------	-----------------

zakładu	przetwarzania odpadów	zrzutu	koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	zapobiegania / ograniczania emisji
571	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Pośredni	< 0.3	< 0.3	< 0.3	Dekantacja, flotacja, prasa filtracyjna, oddzielanie oleju
549	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej	Pośredni	0.3	0.3	0.3	System z osadem czynnym - konwencjonalny, koagulacja, flokulacja, flotacja. Zakład nie posiada końcowego systemu oczyszczania i nie ma powrotnej linii z osadem czynnym.
455_1	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Pośredni	0.057	0.315	0.315	Dekantacja, oddzielanie oleju
Uwaga: NI = brak danych.						

Tabela 2.38: Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzania odpadów z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (nikiel)

Kod zakładu	Proces przetwarzania odpadów	Rodzaj zrzutu	Minimalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Średnia koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
235	Powtórna rafinacja oleju odpadowego	Pośredni	0.02	0.04	0.05	Odpędzanie z parą wodną, odtluszczenie, flotacja, system z osadem czynnym - konwencjonalny, nityfikacja/denitryfikacja, prasa filtracyjna
282C	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Pośredni	< 0.01	< 0.02	0.060	Zbiornik retencyjny z wbudowanym osadnikiem, separator koalescencyjny
620_1	Powtórna rafinacja oleju odpadowego	Bezpośredni	0.001	0.04	0.06	Odpędzanie z parą wodną (stripper kwaśnej wody - urządzenie do wstępnego oczyszczania ścieków), wyrównywanie, odtluszczenie, system z osadem czynnym - konwencjonalny, filtracja, filtrowanie przez piasek
478	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Bezpośredni	0.001	0.019	0.079	Sedymentacja (stawy), separator API
487	Przetwarzanie mechaniczne odpadów o wartości opałowej	Pośredni	0.007	0.04	0.081	System z osadem czynnym - SBR, wytrącanie chemiczne, przenikanie odcieku w pojemnikach na odpady
095C	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Pośredni	0.014	0.047	0.093	Separator API
605 przed rokiem 2012	Powtórna rafinacja oleju odpadowego	Pośredni	< 0.1	< 0.1	< 0.1	Wyrównywanie, sedymentacja (stawy), separator API, system z osadem czynnym, napowietrzanie i klarowanie, odwadnianie
605 w roku 2012	Powtórna rafinacja oleju odpadowego	Pośredni	< 0.1	< 0.1	< 0.1	Wyrównywanie, sedymentacja (stawy), separator API, bioreakcja membranowa, ultrafiltracja, odwadnianie
257_1	Mechaniczno-biologiczne przetwarzanie odpadów	Pośredni	0.01	0.05	0.11	Nitryfikacja/denitryfikacja, ultrafiltracja
293C	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Pośredni	0.050	0.085	0.130	Separator koalescencyjny z zintegrowanym osadnikiem
079_80_81_82	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej	Bezpośredni	0.049	0.085	0.141	Przetwarzanie z użyciem sproszkowanego węgla aktywnego

Kod zakładu	Proces przetwarzania odpadów	Rodzaj zrzutu	Minimalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Średnia koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
243	Mechaniczno-biologiczne przetwarzanie odpadów	Pośredni	0.02	0.06	0.16	Nitryfikacja/denitryfikacja
174C	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej	Bezpośredni	0.01	0.11	0.31	Dekantacja, zbiorniki buforowe
244	Mechaniczno-biologiczne przetwarzanie odpadów	Pośredni	0.01	0.05	0.46	Absorpcja, nitryfikacja/denitryfikacja, ultrafiltracja
170	Regeneracja zużytych rozpuszczalników	Direct	< 0.5	< 0.5	< 0.5	Systemy z osadem czynnym - konwencjonalny, koagulacja, dekantacja, flokulacja, przetwarzanie z użyciem sproszkowanego węgla aktywnego, napowietrzanie, desorpcja próżniowa zanieczyszczeń z gruntu

Tabela 2.39: Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzania odpadów z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (rtęć)

Kod zakładu	Proces przetwarzania odpadów	Rodzaj zrzutu	Minimalna koncent. w ściekach oczyszcz. (mg/l)	Średnia koncent. w ściekach oczyszcz. (mg/l)	Maksymalna koncent. w ściekach oczyszcz. (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
361_363_1	Przetwarzanie mechaniczne odpadów o wartości opałowej	Pośredni	0.0005	0.0005	0.0005	Utlenianie chemiczne, wytrącanie chemiczne, redukcja chemiczna, koagulacja, dekantacja, filtracja
364_365_1	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Pośredni	0.0005	0.0005	0.0005	Utlenianie chemiczne (poprzez dodanie nadtlenu wodoru, kwasu siarkowego, wodorotlenku sodu), wytrącanie chemiczne (poprzez dodanie kwasu siarkowego, chlorku żelaza, wodorotlenku sodu, polielektrolitu), redukcja chemiczna (poprzez dodanie siarczynu żelaza, nadtlenu wodoru, kwasu siarkowego, wodorotlenku sodu), koagulacja (z chlorkiem żelaza, polielektrolitem), dekantacja, filtracja (piasek i filtr z węglem aktywnym)
054_1	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Pośredni	0.0000	0.0001	0.0006	Zbiorniki buforowe, przetwarzanie biologiczne, filtrowanie przez piasek
079_80_81_82	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej	Bezpośredni	0.0001	0.0003	0.0007	Przetwarzanie z użyciem sproszkowanego węgla aktywnego
148C	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej	Pośredni	0.001	0.001	0.001	Najpierw dekantacja oraz oddzielanie oleju. Następnie woda przechowywana jest w specjalnym zbiorniku (minimum 650 m <sup>3</sup> ) przed wypuszczeniem jej partiami do zewnętrznej stacji wodnej. Kontrole przeprowadzane są przed każdą wypuszczaną partią.
455_1	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Pośredni	0.0001	0.0016	0.0016	Dekantacja, oddzielanie oleju
095C	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Pośredni	0.0005	0.0008	0.0020	Separator API
40	Przetwarzanie wydobytej, zanieczyszczonej gleby	Pośredni	0.001	0.001	0.002	Dekantacja, prasa filtracyjna, filtracja, filtracja/adsorpcja z użyciem węgla aktywnego, kontrola pH oraz regulacja z wtryskiem CO <sub>2</sub> , zbiorniki buforowe, biologiczne usuwanie substancji biogennych (BNR).

Kod zakładu	Proces przetwarzania odpadów	Rodzaj zrzutu	Minimalna koncent. w ściekach oczyszcz. (mg/l)	Średnia koncent. w ściekach oczyszcz. (mg/l)	Maksymalna koncent. w ściekach oczyszcz. (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
243	Mechaniczno-biologiczne przetwarzanie odpadów	Pośredni	0.0001	0.0008	0.0027	Nitryfikacja/denitryfikacja
571	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Pośredni	< 0.004	< 0.004	0.0040	Dekantacja, flotacja, prasa filtracyjna, oddzielanie oleju
353_359	Przetwarzanie wydobytej, zanieczyszczonej gleby	Pośredni	0.005	0.005	0.005	Utlenianie chemiczne, wytrącanie chemiczne, redukcja chemiczna, koagulacja, dekantacja, filtracja
244	Mechaniczno-biologiczne przetwarzanie odpadów	Pośredni	0.0003	0.0006	0.0053	Absorpcja, nitryfikacja/denitryfikacja, ultrafiltracja



Tabela 2.40: Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzania odpadów z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (cynk)

Kod zakładu	Proces przetwarzania odpadów	Rodzaj zrzutu	Minimalna koncentracja w ściekach oczyszcz. (mg/l)	Średnia koncentracja w ściekach oczyszcz. (mg/l)	Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszcz. (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
148C	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej	Pośredni	0.02	0.05	0.10	Najpierw dekantacja oraz oddzielenie oleju. Następnie woda przechowywana jest w specjalnym zbiorniku (minimum 650 m <sup>3</sup> ) przed wypuszczeniem jej partiami do zewnętrznej stacji wodnej. Kontrole przeprowadzane są przed każdą wypuszczaną partią.
571	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Pośredni	0.10	0.10	0.10	Dekantacja, flotacja, prasa filtracyjna, oddzielenie oleju
605 w roku 2012	Powtórna rafinacja oleju odpadowego	Pośredni	< 0.2	< 0.2	< 0.2	Wyrównywanie, sedymentacja (stawy), separator API, bioreakcja membranowa, ultrafiltracja, odwadnianie
605 przed rokiem 2012	Powtórna rafinacja oleju odpadowego	Pośredni	< 0.2	< 0.2	< 0.2	Wyrównywanie, sedymentacja (stawy), separator API, system z osadem czynnym, napowietrzanie i klarowanie, odwadnianie
244	Mechaniczno-biologiczne przetwarzanie odpadów	Pośredni	0.00	0.04	0.20	Absorpcja, nityfikacja/denitryfikacja, ultrafiltracja
353_359	Przetwarzanie wydobytej, zanieczyszczonej gleby	Pośredni	0.01	0.10	0.27	Utlenianie chemiczne, wytrącanie chemiczne, redukcja chemiczna, koagulacja, dekantacja, filtracja
361_363_1	Przetwarzanie mechaniczne odpadów o wartości opałowej	Pośredni	0.01	0.10	0.27	Utlenianie chemiczne, wytrącanie chemiczne, redukcja chemiczna, koagulacja, dekantacja, filtracja
364_365_1	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Pośredni	0.01	0.10	0.27	Utlenianie chemiczne (poprzez dodanie nadtlenu wodoru, kwasu siarkowego, wodorotlenku sodu), wytrącanie chemiczne (poprzez dodanie kwasu siarkowego, chlorku żelaza, wodorotlenku sodu, polielektrolitu), redukcja chemiczna (poprzez dodanie siarczynu żelaza, nadtlenu wodoru, kwasu siarkowego, wodorotlenku sodu), koagulacja (z chlorkiem żelaza, polielektrolitem), dekantacja, filtracja (piasek i filtr z węglem aktywnym)

Kod zakładu	Proces przetwarzania odpadów	Rodzaj zrzutu	Minimalna koncent. w ściekach oczyszcz. (mg/l)	Średnia koncent. w ściekach oczyszcz. (mg/l)	Maksymalna koncent. w ściekach oczyszcz. (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
235	Powtórna rafinacja oleju odpadowego	Pośredni	0.01	0.07	0.30	Odpędzanie z parą wodną, odtłuszczanie, flotacja, system z osadem czynnym - konwencjonalny, nityfikacja/denitryfikacja, prasa filtracyjna
054_1	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Pośredni	0.04	0.17	0.40	Zbiorniki buforowe, przetwarzanie biologiczne, filtrowanie przez piasek
549	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej	Pośredni	0.40	0.40	0.40	System z osadem czynnym - konwencjonalny, koagulacja, flokulacja, flotacja. Zakład nie posiada końcowego systemu oczyszczania i nie ma powrotnej linii z osadem czynnym.
434_1	Mechaniczno-biologiczne przetwarzanie odpadów	Pośredni	0.45	0.45	0.45	Zbiorniki buforowe
174C	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej	Bezpośredni	0.10	0.33	0.64	Dekantacja, zbiorniki buforowe
079_80_81_82	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej	Bezpośredni	0.09	0.26	0.69	Przetwarzanie z użyciem sproszkowanego węgla aktywnego
136	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Bezpośredni	0.48	0.61	0.77	Zbiorniki buforowe, dekantacja, system przechwytywania z płytami równoległymi
464_W2	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Bezpośredni	0.06	0.40	0.97	Dekantacja, oddzielanie olejów i smarów
243	Mechaniczno-biologiczne przetwarzanie odpadów	Pośredni	0.04	0.45	1.17	Nitryfikacja/denitryfikacja
456	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Pośredni	0.55	1.30	1.30	Dekantacja, oddzielanie oleju
487	Przetwarzanie mechaniczne odpadów o wartości opałowej	Pośredni	0.05	0.18	1.40	System z osadem czynnym - SBR, wytrącanie chemiczne, przenikanie odcieku w pojemnikach na odpady
028	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Pośredni	0.60	1.03	1.50	Oddzielanie oleju

Kod zakładu	Proces przetwarzania odpadów	Rodzaj zrzutu	Minimalna koncent. w ściekach oczyszcz. (mg/l)	Średnia koncent. w ściekach oczyszcz. (mg/l)	Maksymalna koncent. w ściekach oczyszcz. (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
464_W1	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Bezpośredni	0.10	0.46	1.51	Dekantacja, oddzielanie olejów i smarów
455_1	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Pośredni	1.54	1.54	1.54	Dekantacja, oddzielanie oleju
630W_2	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów WEEE zawierających środki chłodzące	Pośredni	0.06	0.68	1.62	Filtracja
14_1	Przetwarzanie wydobytej zanieczyszczonej gleby	Pośredni	0.00	0.33	1.87	Dekantacja, flokulacja, neutralizacja, sedimentacja (stawy)
478	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Bezpośredni	0.03	0.48	1.90	Sedymentacja (stawy), separator API

### 2.3.6.1.2 Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzających odpady płynne na bazie wody

Tabele od 2.41 do 2.45 przedstawiają efektywność środowiskową zakładów przetwarzających odpady płynne na bazie wody z bezpośrednim zrzutem dla: zawiesiny ogólnej (TSS), chemicznego zapotrzebowania na tlen (ChZT), ogólnego węgla organicznego (OWO), azotu, fosforu oraz fenoli. Tabele od 2.46 do 2.57 przedstawiają efektywność środowiskową zakładów przetwarzających odpady płynne na bazie wody z bezpośrednim oraz pośrednim zrzutem dla: delta-9-tetrahydrokannabinolu (THC), indeksu oleju węglowodorowego (HOI), anionów cyjankowych (CN<sup>-</sup>), adsorbowlanych związków chloroorganicznych (AOX) oraz metali (As, Cd, Cr, Cr(VI), Cu, Pb, Ni, Hg, Zn). Dodatkowe informacje, na przykład na temat procesów, stosowanych technik, dostarczanych odpadów oraz produktu wyjściowego, można znaleźć w sekcji 5.7.

**Tabela 2.41: Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzających odpady płynne na bazie wody z bezpośrednim odprowadzaniem do wody (TSS)**

Kod zakładu	Minimalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Średnia koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
154_155C	18	33	52	System z osadem czynnym - konwencjonalny, neutralizacja, dekantacja, prasa filtracyjna, wytrącanie chemiczne, ekstrakcja membranowa, flokulacja, napowietrzanie, zbiorniki buforowe, odwirowywanie
569_1	10	30	32	System z osadem czynnym - konwencjonalny, wytrącanie chemiczne, koagulacja, rozbijanie emulsji, flokulacja, flotacja, prasa filtracyjna, wytrącanie, system odwróconej osmozy, filtrowanie przez piasek.

**Tabela 2.42: Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzających odpady płynne na bazie wody z bezpośrednim odprowadzaniem do wody (ChZT oraz THC)**

Kod zakładu	Zanieczyszczenie / parametr	Minimalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Średnia koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
569_1	ChZT	76	88	70	System z osadem czynnym - konwencjonalny, wytrącanie chemiczne, koagulacja, rozbijanie emulsji, flokulacja, flotacja, prasa filtracyjna, wytrącanie, system odwróconej osmozy, filtrowanie przez piasek.
449	ChZT	17	75	162	Filtracja, przetwarzanie biologiczne
154_155C	ChZT	39	52	69	System z osadem czynnym - konwencjonalny, neutralizacja, dekantacja, prasa filtracyjna, wytrącanie chemiczne, ekstrakcja membranowa, flokulacja, napowietrzanie, zbiorniki buforowe, odwirowywanie
368_369_370_371_1	ChZT OWO	ST: 33.9 LT: 67.3 ST: 10.2 LT: 20.5	ST: 122 LT: 122.4 ST: 40.8 LT: 40.7	ST: 147.4 LT: 134.7 ST: 48.9 LT: 46.5	Zbiorniki buforowe, utlenianie na mokro, neutralizacja, destylacja/rektyfikacja, dekantacja, system z osadem czynnym, biologiczne usuwanie substancji biogennych (BNR), nityfikacja/denitryfikacja, sedimentacja, odwadnianie
140_141_142_143C_1	OWO	ST: 30 LT: 132	ST: 184 LT: 180	ST: 326 LT: 229	System z osadem czynnym – konwencjonalny, ultrafiltracja
Uwagi: ST: średnia krótkoterminowa LT: średnia długoterminowa					

**Tabela 2.43: Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzających odpady płynne na bazie wody z bezpośrednim odprowadzaniem do wody (azot)**

Kod zakładu	Zanieczyszczenie / parametr	Minimalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Średnia koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
140_141_142_143C_1	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> TKN	0.07 11	9.6 81	35 194	System z osadem czynnym – konwencjonalny, ultrafiltracja
368_369_370_371_1	NH <sub>3</sub> -N NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.1 <1	2.1 2.5	7.3 11	Zbiorniki buforowe, utlenianie na mokro, neutralizacja, destylacja/rektyfikacja, dekantacja, system z osadem czynnym, biologiczne usuwanie substancji biogenych (BNR), nityfikacja/denitryfikacja, sedimentacja, odwadnianie
392	Azot (N) całkowity NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> TKN	21 0.0006 6.6	39.6 0.015 8.4	57 0.12 14	Zbiorniki buforowe, system z osadem czynnym – konwencjonalny, nityfikacja/denitryfikacja, sedimentacja (stawy)
393	Azot (N) całkowity NH <sub>3</sub> -N TKN	13 0.05 7.8	35.9 0.8 13.1	100 3.1 19	Zbiorniki buforowe, system z osadem czynnym – konwencjonalny, nityfikacja/denitryfikacja, sedimentacja (stawy)
423_424	NH <sub>3</sub> -N NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	19 2	92 3	92 3	Wytrącanie chemiczne, flotacja, system z osadem czynnym - konwencjonalny, system filtrujący z ruchomym zraszanym łóżem.
449	NH <sub>3</sub> -N	2.0	10.1	18.2	Filtracja, biologiczne przetwarzanie
569_1	Azot (N) całkowity	7.6	12.4	10.2	System z osadem czynnym - konwencjonalny, wytrącanie chemiczne, koagulacja, rozbijanie emulsji, flokulacja, flotacja, prasa filtracyjna, wytrącanie, system odwróconej osmozy, filtrowanie przez piasek.

**Tabela 2.44: Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzających odpady płynne na bazie wody z bezpośrednim odprowadzaniem do wody (fosfor)**

Kod zakładu	Minimalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Średnia koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczenia emisji
449	0.3	0.3	0.3	Filtracja, biologiczne przetwarzanie
569_1	0.7	0.7	0.7	System z osadem czynnym - konwencjonalny, wytrącanie chemiczne, koagulacja, rozbijanie emulsji, flokulacja, flotacja, prasa filtracyjna, wytrącanie, system odwróconej osmozy, filtrowanie przez piasek.
392	0.2	0.9	1.9	Zbiorniki buforowe, system z osadem czynnym – konwencjonalny, nityfikacja/denitryfikacja, sedimentacja (stawy)
393	0.4	1.5	3.3	Zbiorniki buforowe, system z osadem czynnym – konwencjonalny, nityfikacja/denitryfikacja, sedimentacja (stawy)
368_369_370_371_1	ST: 0.6 LT: 1.1	ST: 2.1 LT: 2	ST: 3.3 LT: 2.4	Zbiorniki buforowe, utlenianie na mokro, neutralizacja, destylacja/rektyfikacja, dekantacja, system z osadem czynnym, biologiczne usuwanie substancji biogenych (BNR), nityfikacja/denitryfikacja, sedimentacja, odwadnianie
Uwagi: ST: średnia krótkoterminowa. LT: średnia długoterminowa.				

**Tabela 2.45: Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzających odpady płynne na bazie wody z bezpośrednim odprowadzaniem do wody (fenole)**

Kod zakładu	Minimalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Średnia koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczenia emisji
368_369_370_371_1	ST: < 0.05 LT: < 0.05	ST: < 0.06 LT: < 0.05	ST: < 0.07 LT: < 0.06	Zbiorniki buforowe, utlenianie na mokro, neutralizacja, destylacja/rektyfikacja, dekantacja, system z osadem czynnym, biologiczne usuwanie substancji biogenych (BNR), nityfikacja/denitryfikacja, sedimentacja, odwadnianie
140_141_142_143C_1	ST: 0 LT: 0.001	ST: 0.03 LT: 0.03	ST: 0.24 LT: 0.05	System z osadem czynnym – konwencjonalny, ultrafiltracja
569_1	0.3	0.3	0.3	System z osadem czynnym - konwencjonalny, wytrącanie chemiczne, koagulacja, rozbijanie emulsji, flokulacja, flotacja, prasa filtracyjna, wytrącanie, system odwróconej osmozy, filtrowanie przez piasek.
Uwagi: ST: średnia krótkoterminowa. LT: średnia długoterminowa.				

**Tabela 2.46: Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzających odpady płynne na bazie wody z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (THC oraz HOI)**

Kod zakładu	Rodzaj zrzutu	Zanieczyszczenie / parametr	Minimalna koncent. w ściekach oczyszcz. (mg/l)	Średnia koncent. w ściekach oczyszcz. (mg/l)	Maksymalna koncent. w ściekach oczyszcz. (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
140_2W_AI_INORG	Bezpośredni	THC	0.1	0.1	0.1	Nieorganiczne: detoksykacja (CN i Cr(VI)), neutralizacja (w tym kwas azotowy i siarkowy), rozpuszczanie (utleniające), wytrącanie metali w wodorotlenkach, przetwarzanie biologiczne, ultrafiltracja.
140_3W_AI_ORG	Bezpośredni	THC	0.1	0.1	0.1	Organiczne: separacja przez odwirowanie, proces parowania i kondensacji, MCV, rozbijanie emulsji przez koagulację, flokulacja, flotacja (powietrzem), biologiczne przetwarzanie przez zbiornik buforowy, system z osadem czynnym - konwencjonalny, wykańczanie metodą ultrafiltracji, filtrowanie przez piasek.
148C	Pośredni	THC	< 0.1	< 0.1	0.1	Oddzielanie oleju
149_150C	Pośredni	THC	< 0.1	< 0.1	0.1	Dekantacja
194C	Pośredni	THC	0.05	0.1	0.2	System z osadem czynnym – konwencjonalny, ultrafiltracja
03	Pośredni	THC	0.24	1.58	0.63	Rozbijanie emulsji, ultrafiltracja, neutralizacja, biologiczne przetwarzanie
194C_AI	Pośredni	THC	0.05	0.25	1	Organiczne: separacja przez odwirowanie, dekantacja, oddzielanie oleju, MCV, rozbijanie emulsji przez koagulację, flokulacja, flotacja (powietrzem), biologiczne przetwarzanie przez zbiornik buforowy, system z osadem czynnym - konwencjonalny, membrana biologiczna, dodawanie O <sub>2</sub> , wykańczanie metodą ultrafiltracji.
468_1_AI	NI	HOI		0.8	1.2	Nieorganiczne: detoksykacja, neutralizacja, chemiczne oddzielanie. Organiczne: odwirowywanie, dekantacja, oddzielanie oleju, zbiorniki buforowe, membrana biologiczna.
368_369_370_371_1	Bezpośredni	THC	ST: <1 LT: <1	ST: <1.2 LT: <1.2	ST: <1.3 LT: <1.3	Zbiorniki buforowe, utlenianie na mokro, neutralizacja, destylacja/rektyfikacja, dekantacja, system z osadem czynnym, biologiczne usuwanie substancji biogennych (BNR), nityfikacja/denitryfikacja, sedymentacja, odwadnianie

Kod zakładu	Rodzaj zrzutu	Zanieczyszczenie / parametr	Minimalna koncent. w ściekach oczyszcz. (mg/l)	Średnia koncent. w ściekach oczyszcz. (mg/l)	Maksymalna koncent. w ściekach oczyszcz. (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
140_141_142_143C_1	Bezpośredni	THC	ST: 0.1 LT: 0.1	ST: 0.12 LT: 0.1	ST: 1.3 LT: 0.1	System z osadem czynnym – konwencjonalny, ultrafiltracja
351_352	Pośredni	THC	0.1	0.5	2	Koagulacja, flokulacja, chemiczne oddzielenie, sedimentacja (stawy), neutralizacja
317_AI	Pośredni	NI	2.1	2.1	2.1	Nieorganiczne: detoksykacja (CN, Cr(VI)), neutralizacja (w tym kwas azotowy i siarkowy), wytrącanie (w wodorotlenkach, w siarczkiach), w razie potrzeby węgiel aktywny. Organiczne: rozdzielanie przez odwirowanie, rozbijanie emulsji przez flokulację, wykańczanie z użyciem filtra z węglem aktywnym.
08	Pośredni	THC	0.74	Zobacz uwagi	2.37	Oddzielenie oleju, neutralizacja, wytrącanie, filtracja, system z osadem czynnym - SBR, adsorpcja
156C_1W	Bezpośredni	THC	0.05	0.65	3	Wirowanie dwufazowe, wirowanie trójfazowe, rozbijanie emulsji (fizyczno-chemiczne przetwarzanie organiczne), bioreaktor membranowy (MBR) wykorzystujący membrany ultrafiltracyjne (UF), nanofiltracja, dekontaminacja, detoksykacja (redukcja Cr(VI), utlenianie cyjanków lub fenoli), neutralizacja, wytrącanie metali, filtracja osadów, przetwarzanie biologiczne (osad czynny), adsorpcja przy użyciu węgla aktywnego.
215_1	Pośredni	HOI	0.04	1.4	3.1	Rozbijanie emulsji, zbiorniki buforowe, odwadnianie, filtracja, flokulacja.
217_AI	Pośredni	HOI	1	2.1	4.7	Nieorganiczne: detoksykacja (CN, Cr(VI)), neutralizacja (w tym kwas azotowy i siarkowy), wytrącanie (w wodorotlenkach, w siarczkiach), odpędzanie. Organiczne: rozdzielanie przez odwirowanie, dekantacja, oddzielenie oleju, rozbijanie emulsji przez koagulację, flokulacja, wykańczanie za pomocą obracającego się bębna próżniowego, adsorbentory oraz odpędzanie w razie potrzeby.
322	Pośredni	HOI	2	4.1388889	6	Rozbijanie emulsji, chemiczne utlenianie, redukcja chemiczna, neutralizacja, chemiczne wytrącanie, prasa filtracyjna.



Kod zakładu	Rodzaj zrzutu	Zanieczyszczenie / parametr	Minimalna koncent. w ściekach oczyszcz. (mg/l)	Średnia koncent. w ściekach oczyszcz. (mg/l)	Maksymalna koncent. w ściekach oczyszcz. (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
156C_2W	Pośredni	THC	0.05	0.55	6.24	Wirowanie dwufazowe, wirowanie trójfazowe, rozbijanie emulsji (fizyczno-chemiczne przetwarzanie organiczne), bioreaktor membranowy (MBR) wykorzystujący membrany ultrafiltracyjne (UF), nanofiltracja, dekontaminacja, detoksykacja (redukcja Cr(VI), utlenianie cyjanków lub fenoli), neutralizacja, wytrącanie metali, filtracja osadów, przetwarzanie biologiczne (osad czynny), adsorpcja przy użyciu węgla aktywnego.
159C	Pośredni	THC	0	0.34	7	System z osadem czynnym - konwencjonalny, ultrafiltracja.
151C	Pośredni	THC	0.05	0.4	7.1	System z osadem czynnym - konwencjonalny, ultrafiltracja.
Uwagi: ST = średnia krótkoterminowa. LT = średnia długoterminowa. NI = brak danych.						

**Tabela 2.47: Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzających odpady płynne na bazie wody z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (cyjanek)**

Kod zakładu	Rodzaj zrzutu	Minimalna koncent. w ściekach oczyszcz. (mg/l)	Średnia koncent. w ściekach oczyszcz. (mg/l)	Maksymalna koncent. w ściekach oczyszcz. (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
215	Pośredni	< 0.02	< 0.02	< 0.03	Rozbijanie emulsji, zbiorniki buforowe, odwadnianie, filtracja, flokulacja.
217	Pośredni	0.05	0.05	0.05	Adsorpcja, napowietrzanie, desorpcja próżniowa zanieczyszczeń z gruntu, zbiorniki buforowe, odwirowywanie, utlenianie chemiczne, wytrącanie chemiczne, redukcja chemiczna, odwadnianie, rozbijanie emulsji, prasa filtracyjna, odtłuszczanie, neutralizacja
156C_1W	Bezpośredni	0.005	0.014	0.063	Wirowanie dwufazowe, wirowanie trójfazowe, rozbijanie emulsji (fizyczno-chemiczne przetwarzanie organiczne), bioreaktor membranowy (MBR) wykorzystujący membrany ultrafiltracyjne (UF), nanofiltracja, dekontaminacja, detoksykacja (redukcja Cr(VI), utlenianie cyjanoków lub fenoli), neutralizacja, wytrącanie metali, filtracja osadów, przetwarzanie biologiczne (osad czynny), adsorpcja przy użyciu węgla aktywnego.
07	Pośredni	0.055	0.0676667	0.078	System z osadem czynnym – SBR, flokulacja, rozbijanie emulsji, prasa filtracyjna
156C_2W	Pośredni	0.005	0.026	0.092	Wirowanie dwufazowe, wirowanie trójfazowe, rozbijanie emulsji (fizyczno-chemiczne przetwarzanie organiczne), bioreaktor membranowy (MBR) wykorzystujący membrany ultrafiltracyjne (UF), nanofiltracja, dekontaminacja, detoksykacja (redukcja Cr(VI), utlenianie cyjanoków lub fenoli), neutralizacja, wytrącanie metali, filtracja osadów, przetwarzanie biologiczne (osad czynny), adsorpcja przy użyciu węgla aktywnego.
317	Pośredni	0.01	0.045	0.1	Absorpcja, napowietrzanie, zbiorniki buforowe, odwirowywanie, utlenianie chemiczne, wytrącanie chemiczne, redukcja chemiczna, odwadnianie, rozbijanie emulsji, neutralizacja, prasa filtracyjna
148C	Pośredni	0.1	0.1	0.1	Oddzielanie oleju
322	Pośredni	0.1	0.1	0.1	Rozbijanie emulsji, chemiczne utlenianie, redukcja chemiczna, neutralizacja, chemiczne wytrącanie, prasa filtracyjna.

Tabela 2.48: Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzających odpady płynne na bazie wody z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (AOX)

Kod zakładu	Rodzaj zrzutu	Minimalna koncent. w ściekach oczyszcz. (mg/l)	Średnia koncent. w ściekach oczyszcz. (mg/l)	Maksymalna koncent. w ściekach oczyszcz. (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
215_1	Pośredni	0.1	0.2	0.3	Rozbijanie emulsji, zbiorniki buforowe, odwadnianie, filtracja, flokulacja.
317_AI	Pośredni	0.1	0.3	0.4	Nieorganiczne: detoksykacja (CN, Cr(VI)), neutralizacja (w tym kwas azotowy i siarkowy), wytrącanie (w wodorotlenkach, w siarczkach), w razie potrzeby węgiel aktywny. Organiczne: rozdzielanie przez odwirowanie, rozbijanie emulsji przez flokulację, końcowa obróbka z użyciem filtra z węglem aktywnym.
154_155C	Pośredni	0.02	0.14	0.5	System z osadem czynnym - konwencjonalny, neutralizacja, dekantacja, prasa filtracyjna, wytrącanie chemiczne, ekstrakcja membranowa, flokulacja, napowietrzanie, zbiorniki buforowe, odwirowywanie
215_1_AI	Pośredni	< 0.1	< 0.2	0.5	Nieorganiczne: detoksykacja (Cr(VI)), neutralizacja (w tym kwas azotowy i siarkowy), rozpuszczanie (utleniacze), wytrącanie (w wodorotlenkach, w siarczkach), żywice jonowymiennie, odparowywanie, filtracja z użyciem żwiru. Organiczne: separacja przez oddzielenie oleju, koncentracja powyparna, rozbijanie emulsji przez koagulację, flokulacja, obróbka końcowa poprzez filtrowanie przez piasek, filtrowanie z użyciem żwiru.
217_AI	Pośredni	0.1	0.4	0.5	Nieorganiczne: detoksykacja (CN, Cr(VI)), neutralizacja (w tym kwas azotowy i siarkowy), wytrącanie (w wodorotlenkach, w siarczkach), odpędzanie. Organiczne: rozdzielanie przez odwirowanie, dekantacja, oddzielanie oleju, rozbijanie emulsji przez koagulację, flokulacja, obróbka końcowa za pomocą obrotowego bębna próżniowego, adsorbery oraz odpędzanie w razie potrzeby.
317	Pośredni	0.0	0.3	0.7	Absorpcja, napowietrzanie, zbiorniki buforowe, odwirowywanie, utlenianie chemiczne, wytrącanie chemiczne, redukcja chemiczna, odwadnianie, rozbijanie emulsji, neutralizacja, prasa filtracyjna
322	Pośredni	0.1	0.5	1	Rozbijanie emulsji, chemiczne utlenianie, redukcja chemiczna, neutralizacja, chemiczne wytrącanie, prasa filtracyjna.

**Tabela 2.49: Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzających odpady płynne na bazie wody z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (arsen)**

Kod zakładu	Rodzaj zrzutu	Minimalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Średnia koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
144_145_147C	Bezpośredni	0.001	0.01	0.01	Koagulacja, flokulacja, wytrącanie, dekantacja
317_AI	Pośredni	0.01	0.01	0.01	Nieorganiczne: detoksykacja (CN, Cr(VI)), neutralizacja (w tym kwas azotowy i siarkowy), wytrącanie (w wodorotlenkach, w siarczках), w razie potrzeby węgiel aktywny. Organiczne: rozdzielanie przez odwirowanie, rozbijanie emulsji przez flokulację, końcowa obróbka z użyciem filtra z węglem aktywnym.
351_352	Pośredni	0.0095	0.01	0.01	Koagulacja, flokulacja, chemiczne oddzielanie, sedymentacja (stawy), neutralizacja
08	Pośredni	NI	0.01	0.01	Oddzielanie oleju, neutralizacja, wytrącanie, filtracja, system z osadem czynnym - SBR, adsorpcja
07	Pośredni	0.015	0.015	0.015	System z osadem czynnym – SBR, flokulacja, rozbijanie emulsji, prasa filtracyjna
473	Pośredni	0.044	0.011	0.025	System z osadem czynnym – SBR, odparowywanie
317	Pośredni	0.01	0.02	0.03	Absorpcja, napowietrzanie, zbiorniki buforowe, odwirowywanie, utlenianie chemiczne, wytrącanie chemiczne, redukcja chemiczna, odwadnianie, rozbijanie emulsji, neutralizacja, prasa filtracyjna
322	Pośredni	0.02	0.02	0.03	Rozbijanie emulsji, chemiczne utlenianie, redukcja chemiczna, neutralizacja, chemiczne wytrącanie, prasa filtracyjna.
421_422	Bezpośredni	0.005	0.013	0.03	Ultrafiltracja, nanofiltracja, przetwarzanie biologiczne
03	Pośredni	0	0.024	0.035	Rozbijanie emulsji, ultrafiltracja, neutralizacja, przetwarzanie biologiczne
393	Bezpośredni	0.005	0.024	0.044	Zbiorniki buforowe, system z osadem czynnym – konwencjonalny, nityfikacja/denitryfikacja, sedymentacja (stawy)
140_3W_AI_ORG	Bezpośredni	0	0.02	0.05	Organiczne: separacja przez odwirowanie, proces parowania i kondensacji, MCV, rozbijanie emulsji przez koagulację, flokulacja, flotacja (powietrzem), biologiczne przetwarzanie przez zbiornik buforowy, system z osadem czynnym - konwencjonalny, wykańczanie metodą ultrafiltracji, filtrowanie przez piasek.
151C	Pośredni	0.05	0.05	0.05	System z osadem czynnym - konwencjonalny, ultrafiltracja.

Kod zakładu	Rodzaj zrzutu	Minimalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Średnia koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
154_155C	Bezpośredni	0.01	0.03	0.06	System z osadem czynnym - konwencjonalny, neutralizacja, dekantacja, prasa filtracyjna, wytrącanie chemiczne, ekstrakcja membranowa, flokulacja, napowietrzanie, zbiorniki buforowe, odwirowywanie
392	Bezpośredni	0.009	0.023	0.073	Zbiorniki buforowe, system z osadem czynnym – konwencjonalny, nityfikacja/denitryfikacja, sedimentacja (stawy)
347	Pośredni	0.001	0.0153	0.082	Rozbijanie emulsji, wytrącanie, filtracja
140_141_142_143C_1	Bezpośredni	ST: 0 LT: 0	ST: 0.01 LT: 0.008	ST: 0.08 LT: 0.025	System z osadem czynnym – konwencjonalny, ultrafiltracja
401_404_2W	Pośredni	0.1	0.1	0.1	Napowietrzanie, zbiorniki buforowe, koagulacja, odwirowywanie, detoksykacja, odwadnianie, filtracja, flokulacja, flotacja, odłuszczenie.
463_1	Pośredni	0.07	0.09	0.1	NI
463_1_AI	Pośredni	0.07	0.09	0.1	Organiczne: odwirowywanie, dekantacja, oddzielanie oleju, odparowywanie, oddzielenie, koagulacja, flokulacja. Nieorganiczne: detoksykacja, neutralizacja, rozpuszczanie (utleniacze), wytrącanie, odparowywanie.
569_1	Bezpośredni	0.01	0.1	0.1	System z osadem czynnym - konwencjonalny, wytrącanie chemiczne, koagulacja, rozbijanie emulsji, flokulacja, flotacja, prasa filtracyjna, wytrącanie, system odwróconej osmozy, filtrowanie przez piasek.
04	Pośredni	< 0.1	< 0.1	< 0.1	desorpcja próżniowa zanieczyszczeń z gruntu, neutralizacja, redukcja chemiczna, utlenianie chemiczne
215_1_AI	Pośredni	< 0.1	< 0.1	< 0.1	Nieorganiczne: detoksykacja (Cr(VI)), neutralizacja (w tym kwas azotowy i siarkowy), rozpuszczanie (utleniacze), wytrącanie (w wodorotlenkach, w siarczku), żywice jonowymiennie, odparowywanie, filtracja z użyciem żwiru. Organiczne: separacja przez oddzielenie oleju, koncentracja powyparna, rozbijanie emulsji przez koagulację, flokulacja, obróbka końcowa poprzez filtrowanie przez piasek, filtrowanie z użyciem żwiru..

Kod zakładu	Rodzaj zrzutu	Minimalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Średnia koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
471_1_AI	Pośredni	< 0.1	< 0.1	< 0.1	Nieorganiczne: detoksykacja, neutralizacja, wytrącanie chemiczne. Organiczne: odparowywanie, koagulacja, flokulacja, system z osadem czynnym, nityfikacja/denitryfikacja.
368_369_370_371_1	Bezpośredni	ST: < 0.1 LT: < 0.1	ST: < 0.102 LT: < 0.103	ST: < 0.105 LT: < 0.105	Zbiorniki buforowe, utlenianie na mokro, neutralizacja, destylacja/rektyfikacja, dekantacja, system z osadem czynnym, biologiczne usuwanie substancji biogennych (BNR), nityfikacja/denitryfikacja, sedimentacja, odwadnianie.
<p>Uwagi:  ST = średnia krótkoterminowa.  LT = średnia długoterminowa.  NI = brak danych.</p>					

**Tabela 2.50: Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzających odpady płynne na bazie wody z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (kadm)**

Kod zakładu	Rodzaj zrzutu	Minimalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Średnia koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
347	Pośredni	0.00	0.00	0.01	Rozbijanie emulsji, wytrącanie, filtracja
07	Pośredni	0.00	0.01	0.02	System z osadem czynnym – SBR, flokulacja, rozbijanie emulsji, prasa filtracyjna
486	Bezpośredni	0.00	0.00	0.02	Dekantacja, zbiorniki buforowe, filtracja, ultrafiltracja, system odwróconej osmozy, odparowywanie, neutralizacja
03	Pośredni	0.02	0.03	0.03	Rozbijanie emulsji, ultrafiltracja, neutralizacja, przetwarzanie biologiczne
153C	Pośredni	0.00	0.00	0.04	Neutralizacja: neutralizacja kwasowo-zasadowa w hybrydowym procesie fizyczno-chemicznym, obejmująca destabilizację, odwirowanie, odparowywanie, etapy rozdzielania substancji stałych i płynnych w procesie oczyszczania emulsji odpadowych oraz kwasowa neutralizacja powstałej fazy klarownej wody. Biologiczne usuwanie składników biogenych: mikrobiologiczna konwersja resztkowej zawartości organicznej w fazach wodnych pochodzącej z poprzednich etapów fizyczno-chemicznych.
154_155C	Bezpośredni	0.01	0.02	0.04	System z osadem czynnym - konwencjonalny, neutralizacja, dekantacja, prasa filtracyjna, wytrącanie chemiczne, ekstrakcja membranowa, flokulacja, napowietrzanie, zbiorniki buforowe, odwirowywanie
216	Pośredni	0.05	0.05	0.05	Absorpcja, zbiorniki buforowe, dekantacja, rozbijanie emulsji, odparowywanie, filtracja, ultrafiltracja, destylacja próżniowa
317	Pośredni	0.01	0.04	0.05	Absorpcja, napowietrzanie, zbiorniki buforowe, odwirowywanie, utlenianie chemiczne, wytrącanie chemiczne, redukcja chemiczna, odwadnianie, rozbijanie emulsji, neutralizacja, prasa filtracyjna
317_AI	Pośredni	0.05	0.05	0.05	Nieorganiczne: detoksykacja (CN, Cr(VI)), neutralizacja (w tym kwas azotowy i siarkowy), wytrącanie (w wodorotlenkach, w siarczkach), w razie potrzeby węgiel aktywny. Organiczne: rozdzielanie przez odwirowanie, rozbijanie emulsji przez flokulację, końcowa obróbka z użyciem filtra z węglem aktywnym.
322	Pośredni	0.05	0.05	0.06	Rozbijanie emulsji, chemiczne utlenianie, redukcja chemiczna, neutralizacja, chemiczne wytrącanie, prasa filtracyjna.

Kod zakładu	Rodzaj zrzutu	Minimalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Średnia koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
140_3W_AI_ORG	Bezpośredni	0.00	0.01	0.07	Organiczne: separacja przez odwirowanie, proces parowania i kondensacji, MCV, rozbijanie emulsji przez koagulację, flokulacja, flotacja (powietrzem), biologiczne przetwarzanie przez zbiornik buforowy, system z osadem czynnym - konwencjonalny, wykańczanie metodą ultrafiltracji, filtrowanie przez piasek.
154_155C_AI	Pośredni	0.00	0.02	0.07	Wytrącanie chemiczne, odwirowanie, dekantacja, rozbijanie emulsji, system z osadem czynnym, zbiorniki buforowe
215_1_AI	Pośredni	< 0.001	< 0.05	0.07	Nieorganiczne: detoksykacja (Cr(VI)), neutralizacja (w tym kwas azotowy i siarkowy), rozpuszczanie (utleniacze), wytrącanie (w wodorotlenkach, w siarczku), żywice jonowymiennie, odparowywanie, filtracja z użyciem żwiru. Organiczne: Separacja przez oddzielenie oleju, koncentracja powyparna, rozbijanie emulsji przez koagulację, flokulacja, obróbka końcowa poprzez filtrowanie przez piasek, filtrowanie z użyciem żwiru..
140_141_142_143C_1	Bezpośredni	0.00	0.00	0.07	System z osadem czynnym – konwencjonalny, ultrafiltracja
151C	Pośredni	0.00	0.01	0.08	System z osadem czynnym - konwencjonalny, ultrafiltracja.
194C_AI	Pośredni	0.00	0.01	0.08	Organiczne: separacja przez odwirowanie, dekantacja, oddzielanie oleju, MCV, rozbijanie emulsji przez koagulację, flokulacja, flotacja (powietrzem), biologiczne przetwarzanie przez zbiornik buforowy, system z osadem czynnym - konwencjonalny, membrana biologiczna, dodawanie O <sub>2</sub> , wykańczanie metodą ultrafiltracji.
401_404_2W	Pośredni	0.10	0.10	0.10	Napowietrzanie, zbiorniki buforowe, koagulacja, odwirowywanie, detoksykacja, odwadnianie, filtracja, flokulacja, flotacja, odtłuszczanie.
569_1	Bezpośredni	0.01	0.10	0.10	System z osadem czynnym - konwencjonalny, wytrącanie chemiczne, koagulacja, rozbijanie emulsji, flokulacja, flotacja, prasa filtrycyjna, wytrącanie, system odwróconej osmozy, filtrowanie przez piasek.
194C	Pośredni	0.00	0.01	0.10	System z osadem czynnym – konwencjonalny, ultrafiltracja



Kod zakładu	Rodzaj zrzutu	Minimalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Średnia koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
368_369_370_371_1	Bezpośredni	< 0.004	< 0.01	< 0.02	Zbiorniki buforowe, utlenianie na mokro, neutralizacja, destylacja/rektyfikacja, dekantacja, system z osadem czynnym, biologiczne usuwanie substancji biogenych (BNR), nityfikacja/denitryfikacja, sedimentacja, odwadnianie.
215_1	Pośredni	< 0.05	< 0.05	< 0.05	Rozbijanie emulsji, zbiorniki buforowe, odwadnianie, filtracja, flokulacja.
04	Pośredni	< 0.1	< 0.1	< 0.1	desorpcja próżniowa zanieczyszczeń z gruntu, neutralizacja, redukcja chemiczna, utlenianie chemiczne
471_1_AI	Pośredni	< 0.1	< 0.1	< 0.1	Nieorganiczne: detoksykacja, neutralizacja, wytrącanie chemiczne. Organiczne: odparowywanie, koagulacja, flokulacja, system z osadem czynnym, nityfikacja/denitryfikacja.

**Tabela 2.51: Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzających odpady płynne na bazie wody z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (chrom)**

Kod zakładu	Rodzaj zrzutu	Minimalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Średnia koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
468_1	NI	0.01	0.01	0.01	System z osadem czynnym - konwencjonalny, odwirowywanie, wytrącanie chemiczne
468_1_AI	NI	0.01	0.01	0.01	Nieorganiczne: detoksykacja, neutralizacja, chemiczne oddzielanie. Organiczne: odwirowywanie, dekantacja, oddzielanie oleju, zbiorniki buforowe, membrana biologiczna.
91	Odprowadzenie pośrednie: miejski / komunalny system kanalizacyjny	0.01	0.01	0.01	Chemiczne utlenianie, Chemiczne wytrącanie, odwadnianie, flokulacja, adsorpcja
351_352	Odprowadzenie pośrednie: miejski / komunalny system kanalizacyjny	0.01	0.01	0.01	Koagulacja, flokulacja, chemiczne oddzielanie, sedimentacja (stawy), neutralizacja
392	Bezpośredni	0.01	0.01	0.01	Zbiorniki buforowe, system z osadem czynnym – konwencjonalny, nityfikacja/denitryfikacja, sedimentacja (stawy)
423_424	Bezpośredni	0.02	0.02	0.02	Wytrącanie chemiczne, flotacja, system z osadem czynnym - konwencjonalny, system filtrujący z ruchomym zraszanym łozem.
486	Bezpośredni	0.00	0.00	0.03	Dekantacja, zbiorniki buforowe, filtracja, ultrafiltracja, system odwróconej osmozy, odparowywanie, neutralizacja
90	Bezpośredni, bez przetwarzania	0.00	0.01	0.03	System z osadem czynnym - konwencjonalny, wytrącanie chemiczne, filtracja, odwirowywanie
393	Bezpośredni	0.01	0.02	0.03	Zbiorniki buforowe, system z osadem czynnym – konwencjonalny, nityfikacja/denitryfikacja, sedimentacja (stawy)
489	Pośrednie odprowadzanie do wspólnego zakładu oczyszczania ścieków, zbierającego głównie strumienie pochodzące z działalności innej niż z zakładów unieszkodliwiania odpadów.	0.00	0.01	0.04	Odparowywanie, ultrafiltracja, oczyszczanie biologiczne
08	Odprowadzenie pośrednie: miejski / komunalny system kanalizacyjny	NI	0.03	0.04	Oddzielanie oleju, neutralizacja, wytrącanie, filtracja, system z osadem czynnym - SBR, adsorpcja
07	Odprowadzenie pośrednie: miejski / komunalny system kanalizacyjny	0.01	0.03	0.05	System z osadem czynnym – SBR, flokulacja, rozbijanie emulsji, prasa filtracyjna

Kod zakładu	Rodzaj zrzutu	Minimalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Średnia koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczenia emisji
217	Odprowadzenie pośrednie: miejski / komunalny system kanalizacyjny	0.05	0.05	0.05	Adsorpcja, napowietrzanie, desorpcja próżniowa zanieczyszczeń z gruntu, zbiorniki buforowe, odwirowywanie, utlenianie chemiczne, wytrącanie chemiczne, redukcja chemiczna, odwadnianie, rozbijanie emulsji, prasa filtracyjna, odłuszczenie, neutralizacja
217_AI	Odprowadzenie pośrednie: miejski / komunalny system kanalizacyjny	0.05	0.05	0.05	Nieorganiczne: detoksykacja (CN, Cr(VI)), neutralizacja (w tym kwas azotowy i siarkowy), wytrącanie (w wodorotlenkach, w siarczku), odpędzanie. Organiczne: rozdzielanie przez odwirowywanie, dekantacja, oddzielanie oleju, rozbijanie emulsji przez koagulację, flokulacja, obróbka końcowa za pomocą obrotowego bębna próżniowego, adsorbentory oraz odpędzanie w razie potrzeby.
463_1	Odprowadzenie pośrednie: miejski / komunalny system kanalizacyjny	0.01	0.03	0.05	NI
463_1_AI	Odprowadzenie pośrednie: miejski / komunalny system kanalizacyjny	0.05	0.05	0.05	Organiczne: odwirowywanie, dekantacja, oddzielanie oleju, odparowywanie, oddzielanie, koagulacja, flokulacja. Nieorganiczne: detoksykacja, neutralizacja, rozpuszczanie (utleniacze), wytrącanie, odparowywanie.
149_150C	Odprowadzenie pośrednie: wspólna zewnętrzna oczyszczalnia ścieków	< 0.01	0.02	0.07	Dekantacja
151C	Odprowadzenie pośrednie: miejski / komunalny system kanalizacyjny	0.00	0.02	0.07	System z osadem czynnym - konwencjonalny, ultrafiltracja.
04	Odprowadzenie pośrednie: miejski / komunalny system kanalizacyjny	0.10	0.10	0.10	desorpcja próżniowa zanieczyszczeń z gruntu, neutralizacja, redukcja chemiczna, utlenianie chemiczne
154_155C	Bezpośredni bez przetwarzania	0.03	0.03	0.10	System z osadem czynnym - konwencjonalny, neutralizacja, dekantacja, prasa filtracyjna, wytrącanie chemiczne, ekstrakcja membranowa, flokulacja, napowietrzanie, zbiorniki buforowe, odwirowywanie

Kod zakładu	Rodzaj zrzutu	Minimalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Średnia koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
216	Odprowadzenie pośrednie: miejski / komunalny system kanalizacyjny	0.10	0.10	0.10	Absorpcja, zbiorniki buforowe, dekantacja, rozbijanie emulsji, odparowywanie, filtracja, ultrafiltracja, destylacja próżniowa
317_AI	Odprowadzenie pośrednie: miejski / komunalny system kanalizacyjny	0.10	0.10	0.10	Nieorganiczne: detoksykacja (CN, Cr(VI)), neutralizacja (w tym kwas azotowy i siarkowy), wytrącanie (w wodorotlenkach, w siarczankach), w razie potrzeby węgiel aktywny. Organiczne: rozdzielanie przez odwirowanie, rozbijanie emulsji przez flokulację, końcowa obróbka z użyciem filtra z węglem aktywnym.
569_1	Bezpośredni zrzut do rzeki/strumienia	0.10	0.10	0.10	System z osadem czynnym - konwencjonalny, wytrącanie chemiczne, koagulacja, rozbijanie emulsji, flokulacja, flotacja, prasa filtracyjna, wytrącanie, system odwróconej osmozy, filtrowanie przez piasek.
156C_2W	Odprowadzenie pośrednie: miejski / komunalny system kanalizacyjny	0.01	0.02	0.15	Wirowanie dwufazowe, wirowanie trójfazowe, rozbijanie emulsji (fizyczno-chemiczne przetwarzanie organiczne), bioreaktor membranowy (MBR) wykorzystujący membrany ultrafiltracyjne (UF), nanofiltracja, dekontaminacja, detoksykacja (redukcja Cr(VI), utlenianie cyjanków lub fenoli), neutralizacja, wytrącanie metali, filtracja osadów, przetwarzanie biologiczne (osad czynny), adsorpcja przy użyciu węgla aktywnego.
03	Odprowadzenie pośrednie: wspólna zewnętrzna oczyszczalnia ścieków	0.13	0.14	0.15	Rozbijanie emulsji, ultrafiltracja, neutralizacja, przetwarzanie biologiczne
317	Odprowadzenie pośrednie: miejski / komunalny system kanalizacyjny	0.10	0.11	0.15	Absorpcja, napowietrzanie, zbiorniki buforowe, odwirowywanie, utlenianie chemiczne, wytrącanie chemiczne, redukcja chemiczna, odwadnianie, rozbijanie emulsji, neutralizacja, prasa filtracyjna
194C_AI	Odprowadzenie pośrednie: miejski / komunalny system kanalizacyjny	0.00	0.02	0.20	Organiczne: separacja przez odwirowanie, dekantacja, oddzielanie oleju, MCV, rozbijanie emulsji przez koagulację, flokulacja, flotacja (powietrzem), biologiczne przetwarzanie przez zbiornik buforowy, system z osadem czynnym - konwencjonalny, membrana biologiczna, dodawanie O <sub>2</sub> , wykańczanie metodą ultrafiltracji.

Kod zakładu	Rodzaj zrzutu	Minimalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Średnia koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
215_1_AI	Odprowadzenie pośrednie: miejski / komunalny system kanalizacyjny	0.01	< 0.1	0.20	Nieorganiczne: detoksykacja (Cr(VI)), neutralizacja (w tym kwas azotowy i siarkowy), rozpuszczanie (utleniacze), wytrącanie (w wodorotlenkach, w siarczках), żywice jonowymienne, odparowywanie, filtracja z użyciem żwiru. Organiczne: separacja przez oddzielenie oleju, koncentracja powyparna, rozbijanie emulsji przez koagulację, flokulacja, obróbka końcowa poprzez filtrowanie przez piasek, filtrowanie z użyciem żwiru..
156C_1W_AI_INORG	Bezpośredni	0.01	0.04	0.30	Nieorganiczne: detoksykacja, neutralizacja, rozpuszczanie (utleniacze), wytrącanie, obróbka wykańczająca (dekantacja + flotacja powietrzna)
06	Odprowadzenie pośrednie: miejski / komunalny system kanalizacyjny	0.03	0.05	0.31	Wytrącanie, zbiorniki buforowe, adsorpcja, filtracja, wymiana jonowa, neutralizacja, prasa filtracyjna, filtrowanie przez piasek.
148C	Odprowadzanie pośrednie: wspólna zewnętrzna oczyszczalnia ścieków	< 0.01	< 0.01	< 0.01	Oddzielanie oleju
215_1	Odprowadzenie pośrednie: miejski / komunalny system kanalizacyjny	< 0.1	< 0.1	< 0.1	Rozbijanie emulsji, zbiorniki buforowe, odwadnianie, filtracja, flokulacja.
471_1_AI	Odprowadzenie pośrednie: miejski / komunalny system kanalizacyjny	< 0.1	< 0.1	< 0.1	Nieorganiczne: detoksykacja, neutralizacja, wytrącanie chemiczne. Organiczne: odparowywanie, koagulacja, flokulacja, system z osadem czynnym, nityfikacja/denitryfikacja.
140_141_142_143C_1	Bezpośredni	ST: 0 LT: 0	ST: 0.033 LT: 0.002	ST: 0.094 LT: 0.006	System z osadem czynnym – konwencjonalny, ultrafiltracja
368_369_370_371_1	Bezpośredni	ST: 0.02 LT: 0.04	ST: 0.05 LT: 0.05	ST: 0.2 LT: 0.09	Zbiorniki buforowe, utlenianie na mokro, neutralizacja, destylacja/rektyfikacja, dekantacja, system z osadem czynnym, biologiczne usuwanie substancji biogenych (BNR), nityfikacja/denitryfikacja, sedymentacja, odwadnianie.
<p>Uwagi:  ST = średnia krótkoterminowa.  LT = średnia długoterminowa.  NI = brak danych.</p>					

**Tabela 2.52: Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzających odpady płynne na bazie wody z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (Cr(VI))**

Kod zakładu	Rodzaj zrzutu	Minimalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Średnia koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
04	Pośredni	0.01	0.01	0.01	Desorpcja próżniowa zanieczyszczeń z gruntu, neutralizacja, redukcja chemiczna, utlenianie chemiczne
423_424	Bezpośredni	0.02	0.02	0.02	Wytrącanie chemiczne, flotacja, system z osadem czynnym - konwencjonalny, system filtrujący z ruchomym zraszanym łóżem.
144_145_147C	Pośredni	0.01	0.01	0.04	Koagulacja, flokulacja, wytrącanie, dekantacja
215_1_AI	Pośredni	< 0.05	< 0.05	< 0.05	Nieorganiczne: detoksykacja (Cr(VI)), neutralizacja (w tym kwas azotowy i siarkowy), rozpuszczanie (utleniające), wytrącanie (w wodorotlenkach, w siarczkach), żywice jonowymiennne, odparowywanie, filtracja z użyciem żwiru. Organiczne: separacja przez oddzielenie oleju, koncentracja powyparna, rozbijanie emulsji przez koagulację, flokulacja, obróbka końcowa poprzez filtrowanie przez piasek, filtrowanie z użyciem żwiru..
368_369_370_371_1	Bezpośredni	< 0.01	< 0.04	< 0.05	Zbiorniki buforowe, utlenianie na mokro, neutralizacja, destylacja/rektyfikacja, dekantacja, system z osadem czynnym, biologiczne usuwanie substancji biogennych (BNR), nityfikacja/denitryfikacja, sedimentacja, odwadnianie.
317	Pośredni	0.01	0.03	0.05	Absorpcja, napowietrzanie, zbiorniki buforowe, odwirowywanie, utlenianie chemiczne, wytrącanie chemiczne, redukcja chemiczna, odwadnianie, rozbijanie emulsji, neutralizacja, prasa filtracyjna
317_AI	Pośredni	0.05	0.05	0.05	Nieorganiczne: detoksykacja (CN, Cr(VI)), neutralizacja (w tym kwas azotowy i siarkowy), wytrącanie (w wodorotlenkach, w siarczkach), w razie potrzeby węgiel aktywny. Organiczne: rozdzielanie przez odwirowanie, rozbijanie emulsji przez flokulację, końcowa obróbka z użyciem filtra z węglem aktywnym.
347	Pośredni	0.01	0.04	0.05	Rozbijanie emulsji, wytrącanie, filtracja
569_1	Bezpośredni	0.00	0.05	0.05	System z osadem czynnym - konwencjonalny, wytrącanie chemiczne, koagulacja, rozbijanie emulsji, flokulacja, flotacja, prasa filtracyjna, wytrącanie, system odwróconej osmozy, filtrowanie przez piasek.
06	Pośredni	0.03	0.04	0.06	Wytrącanie, zbiorniki buforowe, adsorpcja, filtracja, wymiana jonowa, neutralizacja, prasa filtracyjna, filtrowanie przez piasek.
192C	Bezpośredni	0.05	0.05	0.07	Neutralizacja, kompleksowe wytrącanie minerałów, flokulacja, sedimentacja (stawy), prasa filtracyjna

<b>Kod zakładu</b>	<b>Rodzaj zrzutu</b>	<b>Minimalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)</b>	<b>Średnia koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)</b>	<b>Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)</b>	<b>Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji</b>
322	Pośredni	0.10	0.10	0.10	Rozbijanie emulsji, chemiczne utlenianie, redukcja chemiczna, neutralizacja, chemiczne wytrącanie, prasa filtracyjna.

**Tabela 2.53: Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzających odpady płynne na bazie wody z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (miedź)**

Kod zakładu	Rodzaj zrzutu	Minimalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Średnia koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
217_AI	Pośredni	0.05	0.05	0.05	Nieorganiczne: detoksykacja (CN, Cr(VI)), neutralizacja (w tym kwas azotowy i siarkowy), wytrącanie (w wodorotlenkach, w siarczku), odpędzanie. Organiczne: rozdzielanie przez odwirowanie, dekantacja, oddzielanie oleju, rozbijanie emulsji przez koagulację, flokulacja, obróbka końcowa za pomocą obrotowego bębna próżniowego, adsorbentory oraz odpędzanie w razie potrzeby.
463_1_AI	Pośredni	0.05	0.05	0.05	Organiczne: odwirowywanie, dekantacja, oddzielanie oleju, odparowywanie, oddzielanie, koagulacja, flokulacja. Nieorganiczne: detoksykacja, neutralizacja, rozpuszczanie (utleniacze), wytrącanie, odparowywanie.
473	Pośredni	0.02	0.01	0.08	System z osadem czynnym – SBR, odparowywanie
351_352	Pośredni	0.01	0.02	0.09	Koagulacja, flokulacja, chemiczne oddzielanie, sedimentacja (stawy), neutralizacja
217	Pośredni	0.05	0.06	0.09	Adsorpcja, napowietrzanie, desorpcja próżniowa zanieczyszczeń z gruntu, zbiorniki buforowe, odwirowywanie, utlenianie chemiczne, wytrącanie chemiczne, redukcja chemiczna, odwadnianie, rozbijanie emulsji, prasa filtracyjna, odtłuszczanie, neutralizacja
215_1	Pośredni	< 0.1	< 0.1	< 0.1	Rozbijanie emulsji, zbiorniki buforowe, odwadnianie, filtracja, flokulacja.
471_1_AI	Pośredni	NI	< 0.1	< 0.1	Nieorganiczne: detoksykacja, neutralizacja, wytrącanie chemiczne. Organiczne: odparowywanie, koagulacja, flokulacja, system z osadem czynnym, nityfikacja/denitryfikacja.
03	Pośredni	0.11	0.14	0.10	Rozbijanie emulsji, ultrafiltracja, neutralizacja, przetwarzanie biologiczne
04	Pośredni	0.10	0.10	0.10	Desorpcja próżniowa zanieczyszczeń z gruntu, neutralizacja, redukcja chemiczna, utlenianie chemiczne
317	Pośredni	0.10	0.10	0.10	Absorpcja, napowietrzanie, zbiorniki buforowe, odwirowywanie, utlenianie chemiczne, wytrącanie chemiczne, redukcja chemiczna, odwadnianie, rozbijanie emulsji, neutralizacja, prasa filtracyjna



Kod zakładu	Rodzaj zrzutu	Minimalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Średnia koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
317_AI	Pośredni	0.10	0.10	0.10	Nieorganiczne: detoksykacja (CN, Cr(VI)), neutralizacja (w tym kwas azotowy i siarkowy), wytrącanie (w wodorotlenkach, w siarczankach), w razie potrzeby węgiel aktywny. Organiczne: rozdzielanie przez odwirowanie, rozbijanie emulsji przez flokulację, końcowa obróbka z użyciem filtra z węglem aktywnym.
569_1	Bezpośredni	0.1	0.1	0.1	System z osadem czynnym - konwencjonalny, wytrącanie chemiczne, koagulacja, rozbijanie emulsji, flokulacja, flotacja, prasa filtracyjna, wytrącanie, system odwróconej osmozy, filtrowanie przez piasek.
149_150C	Pośredni	< 0.02	0.05	0.11	Dekantacja
07	Pośredni	0.03	0.08	0.16	System z osadem czynnym – SBR, flokulacja, rozbijanie emulsji, prasa filtracyjna
421_422	Bezpośredni	0.02	0.06	0.17	Ultrafiltracja, nanofiltracja, przetwarzanie biologiczne
154_155C	Bezpośredni	0.03	0.06	0.21	System z osadem czynnym - konwencjonalny, neutralizacja, dekantacja, prasa filtracyjna, wytrącanie chemiczne, ekstrakcja membranowa, flokulacja, napowietrzanie, zbiorniki buforowe, odwirowywanie
91	Pośredni	0.23	0.23	0.23	Chemiczne utlenianie, chemiczne wytrącanie, odwadnianie, flokulacja, adsorpcja
151C	Pośredni	0.00	0.02	0.23	System z osadem czynnym - konwencjonalny, ultrafiltracja.
153C	Pośredni	0.00	0.01	0.26	Neutralizacja: neutralizacja kwasowo-zasadowa w hybrydowym procesie fizyczno-chemicznym, obejmująca destabilizację, odwirowanie, odparowywanie, etapy rozdzielania substancji stałych i płynnych w procesie oczyszczania emulsji odpadowych oraz kwasowa neutralizacja powstałej fazy klarownej wody. Biologiczne usuwanie składników biogennych: mikrobiologiczna konwersja resztkowej zawartości organicznej w fazach wodnych pochodzącej z poprzednich etapów fizyczno-chemicznych.
140_3W_AI_ORG	Bezpośredni	< 0.001	< 0.03	0.30	Organiczne: separacja przez odwirowanie, proces parowania i kondensacji, MCV, rozbijanie emulsji przez koagulację, flokulacja, flotacja (powietrzem), biologiczne przetwarzanie przez zbiornik buforowy, system z osadem czynnym - konwencjonalny, wykańczanie metodą ultrafiltracji, filtrowanie przez piasek.

Kod zakładu	Rodzaj zrzutu	Minimalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Średnia koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
215_1_AI	Pośredni	< 0.1	< 0.1	0.30	Nieorganiczne: detoksykacja (Cr(VI)), neutralizacja (w tym kwas azotowy i siarkowy), rozpuszczanie (utleniacze), wytrącanie (w wodorotlenkach, w siarczku), żywice jonowymienne, odparowywanie, filtracja z użyciem żwiru. Organiczne: separacja przez oddzielenie oleju, koncentracja powyparna, rozbijanie emulsji przez koagulację, flokulacja, obróbka końcowa poprzez filtrowanie przez piasek, filtrowanie z użyciem żwiru..
154_155C_AI	Bezpośredni	0	0.08	0.4	Wytrącanie chemiczne, odwirowanie, dekantacja, rozbijanie emulsji, system z osadem czynnym, zbiorniki buforowe
06	Pośredni	0.14	0.30	0.43	Wytrącanie, zbiorniki buforowe, adsorpcja, filtracja, wymiana jonowa, neutralizacja, prasa filtracyjna, filtrowanie przez piasek.
322	Pośredni	0.25	0.30	0.43	Rozbijanie emulsji, chemiczne utlenianie, redukcja chemiczna, neutralizacja, chemiczne wytrącanie, prasa filtracyjna.
194C_AI	Pośredni	< 0.001	< 0.05	0.50	Organiczne: separacja przez odwirowanie, dekantacja, oddzielanie oleju, MCV, rozbijanie emulsji przez koagulację, flokulacja, flotacja (powietrzem), biologiczne przetwarzanie przez zbiornik buforowy, system z osadem czynnym - konwencjonalny, membrana biologiczna, dodawanie O <sub>2</sub> , wykańczanie metodą ultrafiltracji.
194C	Pośredni	0	0.021	0.5	System z osadem czynnym – konwencjonalny, ultrafiltracja
368_369_370_371_1	Bezpośredni	ST: 0.02 LT: 0.02	ST: 0.03 LT: 0.03	ST: 0.05 LT: 0.04	Zbiorniki buforowe, utlenianie na mokro, neutralizacja, destylacja/rektyfikacja, dekantacja, system z osadem czynnym, biologiczne usuwanie substancji biogenych (BNR), nityfikacja/denitryfikacja, sedymentacja, odwadnianie.
<p>Uwagi:  ST = średnia krótkoterminowa.  LT = średnia długoterminowa.  NI = brak danych.</p>					

**Tabela 2.54: Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzających odpady płynne na bazie wody z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (ołów)**

Kod zakładu	Rodzaj zrzutu	Minimalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Średnia koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
217	Odprowadzenie pośrednie: miejski / komunalny system kanalizacyjny	0.05	0.05	0.05	Adsorpcja, napowietrzanie, desorpcja próżniowa zanieczyszczeń z gruntu, zbiorniki buforowe, odwirowywanie, utlenianie chemiczne, wytrącanie chemiczne, redukcja chemiczna, odwadnianie, rozbijanie emulsji, prasa filtracyjna, odtłuszczenie, neutralizacja
217_AI	Odprowadzenie pośrednie: miejski / komunalny system kanalizacyjny	0.05	0.05	0.05	Nieorganiczne: detoksykacja (CN, Cr(VI)), neutralizacja (w tym kwas azotowy i siarkowy), wytrącanie (w wodorotlenkach, w siarczkach), odpędzanie. Organiczne: rozdzielanie przez odwirowanie, dekantacja, oddzielanie oleju, rozbijanie emulsji przez koagulację, flokulacja, obróbka końcowa za pomocą obrotowego bębna próżniowego, adsorbenty oraz odpędzanie w razie potrzeby.
07	Odprowadzenie pośrednie: miejski / komunalny system kanalizacyjny	0.024	0.048	0.07	System z osadem czynnym – SBR, flokulacja, rozbijanie emulsji, prasa filtracyjna
471_1	Odprowadzenie pośrednie: miejski / komunalny system kanalizacyjny	< 0.1	< 0.1	< 0.1	NI
471_1_AI	Odprowadzenie pośrednie: miejski / komunalny system kanalizacyjny	NI	< 0.1	< 0.1	Nieorganiczne: detoksykacja, neutralizacja, wytrącanie chemiczne. Organiczne: odparowywanie, koagulacja, flokulacja, system z osadem czynnym, nitrifikacja/denitrifikacja.
144_145_147C	Bezpośredni	0.1	0.1	0.1	Koagulacja, flokulacja, wytrącanie, dekantacja
317	Odprowadzenie pośrednie: miejski / komunalny system kanalizacyjny	0.1	0.1	0.1	Absorpcja, napowietrzanie, zbiorniki buforowe, odwirowywanie, utlenianie chemiczne, wytrącanie chemiczne, redukcja chemiczna, odwadnianie, rozbijanie emulsji, neutralizacja, prasa filtracyjna
317_AI	Odprowadzenie pośrednie: miejski / komunalny system kanalizacyjny	0.1	0.1	0.1	Nieorganiczne: detoksykacja (CN, Cr(VI)), neutralizacja (w tym kwas azotowy i siarkowy), wytrącanie (w wodorotlenkach, w siarczkach), w razie potrzeby węgiel aktywny. Organiczne: rozdzielanie przez odwirowanie, rozbijanie emulsji przez flokulację, końcowa obróbka z użyciem filtra z węglem aktywnym.

Kod zakładu	Rodzaj zrzutu	Minimalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Średnia koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
463_1_AI	Odprowadzenie pośrednie: miejski / komunalny system kanalizacyjny	0.1	0.1	0.1	Organiczne: odwirowywanie, dekantacja, oddzielanie oleju, odparowywanie, oddzielanie, koagulacja, flokulacja. Nieorganiczne: detoksykacja, neutralizacja, rozpuszczanie (utleniacze), wytrącanie, odparowywanie.
569_1	Bezpośredni zrzut do rzeki/strumienia	0.02	0.1	0.1	System z osadem czynnym - konwencjonalny, wytrącanie chemiczne, koagulacja, rozbijanie emulsji, flokulacja, flotacja, prasa filtracyjna, wytrącanie, system odwróconej osmozy, filtrowanie przez piasek.
215_1	Odprowadzenie pośrednie: miejski / komunalny system kanalizacyjny	< 0.2	< 0.2	< 0.2	Rozbijanie emulsji, zbiorniki buforowe, odwadnianie, filtracja, flokulacja.
215_1_AI	Odprowadzenie pośrednie: miejski / komunalny system kanalizacyjny	< 0.01	< 0.1	0.2	Nieorganiczne: detoksykacja (Cr(VI)), neutralizacja (w tym kwas azotowy i siarkowy), rozpuszczanie (utleniacze), wytrącanie (w wodorotlenkach, w siarczkach), żywice jonowymiennne, odparowywanie, filtracja z użyciem żwiru. Organiczne: separacja przez oddzielenie oleju, koncentracja powyparna, rozbijanie emulsji przez koagulację, flokulacja, obróbka końcowa poprzez filtrowanie przez piasek, filtrowanie z użyciem żwiru..
03	Odprowadzanie pośrednie: wspólna zewnętrzna oczyszczalnia ścieków	0.27	0.24	0.25	Rozbijanie emulsji, ultrafiltracja, neutralizacja, przetwarzanie biologiczne
322	Odprowadzenie pośrednie: miejski / komunalny system kanalizacyjny	0.25	0.25	0.25	Rozbijanie emulsji, chemiczne utlenianie, redukcja chemiczna, neutralizacja, chemiczne wytrącanie, prasa filtracyjna.
154_155C	Bezpośredni bez przetwarzania	0.025	0.063	0.27	System z osadem czynnym - konwencjonalny, neutralizacja, dekantacja, prasa filtracyjna, wytrącanie chemiczne, ekstrakcja membranowa, flokulacja, napowietrzanie, zbiorniki buforowe, odwirowywanie
04	Odprowadzenie pośrednie: miejski / komunalny system kanalizacyjny	0.1	0.1	0.3	desorpcja próżniowa zanieczyszczeń z gruntu, neutralizacja, redukcja chemiczna, utlenianie chemiczne
154_155C_AI	Bezpośredni bez przetwarzania	0	0.07	0.3	Wytrącanie chemiczne, odwirowywanie, dekantacja, rozbijanie emulsji, system z osadem czynnym, zbiorniki buforowe

---

<b>Kod zakładu</b>	<b>Rodzaj zrzutu</b>	<b>Minimalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)</b>	<b>Średnia koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)</b>	<b>Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)</b>	<b>Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji</b>
194C	Odprowadzenie pośrednie: miejski / komunalny system kanalizacyjny	0	0.067	0.3	System z osadem czynnym – konwencjonalny, ultrafiltracja
463_1	Odprowadzenie pośrednie: miejski / komunalny system kanalizacyjny	0.1	0.144	0.3	NI

NI = brak danych.

**Tabela 2.55: Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzających odpady płynne na bazie wody z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (nikiel)**

Kod zakładu	Rodzaj zrzutu	Minimalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Średnia koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
149_150C	Pośredni	0.03	0.04	0.06	Dekantacja
351_352	Pośredni	0.02	0.04	0.06	Koagulacja, flokulacja, chemiczne oddzielenie, sedymentacja (stawy), neutralizacja
393	Bezpośredni	0.02	0.03	0.07	Zbiorniki buforowe, system z osadem czynnym – konwencjonalny, nityfikacja/denitryfikacja, sedymentacja (stawy)
463_1_AI	Pośredni	0.05	0.06	0.07	Organiczne: odwirowywanie, dekantacja, oddzielenie oleju, odparowywanie, oddzielenie, koagulacja, flokulacja. Nieorganiczne: detoksykacja, neutralizacja, rozpuszczanie (utleniacze), wytrącanie, odparowywanie.
317_AI	Pośredni	0.10	0.10	0.10	Nieorganiczne: detoksykacja (CN, Cr(VI)), neutralizacja (w tym kwas azotowy i siarkowy), wytrącanie (w wodorotlenkach, w siarczkach), w razie potrzeby węgiel aktywny. Organiczne: rozdzielanie przez odwirowywanie, rozbijanie emulsji przez flokulację, końcowa obróbka z użyciem filtra z węglem aktywnym.
463_1	Pośredni	0.01	0.05	0.10	NI
569_1	Bezpośredni	0.30	0.20	0.10	System z osadem czynnym - konwencjonalny, wytrącanie chemiczne, koagulacja, rozbijanie emulsji, flokulacja, flotacja, prasa filtracyjna, wytrącanie, system odwróconej osmozy, filtrowanie przez piasek.
423_424	Bezpośredni	0.11	0.11	0.11	Wytrącanie chemiczne, flotacja, system z osadem czynnym - konwencjonalny, system filtrujący z ruchomym zraszanym łóżem.
90	Bezpośredni	0.00	0.04	0.15	System z osadem czynnym - konwencjonalny, wytrącanie chemiczne, filtracja, odwirowywanie
486	Bezpośredni	0.00	0.01	0.16	Dekantacja, zbiorniki buforowe, filtracja, ultrafiltracja, system odwróconej osmozy, odparowywanie, neutralizacja
468_1	NI	0.20	0.20	0.20	System z osadem czynnym - konwencjonalny, odwirowywanie, wytrącanie chemiczne
468_1_AI	NI	0.20	0.20	0.20	Nieorganiczne: detoksykacja, neutralizacja, chemiczne oddzielenie. Organiczne: odwirowywanie, dekantacja, oddzielenie oleju, zbiorniki buforowe, membrana biologiczna.

Kod zakładu	Rodzaj zrzutu	Minimalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Średnia koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
471_1	Pośredni	0.20	0.30	0.30	NI
471_1_AI	Pośredni	NI	0.20	0.30	Nieorganiczne: detoksykacja, neutralizacja, wytrącanie chemiczne. Organiczne: odparowywanie, koagulacja, flokulacja, system z osadem czynnym, nityfikacja/denitryfikacja.
489	Pośredni	0.00	0.02	0.30	Odparowywanie, ultrafiltracja, oczyszczanie biologiczne
368_369_370_371_1	Bezpośredni	ST: 0.02 LT: 0.02	ST: 0.037 LT: 0.034	ST: 0.31 LT: 0.1	Zbiorniki buforowe, utlenianie na mokro, neutralizacja, destylacja/rektyfikacja, dekantacja, system z osadem czynnym, biologiczne usuwanie substancji biogennych (BNR), nityfikacja/denitryfikacja, sedymentacja, odwadnianie.
154_155C	Bezpośredni	0.10	0.20	0.32	System z osadem czynnym - konwencjonalny, neutralizacja, dekantacja, prasa filtracyjna, wytrącanie chemiczne, ekstrakcja membranowa, flokulacja, napowietrzanie, zbiorniki buforowe, odwirowywanie
421_422	Bezpośredni	0.01	0.02	0.39	Ultrafiltracja, nanofiltracja, przetwarzanie biologiczne
04	Pośredni	0.20	0.60	0.40	desorpcja próżniowa zanieczyszczeń z gruntu, neutralizacja, redukcja chemiczna, utlenianie chemiczne
154_155C_AI	Bezpośredni	0.00	0.20	0.40	Wytrącanie chemiczne, odwirowanie, dekantacja, rozbijanie emulsji, system z osadem czynnym, zbiorniki buforowe
217	Pośredni	0.05	0.19	0.41	Adsorpcja, napowietrzanie, desorpcja próżniowa zanieczyszczeń z gruntu, zbiorniki buforowe, odwirowywanie, utlenianie chemiczne, wytrącanie chemiczne, redukcja chemiczna, odwadnianie, rozbijanie emulsji, prasa filtracyjna, odtuszczenie, neutralizacja
08	Pośredni	NI	0.34	0.48	Oddzielanie oleju, neutralizacja, wytrącanie, filtracja, system z osadem czynnym - SBR, adsorpcja
07	Pośredni	0.23	0.36	0.50	System z osadem czynnym – SBR, flokulacja, rozbijanie emulsji, prasa filtracyjna
156C_1W_AI_ORG	Bezpośredni	0.00	0.10	0.50	Nieorganiczne: detoksykacja, neutralizacja, rozpuszczanie (utleniacze), wytrącanie, obróbka wykańczająca (dekantacja + flotacja powietrzna)

Kod zakładu	Rodzaj zrzutu	Minimalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Średnia koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
217_AI	Pośredni	0.08	0.10	0.50	Nieorganiczne: detoksykacja (CN, Cr(VI)), neutralizacja (w tym kwas azotowy i siarkowy), wytrącanie (w wodorotlenkach, w siarczku), odpędzanie. Organiczne: rozdzielanie przez odwirowanie, dekantacja, oddzielanie oleju, rozbijanie emulsji przez koagulację, flokulacja, obróbka końcowa za pomocą obrotowego bębna próżniowego, adsorbent oraz odpędzanie w razie potrzeby.
03	Pośredni	0.77	0.66	0.56	Rozbijanie emulsji, ultrafiltracja, neutralizacja, przetwarzanie biologiczne
322	Pośredni	0.19	0.34	0.57	Rozbijanie emulsji, chemiczne utlenianie, redukcja chemiczna, neutralizacja, chemiczne wytrącanie, prasa filtracyjna.
317	Pośredni	0.04	0.21	0.60	Absorpcja, napowietrzanie, zbiorniki buforowe, odwirowywanie, utlenianie chemiczne, wytrącanie chemiczne, redukcja chemiczna, odwadnianie, rozbijanie emulsji, neutralizacja, prasa filtracyjna
347	Pośredni	0.02	0.31	0.76	Rozbijanie emulsji, wytrącanie, filtracja
151C	Pośredni	0.00	0.18	0.76	System z osadem czynnym - konwencjonalny, ultrafiltracja.
215_1	Pośredni	0.17	0.48	0.80	Rozbijanie emulsji, zbiorniki buforowe, odwadnianie, filtracja, flokulacja.
215_1_AI	Pośredni	0.10	0.40	0.80	Nieorganiczne: detoksykacja (Cr(VI)), neutralizacja (w tym kwas azotowy i siarkowy), rozpuszczanie (utleniacze), wytrącanie (w wodorotlenkach, w siarczku), żywice jonowymiennie, odparowywanie, filtracja z użyciem żwiru. Organiczne: separacja przez oddzielenie oleju, koncentracja powyparna, rozbijanie emulsji przez koagulację, flokulacja, obróbka końcowa poprzez filtrowanie przez piasek, filtrowanie z użyciem żwiru..
194C_AI	Pośredni	0.00	0.40	0.90	Organiczne: separacja przez odwirowanie, dekantacja, oddzielanie oleju, MCV, rozbijanie emulsji przez koagulację, flokulacja, flotacja (powietrzem), biologiczne przetwarzanie przez zbiornik buforowy, system z osadem czynnym - konwencjonalny, membrana biologiczna, dodawanie O <sub>2</sub> , wykańczanie metodą ultrafiltracji.



Kod zakładu	Rodzaj zrzutu	Minimalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Średnia koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
06	Pośredni	0.42	0.69	0.92	Wytrącanie, zbiorniki buforowe, adsorpcja, filtracja, wymiana jonowa, neutralizacja, prasa filtracyjna, filtrowanie przez piasek.
401_404_2W	Pośredni	1.00	1.00	1.00	Napowietrzanie, zbiorniki buforowe, koagulacja, odwirowywanie, detoksykacja, odwadnianie, filtracja, flokulacja, flotacja, odtłuszczanie.
<p>Uwagi:                      ST = średnia krótkoterminowa.                      LT = średnia długoterminowa.                      NI = brak danych.</p>					

**Tabela 2.56: Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzających odpady płynne na bazie wody z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (rtęć)**

Kod zakładu	Rodzaj zrzutu	Minimalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Średnia koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
468_1_AI	Pośredni	NI	0.003	0.001	Nieorganiczne: detoksykacja, neutralizacja, chemiczne oddzielanie. Organiczne: odwirowywanie, dekantacja, oddzielanie oleju, zbiorniki buforowe, membrana biologiczna.
351_352	Pośredni	0.000	0.000	0.002	Koagulacja, flokulacja, chemiczne oddzielanie, sedymentacja (stawy), neutralizacja
217	Pośredni	0.000	0.001	0.002	Adsorpcja, napowietrzanie, desorpcja próżniowa zanieczyszczeń z gruntu, zbiorniki buforowe, odwirowywanie, utlenianie chemiczne, wytrącanie chemiczne, redukcja chemiczna, odwadnianie, rozbijanie emulsji, prasa filtracyjna, odtuszczanie, neutralizacja
347	Pośredni	0.000	0.000	0.002	Rozbijanie emulsji, wytrącanie, filtracja
215_1	Pośredni	< 0.02	< 0.025	< 0.025	Rozbijanie emulsji, zbiorniki buforowe, odwadnianie, filtracja, flokulacja.
368_369_370_371_1	Bezpośredni	< 0.002	< 0.002	< 0.003	Zbiorniki buforowe, utlenianie na mokro, neutralizacja, destylacja/rektyfikacja, dekantacja, system z osadem czynnym, biologiczne usuwanie substancji odżywczych (BNR), nityfikacja/denitryfikacja, sedymentacja, odwadnianie.
149_150C	Pośredni	< 0.001	0.002	0.003	Dekantacja
468_1	Pośredni	0.003	0.003	0.003	System z osadem czynnym - konwencjonalny, odwirowywanie, wytrącanie chemiczne
03	Pośredni	0.000	0.004	0.004	Rozbijanie emulsji, ultrafiltracja, neutralizacja, przetwarzanie biologiczne
140_141_142_143C_1	Bezpośredni	ST: 0 LT: 0	ST: 0 LT: 0	ST: 0.005 LT: 0.0003	System z osadem czynnym – konwencjonalny, ultrafiltracja
08	Pośredni	NI	0.005	0.005	Oddzielanie oleju, neutralizacja, wytrącanie, filtracja, system z osadem czynnym - SBR, adsorpcja
04	Pośredni	0.010	0.010	0.010	Desorpcja próżniowa zanieczyszczeń z gruntu, neutralizacja, redukcja chemiczna, utlenianie chemiczne

Kod zakładu	Rodzaj zrzutu	Minimalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Średnia koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
140_3W_AI_ORG	Bezpośredni	< 0.003	0.003	0.010	Organiczne: separacja przez odwirowanie, proces parowania i kondensacji, MCV, rozbijanie emulsji przez koagulację, flokulacja, flotacja (powietrzem), biologiczne przetwarzanie przez zbiornik buforowy, system z osadem czynnym - konwencjonalny, wykańczanie metodą ultrafiltracji, filtrowanie przez piasek.
154_155C	Bezpośredni	0.010	0.010	0.010	System z osadem czynnym - konwencjonalny, neutralizacja, dekantacja, prasa filtracyjna, wytrącanie chemiczne, ekstrakcja membranowa, flokulacja, napowietrzanie, zbiorniki buforowe, odwirowywanie
317	Pośredni	0.001	0.007	0.010	Absorpcja, napowietrzanie, zbiorniki buforowe, odwirowywanie, utlenianie chemiczne, wytrącanie chemiczne, redukcja chemiczna, odwadnianie, rozbijanie emulsji, neutralizacja, prasa filtracyjna
317_AI	Pośredni	0.010	0.010	0.010	Nieorganiczne: detoksykacja (CN, Cr(VI)), neutralizacja (w tym kwas azotowy i siarkowy), wytrącanie (w wodorotlenkach, w siarczku), w razie potrzeby węgiel aktywny. Organiczne: rozdzielanie przez odwirowanie, rozbijanie emulsji przez flokulację, końcowa obróbka z użyciem filtra z węglem aktywnym.
401_404_2W	Pośredni	0.010	0.010	0.010	Napowietrzanie, zbiorniki buforowe, koagulacja, odwirowywanie, detoksykacja, odwadnianie, filtracja, flokulacja, flotacja, odtłuszczanie.
144_145_147C	Bezpośredni	0.001	0.001	0.013	Koagulacja, flokulacja, wytrącanie, dekantacja
215_1_AI	Pośredni	< 0.025	< 0.05	< 0.05	Nieorganiczne: detoksykacja (Cr(VI)), neutralizacja (w tym kwas azotowy i siarkowy), rozpuszczanie (utleniacze), wytrącanie (w wodorotlenkach, w siarczku), żywice jonowymiennne, odparowywanie, filtracja z użyciem żwiru. Organiczne: separacja przez oddzielenie oleju, koncentracja powyparna, rozbijanie emulsji przez koagulację, flokulacja, obróbka końcowa poprzez filtrowanie przez piasek, filtrowanie z użyciem żwiru..
471_1	Pośredni	< 0.05	< 0.05	< 0.05	NI
471_1_AI	Pośredni	NI	< 0.05	< 0.05	Nieorganiczne: detoksykacja, neutralizacja, wytrącanie chemiczne. Organiczne: odparowywanie, koagulacja, flokulacja, system z osadem czynnym, nityfikacja/denitryfikacja.
<p>Uwagi:  ST = średnia krótkoterminowa.  LT = średnia długoterminowa.  NI = brak danych.</p>					

**Tabela 2.57: Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzających odpady płynne na bazie wody z bezpośrednim i pośrednim odprowadzaniem do wody (cynk)**

Kod zakładu	Rodzaj zrzutu	Minimalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Średnia koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
148C	Pośredni	0.0	0.1	0.1	Oddzielanie oleju
317_AI	Pośredni	0.1	0.1	0.1	Nieorganiczne: detoksykacja (CN, Cr(VI)), neutralizacja (w tym kwas azotowy i siarkowy), wytrącanie (w wodorotlenkach, w siarczankach), w razie potrzeby węgiel aktywny. Organiczne: rozdzielanie przez odwirowanie, rozbijanie emulsji przez flokulację, końcowa obróbka z użyciem filtra z węglem aktywnym.
03	Pośredni	0.3	0.2	0.1	Rozbijanie emulsji, ultrafiltracja, neutralizacja, przetwarzanie biologiczne
91	Pośredni	0.2	0.2	0.2	Chemiczne utlenianie, chemiczne wytrącanie, odwadnianie, flokulacja, adsorpcja
468_1	Pośredni	0.2	0.2	0.2	System z osadem czynnym - konwencjonalny, odwirowywanie, wytrącanie chemiczne
468_1_AI	Pośredni	NI	0.2	0.2	Nieorganiczne: detoksykacja, neutralizacja, chemiczne oddzielenie. Organiczne: odwirowywanie, dekantacja, oddzielenie oleju, zbiorniki buforowe, membrana biologiczna.
463_1_AI	Pośredni	0.1	0.2	0.2	Organiczne: odwirowywanie, dekantacja, oddzielenie oleju, odparowywanie, oddzielenie, koagulacja, flokulacja. Nieorganiczne: detoksykacja, neutralizacja, rozpuszczanie (utleniacze), wytrącanie, odparowywanie.
351_352	Pośredni	0.0	0.1	0.2	Koagulacja, flokulacja, chemiczne oddzielenie, sedimentacja (stawy), neutralizacja
463_1	Pośredni	0.1	0.1	0.2	NI
216_AI	Pośredni	0.1	0.2	0.3	Odwirowywanie, oddzielenie oleju, koncentracja powyparna, ultrafiltracja, filtr z węglem aktywnym
473_AI	Pośredni	NI	0.7	0.3	Nieorganiczne: Odparowywanie. Organiczne: Odparowywanie (koncentracja powyparna), system z osadem czynnym - SBR.
07	Pośredni	0.2	0.2	0.3	System z osadem czynnym – SBR, flokulacja, rozbijanie emulsji, prasa filtracyjna
06	Pośredni	0.2	0.2	0.3	Wytrącanie, zbiorniki buforowe, adsorpcja, filtracja, wymiana jonowa, neutralizacja, prasa filtracyjna, filtrowanie przez piasek.
216	Pośredni	0.1	0.2	0.3	Absorpcja, zbiorniki buforowe, dekantacja, rozbijanie emulsji, odparowywanie, filtracja, ultrafiltracja, destylacja próżniowa
217	Pośredni	0.1	0.2	0.5	Adsorpcja, napowietrzanie, desorpcja próżniowa zanieczyszczeń z gruntu, zbiorniki buforowe, odwirowywanie, utlenianie chemiczne, wytrącanie chemiczne, redukcja chemiczna, odwadnianie, rozbijanie emulsji, prasa filtracyjna, odtłuszczanie, neutralizacja

Kod zakładu	Rodzaj zrzutu	Minimalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Średnia koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Maksymalna koncentracja w ściekach oczyszczonych (mg/l)	Główne techniki zapobiegania / ograniczania emisji
317	Pośredni	0.1	0.2	0.5	Absorpcja, napowietrzanie, zbiorniki buforowe, odwirowywanie, utlenianie chemiczne, wytrącanie chemiczne, redukcja chemiczna, odwadnianie, rozbijanie emulsji, neutralizacja, prasa filtracyjna
149_150C	Pośredni	0.1	0.3	0.5	Dekantacja
322	Pośredni	0.1	0.2	0.5	Rozbijanie emulsji, chemiczne utlenianie, redukcja chemiczna, neutralizacja, chemiczne wytrącanie, prasa filtracyjna.
04	Pośredni	0.3	0.4	0.6	Desorpcja próżniowa zanieczyszczeń z gruntu, neutralizacja, redukcja chemiczna, utlenianie chemiczne
08	Pośredni	NI	0.7	0.7	Oddzielanie oleju, neutralizacja, wytrącanie, filtracja, system z osadem czynnym - SBR, adsorpcja
473	Pośredni	0.1	0.2	0.7	System z osadem czynnym – SBR, odparowywanie
217_AI	Pośredni	0.1	0.3	1.0	Nieorganiczne: detoksykacja (CN, Cr(VI)), neutralizacja (w tym kwas azotowy i siarkowy), wytrącanie (w wodorotlenkach, w siarczках), odpędzanie. Organiczne: rozdzielanie przez odwirowanie, dekantacja, oddzielanie oleju, rozbijanie emulsji przez koagulację, flokulacja, obróbka końcowa za pomocą obrotowego bębna próżniowego, adsorbentory oraz odpędzanie w razie potrzeby.
401_404_2W	Pośredni	1.0	1.0	1.0	Napowietrzanie, zbiorniki buforowe, koagulacja, odwirowywanie, detoksykacja, odwadnianie, filtracja, flokulacja, flotacja, odtłuszczenie.
151C	Pośredni	0.0	0.2	1.5	System z osadem czynnym - konwencjonalny, ultrafiltracja.
215_1_AI	Pośredni	< 0.1	0.6	1.6	Nieorganiczne: detoksykacja (Cr(VI)), neutralizacja (w tym kwas azotowy i siarkowy), rozpuszczanie (utleniacze), wytrącanie (w wodorotlenkach, w siarczках), żywice jonowymiennie, odparowywanie, filtracja z użyciem żwiru. Organiczne: separacja przez oddzielenie oleju, koncentracja powyparna, rozbijanie emulsji przez koagulację, flokulacja, obróbka końcowa poprzez filtrowanie przez piasek, filtrowanie z użyciem żwiru..
347	Pośredni	0.1	0.3	1.8	Rozbijanie emulsji, wytrącanie, filtracja
215_1	Pośredni	0.1	0.5	1.8	Rozbijanie emulsji, zbiorniki buforowe, odwadnianie, filtracja, flokulacja.
153C	Pośredni	0.0	0.4	2.0	Neutralizacja: neutralizacja kwasowo-zasadowa w hybrydowym procesie fizyczno-chemicznym, obejmująca destabilizację, odwirowanie, odparowanie, etapy rozdzielania substancji stałych i płynnych w procesie oczyszczania emulsji odpadowych oraz kwasowa neutralizacja powstałej fazy klarownej wody. Biologiczne usuwanie składników odżywczych: mikrobiologiczna konwersja resztkowej zawartości organicznej w fazach wodnych pochodzącej z poprzednich etapów fizyczno-chemicznych.
489	Pośredni	0.0	0.2	2.2	Odparowywanie, ultrafiltracja, oczyszczanie biologiczne

Uwaga: NI = brak danych.

### 2.3.6.2 Opis poszczególnych technik oczyszczania ścieków

#### 2.3.6.2.1 Wyrównywanie

##### Opis

Instalacje buforowe zapewniają w miarę stałe warunki pewnych parametrów, zwłaszcza pH, obciążenia hydraulicznego (lub natężenia przepływu) i obciążenia/stężenia zanieczyszczeń w oczyszczalni ścieków (WWTP).

##### Przykładowe zakłady

Tabela 2.58 przedstawia zakłady z listy referencyjnej wykonujące wyrównywanie ścieków.

**Tabela 2.58: Zakłady wyrównujące ścieki**

Zakłady dokonujące wyrównywania ścieków	Dominująca technika przetwarzania odpadów
266, 415, 434	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne (MBT)
54, 136	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
40	Przetwarzanie wydobytej, zanieczyszczonej gleby
154_155C, 215, 216, 217, 317, 368, 392, 393, 401_404, 486	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
605, 619, 620	Powtórna rafinacja oraz inne działania przygotowujące oleje odpadowe do ponownego użycia
73, 417, 418, 419	Tlenowe przetwarzanie odpadów biologicznych separowanych u źródła
341	Beztlenowe przetwarzanie odpadów biologicznych
152C, 174C	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej

##### Literatura źródłowa

[\[45. COM 2016\]](#)

#### 2.3.6.2.2 Neutralizacja

##### Opis

Neutralizacja jest procesem, w którym pH wpływających ścieków jest dostosowywane, poprzez dodanie substancji chemicznych, do neutralnego poziomu pH (około 7) w celu biologicznego oczyszczania ścieków w oczyszczalni, a także zapewnienia zgodności z normami odprowadzania.

##### Przykładowe zakłady

Tabela 2.59 przedstawia zakłady z listy referencyjnej dokonujące neutralizacji ścieków.

**Tabela 2.59: Zakłady neutralizujące ścieki**

Zakłady dokonujące neutralizacji ścieków	Dominująca technika przetwarzania odpadów
14	Przetwarzanie wydobytej, zanieczyszczonej gleby
04, 06, 153C, 154_155C, 192C, 322, 351_352, 368, 395, 486, 550	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody

##### Literatura źródłowa

[\[45. COM 2016\]](#)

### 2.3.6.2.3 Mechaniczna separacja zanieczyszczeń nierozpuszczalnych

#### 2.3.6.2.3.1 Separacja wód zaolejonych

##### Opis

Oddzielenie oleju od wody oraz późniejsze usuwanie oleju można podzielić na dwie części:

- grawitacyjne oddzielanie wolnego oleju, przy użyciu urządzeń do separacji;
- rozbijanie emulsji przy użyciu związków powodujących ich rozbitcie.

##### Przykładowe zakłady

Tabele 2.60 i 2.61 przedstawiają zakłady z listy referencyjnej zajmujące się oddzielaniem oleju od wody.

**Tabela 2.60: Zakłady wyposażone w separatory oleju**

Zakłady wyposażone w separatory oleju	Dominująca technika przetwarzania odpadów
31, 133	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
95C, 136, 288, 289, 290, 291, 441, 455, 456, 464, 478	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
605, 619	Powtórna rafinacja oraz inne działania przygotowujące oleje odpadowe do ponownego użycia
440	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
148C	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
307	Tymczasowe magazynowanie odpadów niebezpiecznych

**Tabela 2.61: Zakłady rozbijające emulsję**

Zakłady rozbijające emulsję	Dominująca technika przetwarzania odpadów
569	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych
07, 215, 216, 317, 322	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
307	Tymczasowe magazynowanie odpadów niebezpiecznych
282, 293	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych

##### Literatura źródłowa

[45. COM 2016]

#### 2.3.6.2.3.2 Koagulacja i flokulacja

##### Opis

Koagulacja i flokulacja są stosowane do oddzielania zawiesin od ścieków. Występują jako kolejne etapy, mające za zadanie przewyciężenie sił stabilizujących cząstki stałe, umożliwiając zderzenie się cząstek oraz wzrost kłaczków.

**Koagulacja** to pierwszy etap. Ma na celu destabilizację ładunku cząstek poprzez neutralizację ich powierzchniowego ładunku elektrycznego. Odbywa się to poprzez dodanie do ścieków koagulantów o ładunkach przeciwnych do ładunków cząstek stałych. Dzięki temu mogą się one sklejać w nieco większe cząstki.

**Flokulacja** jest etapem delikatnego mieszania, którego celem jest zwiększenie wielkości cząstek. Zderzające się cząstki mikroklączków powodują ich wiązanie się i wytwarzanie większych

klączków. Zjawisko to występuje w obecności nieorganicznych (tworzonych przez koagulant) lub dodanych polimerów organicznych. Czas kontaktu w przypadku flokulacji wynosi od 15 lub 20 minut do godziny i dłużej.

Po osiągnięciu przez klączek optymalnego rozmiaru oraz wytrzymałości, ścieki można poddać sedymentacji (zobacz punkt 2.3.6.2.3.4).

#### Przykładowe zakłady

Tabele 2.62 i 2.63 przedstawiają zakłady z listy referencyjnej wykonujące odpowiednio koagulację oraz flokulację ścieków.

**Tabela 2.62: Zakłady wykonujące koagulację ścieków**

Zakłady wykonujące koagulację ścieków	Dominująca technika przetwarzania odpadów
364_365	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
353_359, 354_360	Przetwarzanie wydobytej, zanieczyszczonej gleby
144_145_147C, 351_352, 401_404	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
170	Regeneracja zużytych rozpuszczalników
366	Tymczasowe magazynowanie odpadów niebezpiecznych
152	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
569	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych
361_363	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej

**Tabela 2.63: Zakłady wykonujące flokulację ścieków**

Zakłady wykonujące flokulację ścieków	Dominująca technika przetwarzania odpadów
170	Regeneracja zużytych rozpuszczalników
569	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych
14	Przetwarzanie wydobytej, zanieczyszczonej gleby
07, 91, 215, 144_145_147C, 154_155, 351_352, 401_404	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody

#### Literatura źródłowa

[45. COM 2016]

#### 2.3.6.2.3.3 Elektrokoagulacja

##### Opis

Celem elektrokoagulacji jest tworzenie osadów oraz związków w ramach koloidów, tak aby substancje te mogły być rozdzielane w kolejnych operacjach.

Uwalnianie koagulantów do oczyszczanych ścieków następuje w wyniku elektrolitycznego rozpuszczenia elektrody (tj. anody, zwykle wykonanej z żelaza lub aluminium). Po rozpuszczeniu elektrody uwolniony zostaje gaz (np. O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>), co powoduje efekt flotacji. W razie potrzeby można dodać flokulant (wspierający) celem zwiększenia wydajności flotacji.

##### Przykładowe zakłady

Tylko zakład 152C wyposażony został w system elektrokoagulacji. Zakład ten wykonuje fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej.



**Literatura źródłowa**[\[45. COM 2016\]](#)

## 2.3.6.2.3.4 Sedymentacja

**Opis**

Sedymentacja, czyli oczyszczanie, polega na oddzieleniu cząstek stałych i materiału pływającego poprzez osadzanie grawitacyjne.

**Przykładowe zakłady**

Zobacz tabela 2.64.

**Tabela 2.64: Zakłady wyposażone w system sedymentacji lub dekantacji**

Zakłady przeprowadzające sedymentację/dekantację ścieków	Dominująca technika przetwarzania odpadów
55, 136, 137, 294C, 364_365, 441, 455, 456, 464, 478, 571	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
14, 40, 353_359, 354_360	Przetwarzanie wydobytej, zanieczyszczonej gleby
144_145_147C, 149_150C, 154_155C, 192C, 216, 351_352, 368, 392, 393, 486	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
170	Regeneracja zużytych rozpuszczalników
366	Tymczasowe magazynowanie odpadów niebezpiecznych
172C, 174C	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
427	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych
280C, 361_363, 443C	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
481, 625	Tlenowe przetwarzanie wydobytej gleby
104	Tlenowe przetwarzanie odpadów biologicznych separowanych u źródła
251	Beztlenowe przetwarzanie odpadów biologicznych
605, 619	Powtórna rafinacja oraz inne działania przygotowujące oleje odpadowe do ponownego użycia

**Literatura źródłowa**[\[45. COM 2016\]](#)

## 2.3.6.2.3.5 Flotacja

**Opis**

Flotacja jest procesem, w którym cząstki stałe lub ciekłe oddzielane są od fazy ściekowej w drodze przyłączenia do pęcherzyków gazu drobnocząsteczkowego, zazwyczaj powietrza (w przemyśle naftowym powszechnie stosowane są azot lub gaz opałowy). Cząsteczki pływające gromadzą się na powierzchni wody i są zbierane za pomocą odpieniaczy (skimmers).

**Przykładowe zakłady**

Patrz tabela 2.65.

Tabela 2.65: Zakłady wykonujące flotację w celu oczyszczania ścieków

Zakłady wykonujące flotację ścieków	Dominująca technika przetwarzania odpadów
571	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
401_404, 423_424	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
152C	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
569	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych
412	Tlenowe przetwarzanie odpadów biologicznych separowanych u źródła
235, 619	Powtórna rafinacja oraz inne działania przygotowujące oleje odpadowe do ponownego użycia

**Literatura źródłowa**

[\[45. COM 2016\]](#)

## 2.3.6.2.3.6 Filtracja

**Opis**

Filtracja polega na oddzieleniu ciał stałych od ścieków przechodzących przez porowate medium.

W oczyszczaniu ścieków filtracja jest często stosowana jako końcowy etap oddzielania po procesach sedymentacji (zob. sekcja 2.3.6.2.3.4) lub flotacji (zob. sekcja 2.3.6.2.3.5), jeżeli pożądana jest niska emisja cząstek stałych, na przykład:

- oddzielanie kłaczków, wodorotlenków metali ciężkich itp. po sedymentacji, w celu sprostania wymogom w zakresie odprowadzania;
- usuwanie osadu czynnego po uzdatnianiu w centralnej biologicznej oczyszczalni ścieków, oprócz sedymentacji, w celu poprawy jakości biologicznie oczyszczonych ścieków;
- odwodnienie osadu, flotatu itp.;
- wolnego oleju, z obrotowymi filtrami bębnowymi oraz z wykorzystaniem dodanych polimerów.

Powszechnie stosowane typy systemów filtrujących obejmują:

- **filtr z granulatem lub filtr piaskowy**, który jest szeroko stosowany jako urządzenie do oczyszczania (medium filtra piaskowego nie musi być dosłownie piaskiem), głównie ścieków o niskiej zawartości substancji stałych;
- **filtr bębnowy grawitacyjny**, stosowany do oczyszczania ścieków i usuwania kłaczków osadu czynnego; jego wydajność zależy od tkaniny tworzącej sito;
- **obrotowy filtr próżniowy**, który jest stosowany do odwadniania osadów zaolejonych i odemulgowania osadów;
- **filtr membranowy** (zob. sekcja 2.3.6.2.3.7);
- **prasa taśmowa filtracyjna**, która jest w dużej mierze wykorzystywana do odwadniania osadów, ale także do oddzielania cieczy od ciał stałych;
- **prasa filtracyjna**, która jest zwykle używana do odwadniania osadów (zob. sekcja 2.3.6.3), ale także do operacji oddzielania cieczy od ciał stałych (nadaje się do pracy przy wysokich stężeniach ciał stałych).

**Przykładowe zakłady**

Patrz tabela 2.66.

**Tabela 2.66: Zakłady filtrujące ścieki**

Zakłady filtrujące ścieki	Dominująca technika przetwarzania odpadów
54, 55, 137, 364_365	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
40, 353_359, 354_360	Przetwarzanie wydobytej, zanieczyszczonej gleby
06, 90, 215, 216, 368_369_370_371, 401_404, 486, 550	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
366	Tymczasowe magazynowanie odpadów niebezpiecznych
152C, 172C	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
427, 569	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych
361_363	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
620	Powtórna rafinacja oraz inne działania przygotowujące oleje odpadowe do ponownego użycia

**Literatura źródłowa**

[\[45. COM 2016\]](#)

**2.3.6.2.3.7 Filtracja membranowa****Opis**

Mikrofiltracja (MF) i ultrafiltracja (UF) to procesy membranowe, które zatrzymują określone substancje zawarte w ściekach po jednej stronie membrany.

Filtracja membranowa ma zastosowanie w przypadku, gdy do dalszego przetwarzania, np. odwróconej osmozy lub całkowitego usunięcia niebezpiecznych zanieczyszczeń, takich jak nierozpuszczalne metale ciężkie, wymagane są ścieki wolne od ciał stałych. Wybór pomiędzy MF i UF zależy od wielkości usuwanych cząstek.

Powszechnie spotykana mikrofiltracja obejmuje:

- procesy odtłuszczenia i usuwania smarów;
- odzysk cząstek metalu;
- oczyszczanie ścieków z produktów galwanizacji;
- oddzielanie osadu po procesie z osadem czynnym w biologicznej oczyszczalni ścieków, zastępując osadnik wtórny (proces z membraną aktywną), choć można również stosować UF.

Powszechnie spotykana ultrafiltracja obejmuje:

- usuwanie nietoksycznych zanieczyszczeń ulegających degradacji, takich jak białka i inne związki wielkocząsteczkowe oraz toksycznych składników nieulegających degradacji, np. barwników i farb, o masie cząsteczkowej większej niż 1 000;
- segregację emulsji olejowo-wodnych;
- oddzielanie metali ciężkich po kompleksowaniu lub wytrącaniu;
- oddzielenie składników, które nie ulegają szybkiemu rozkładowi podczas oczyszczania ścieków, które są następnie poddawane recyklingowi w fazie biologicznej;
- etap obróbki wstępnej przed odwróconą osmozą (zob. pkt 2.3.6.2.4.4) lub wymianą jonową (zob. pkt 2.3.6.2.4.6).

**Przykładowe zakłady**

Patrz tabela 2.67.

**Tabela 2.67: Zakłady wyposażone w filtry membranowe do oczyszczania ścieków**

Zakłady wykonujące filtrację membranową ścieków	Dominująca technika przetwarzania odpadów
140_141_142_143C, 151C, 159C, 194C, 216, 486, 489	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
127, 244, 257	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne
460	Tlenowe przetwarzanie odpadów biologicznych separowanych u źródła
459	Beztlenowe przetwarzanie odpadów biologicznych
605	Powtórna rafinacja oraz inne działania przygotowujące oleje odpadowe do ponownego użycia

**Literatura źródłowa**[\[45. COM 2016\]](#)**2.3.6.2.4 Fizyczno-chemiczne przetwarzanie zanieczyszczeń nieulegających biodegradacji lub inhibitorów****2.3.6.2.4.1 Wytrącanie metali****Opis**

Wytrącanie jest reakcją chemiczną, w wyniku której powstają cząstki stałe (tj. osad stały), które mogą zostać następnie oddzielone od części wodnej za pomocą dodatkowego procesu.

Typowe związki wytrącające to:

- wapno (razem z mlekiem wapiennym; urządzenia do jego przygotowania są częścią jednostki przetwarzania) do wytrącania metali ciężkich;
- dolomity do wytrącania metali ciężkich;
- wodorotlenek sodu do wytrącania metali ciężkich;
- węglan sodu do wytrącania metali ciężkich;
- sole wapnia (inne niż wapno) w celu wytrącenia siarczanów lub fluorków;
- siarczek sodu do wytrącania metali ciężkich, np. arsenu, rtęci, chromu, kadmu, niklu;
- poli(organo)sulfidy do wytrącania rtęci.

**Przykładowe zakłady**

Patrz tabela 2.68.

**Tabela 2.68: Zakłady wykorzystujące wytrącanie do oczyszczania ścieków**

Zakłady wykorzystujące wytrącanie do oczyszczania ścieków	Dominująca technika przetwarzania odpadów
364_365	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
353_359, 354_360	Przetwarzanie wydobytej, zanieczyszczonej gleby
90, 91, 144_145_147C, 154_155C, 217, 317, 322, 351_352, 395, 423_424, 468, 550, 607	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
366	Tymczasowe magazynowanie odpadów niebezpiecznych
427, 569	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych
361_363	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej

412, 413	Tlenowe przetwarzanie odpadów biologicznych separowanych u źródła
193C	Inne

**Literatura źródłowa**[\[45. COM 2016\]](#)

2.3.6.2.4.2 Utlenianie chemiczne

2.3.6.2.4.2.1 *Ogólnie***Opis**

Utlenianie chemiczne to przekształcanie zanieczyszczeń przez chemiczne środki utleniające inne niż tlen/powietrze lub bakterie w podobne, ale mniej szkodliwe lub niebezpieczne związki i/lub w krótkołańcuchowe i łatwiej ulegające degradacji lub biodegradacji składniki organiczne. Utlenianie chemiczne jest również wykorzystywane do rozkładu związków organicznych wydzielających odory, posiadających smak i kolor oraz do celów dezynfekcji.

Chemiczne środki utleniające obejmują:

- chlor;
- podchloryn sodu lub wapnia;
- dwutlenek chloru;
- nadmanganiany;
- ozon (w obecności lub bez światła UV);
- nadtlenek wodoru;
- rodniki hydroksylowe wytwarzane przez nadtlenek wodoru (znane jako zaawansowany proces utleniania) w połączeniu z:
  - zobacz [\[45. COM 2016\]](#) w sprawie szczegółowego opisu technik utleniania z wykorzystaniem nadtlenku wodoru oraz katalizatora z jonami żelaza;
  - ozonem;
  - oświetleniem UV;
  - ciśnieniem;
  - temperaturą.

**Przykładowe zakłady**

Zobacz tabela 2.69.

**Tabela 2.69: Zakłady stosujące utlenianie chemiczne do oczyszczania ścieków**

Zakłady stosujące utlenianie chemiczne do oczyszczania ścieków	Dominująca technika przetwarzania odpadów
338	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne
364_365	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
353_359, 354_360	Przetwarzanie wydobytej, zanieczyszczonej gleby
04, 91, 217, 317, 322, 401_404	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
366	Tymczasowe magazynowanie odpadów niebezpiecznych
361_363	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
610, 619	Powtórna rafinacja oraz inne działania przygotowujące oleje odpadowe do ponownego użycia

**Literatura źródłowa**[\[45. COM 2016\]](#)

#### 2.3.6.2.4.2.2 Utlnianie na mokro

##### Opis

Utlnianie na mokro (WO) to reakcja tlenu w fazie wodnej przy wysokim ciśnieniu i temperaturze, stosowana celem zwiększenia rozpuszczalności tlenu w wodzie.

Utlnianie na mokro stosuje się do ścieków zawierających zanieczyszczenia, które albo nie ulegają łatwemu rozkładowi biologicznemu, albo mogą zakłócać proces biologiczny w oczyszczalniach znajdujących się dalej w łańcuchu przetwarzania, lub które posiadają właściwości zbyt szkodliwe, aby mogły zostać uwolnione do zwykłego kanału ściekowego.

##### Przykładowe zakłady

Zakład 368\_369\_370\_371 (przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody) posiada dwie jednostki utleniające na mokro, pracujące w różnych warunkach i przetwarzające różne odpady. Pierwsza, przetwarzająca wyłącznie odpady płynne, pracuje w temperaturze około 300 °C, ciśnieniu około 130-140 barów i czasie reakcji około 30-40 minut. Druga instalacja jest zasilana zarówno odpadami płynnymi, jak i osadami nadmiarowymi z biologicznej instalacji z użyciem osadu czynnego i pracuje w temperaturze około 250 °C, ciśnieniu około 50 barów i czasie reakcji około 40-80 minut. Zanieczyszczenia przekształcane są głównie w dwutlenek węgla, wodę oraz produkty pośredniego utleniania (związki organiczne o niskiej masie cząsteczkowej, takie jak kwas octowy czy propionowy).

##### Literatura źródłowa

[45. COM 2016]

#### 2.3.6.2.4.3 Redukcja chemiczna

##### Opis

Redukcja chemiczna polega na przekształcaniu zanieczyszczeń za pomocą chemicznych środków redukcyjnych w podobne, ale mniej szkodliwe lub niebezpieczne związki. Docelowymi zanieczyszczeniami są związki nieorganiczne (redukcja chemiczna jest mniej skuteczna w przypadku związków organicznych).

Przykładowe zanieczyszczenia podlegające redukcji chemicznej to:

- chrom (VI), który jest redukowany do chromu (III);
- chlor lub podchloryn, redukowany do chlorków;
- nadtlenek wodoru, redukowany do wody i tlenu;
- azotyn, przy użyciu mocznika lub kwasu amidosulfonowego o niskim pH.

Powszechnie stosowanymi chemicznymi środkami redukującymi są:

- dwutlenek siarki;
- wodorosiarczyn sodu/metabisiarczyn sodu;
- siarczan żelaza;
- siarczek sodu i wodorosiarczek sodu;
- mocznik lub kwas amidosulfonowy (przy niskim pH).

##### Przykładowe zakłady

Patrz tabela 2.70.

Tabela 2.70: Zakłady stosujące redukcję chemiczną do oczyszczania ścieków

Zakłady stosujące redukcję chemiczną do oczyszczania ścieków	Dominująca technika przetwarzania odpadów
364_365	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
353_359, 354_360	Przetwarzanie wydobytej, zanieczyszczonej gleby
04, 217, 317, 322	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
366	Tymczasowe magazynowanie odpadów niebezpiecznych
361_363	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej

**Literatura źródłowa**

[\[45. COM 2016\]](#)

## 2.3.6.2.4.4 Nanofiltracja i osmoza odwrócona

**Opis**

Proces membranowy to przenikanie cieczy przez membranę, podczas którego zostaje ona rozdzielona na permeat, przechodzący przez membranę i koncentrat, który jest zatrzymywany. Siłą napędową tego procesu jest różnica ciśnień na membranie.

Membrany nanofiltrycyjne (NF) oraz membrany z odwróconą osmozą (RO) mogą zatrzymać wszystkie cząsteczki aż do wielkości równej molekułom organicznym, a nawet jonom.

Nanofiltracja stosowana jest do usuwania większych cząsteczek organicznych oraz jonów wielowartościowych celem recyklingu i ponownego wykorzystania ścieków, lub celem zmniejszenia objętości ścieków przy jednoczesnym zwiększeniu stężenia zanieczyszczeń w takim stopniu, aby późniejsze procesy niszczenia były możliwe do przeprowadzenia.

Osmoza odwrócona to proces oddzielania wody i rozpuszczonych składników włączywszy w to nawet jony. Stosuje się ją, gdy wymagany jest wysoki stopień czystości. Woda poddana osmozie odwróconej poddawana jest następnie recyklingowi i ponownie wykorzystywana. Przykłady to:

- odsalanie;
- ostateczne usunięcie, na przykład:
  - składników ulegających degradacji, jeżeli przetwarzanie biologiczne nie jest dostępne,
  - metali ciężkich;
  - składników toksycznych;
- segregacja zanieczyszczeń w celu ich koncentracji lub dalszego przetwarzania.

Nanofiltracja (NF) oraz osmoza odwrócona (RO) są często stosowane w połączeniu z technikami obróbki wtórnej permeatu, np. wymiany jonowej (zob. sekcja 2.3.6.6.2.4.6) lub adsorpcja z użyciem granulowanego węgla aktywnego (zob. sekcja 2.3.6.2.4.8).

**Przykładowe zakłady**

Patrz tabela 2.71.

Tabela 2.71: Zakłady wyposażone w system odwróconej osmozy

Zakłady wyposażone w system odwróconej osmozy	Dominująca technika przetwarzania odpadów
-----------------------------------------------	-------------------------------------------

486	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
569	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych
580	Tlenowe przetwarzanie odpadów biologicznych separowanych u źródła

### Literatura źródłowa

[45. COM 2016]

#### 2.3.6.2.4.5 Odpędzanie

##### Opis

Odpędzanie jest operacją, w której ścieki wchodzi w kontakt z gazem o przepływie pod dużym ciśnieniem w celu przeniesienia lotnych zanieczyszczeń z fazy wodnej do fazy gazowej.

Odpędzanie stosuje się w celu oddzielenia zanieczyszczeń lotnych od wody, np.:

- węglowodorów chlorowanych, takich jak trójchloroeten, nadchloroeten, trójchlorometan, dichloroeten, trójchloroetan;
- amoniaku i siarkowodoru; ich lotność jest silnie uzależniona od temperatury i pH, dlatego niezbędna jest kontrola pH (pH > 9,5 w przypadku amoniaku, pH 2-3 w przypadku siarkowodoru);
- amoniaku i siarkowodoru razem w dwustopniowej instalacji odpędzania parowego; [145. BREF REF 2015].
- rozpuszczalników organicznych, benzyny, oleju napędowego, substancji niskoaromatycznych, fenolu, merkaptanów.

##### Przykładowe zakłady

Zobacz tabela 2.72.

**Tabela 2.72: Zakłady wyposażone w system odpędzania ścieków**

Zakłady stosujące odpędzanie z zastosowaniem powietrza/pary.	Dominująca technika przetwarzania odpadów
04, 217	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
235, 619, 620	Powtórna rafinacja oraz inne działania przygotowujące oleje odpadowe do ponownego użycia
170	Regeneracja zużytych rozpuszczalników

### Literatura źródłowa

[45. COM 2016], [92. COM 2015]

#### 2.3.6.2.4.6 Procesy wymiany jonowej

##### Opis

Wymiana jonowa polega na usunięciu niepożądanych lub niebezpiecznych składników jonowych ze ścieków i zastąpieniu ich bardziej akceptowalnymi jonami z żywicy jonowymiennej, gdzie niepożądane jony są tymczasowo zatrzymywane, a następnie uwalniane do płynu do regeneracji lub płukania wstecznego.

Wymiana jonowa jest stosowana do usuwania z wód ściekowych niechcianych składników jonowych i jonizowalnych, takich jak:

- jony metali ciężkich, kationowe lub anionowe, np.  $\text{Cr}^{3+}$  lub kadm i jego związki, o niskich stężeniach oraz  $\text{CrO}_4^{2-}$  nawet przy wysokich jego stężeniach;
- jonizowalnych związków nieorganicznych, takich jak  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ;



- rozpuszczalnych, jonowych lub jonizowalnych związków organicznych, np. kwasy karboksylowe, kwasy sulfonowe, niektóre fenole, aminy w postaci soli kwasowej, aminy czwartorzędowe, siarczany alkilowe.

Powszechnie stosowanymi wymiennikami jonowymi są makroporowate żywice ziarniste z kationowymi lub anionowymi grupami funkcyjnymi, np.:

- silne kwasowe wymiennicze kationowe (kwasowa żywica kationowymienna), neutralizujące silne zasady i przekształcające neutralne sole w odpowiadające im kwasy;
  - słabe kwasowe wymiennicze kationowe, zdolne do neutralizacji silnych zasad i wykorzystywane do dealkalizacji;
  - silne zasadowe wymiennicze anionowe, neutralizujące silne kwasy i przekształcające neutralne sole w odpowiadające im zasady;
  - słabe zasadowe wymiennicze anionowe, neutralizujące silne kwasy i stosowane do częściowej demineralizacji.

### Przykładowe zakłady

Zobacz tabela 2.73.

**Tabela 2.73: Zakłady wykorzystujące wymianę jonową do oczyszczania ścieków**

Zakłady wykorzystujące wymianę jonową do oczyszczania ścieków	Dominująca technika przetwarzania odpadów
06	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
193C	Inna

### Literatura źródłowa

[\[45. COM 2016\]](#)

#### 2.3.6.2.4.7 Ewaporacja

##### Opis

Ewaporacja (odparowywanie) ścieków jest procesem destylacji, w którym woda w postaci lotnej, pozostawia koncentrat jako pozostałość denną przeznaczoną do usunięcia. Celem odparowywania jest zmniejszenie ilości ścieków lub skoncentrowanie fug macierzystych. Para zbierana jest w skraplaczu, a skondensowana woda jest, jeśli to konieczne, ponownie przetwarzana.

### Przykładowe zakłady

Zobacz tabela 2.74.

**Tabela 2.74: Zakłady zajmujące się odparowywaniem ścieków**

Zakłady stosujące ewaporację ścieków	Dominująca technika przetwarzania odpadów
266	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne
216, 473, 486, 489	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
113, 341	Beztlenowe przetwarzanie odpadów biologicznych
92, 619	Powtórna rafinacja oraz inne działania przygotowujące oleje odpadowe do ponownego użycia

### Literatura źródłowa

[\[45. COM 2016\]](#)

#### 2.3.6.2.4.8 Adsorpcja

##### Opis

Adsorpcja polega na przeniesieniu substancji rozpuszczalnych (rozpuszczalników) z fazy ściekowej na powierzchnię stałych, wysoce porowatych cząstek (adsorbentu).

Najczęściej stosowanym adsorbentem jest węgiel aktywny. Jest on stosowany jako granulaty (GAC) w kolumnach lub jako proszek (PAC) dozowany do zbiornika do obróbki lub basenu. Inne powszechnie stosowane adsorbenty to koks z węgla brunatnego, aktywowany tlenek glinu, żywice adsorbujące i zeolity.

**Adsorpcja GAC** stosowana jest celem usunięcia zanieczyszczeń organicznych, głównie tych o właściwościach żaroodpornych, toksycznych, barwnych i/lub wydzielających odory oraz pozostałości zanieczyszczeń nieorganicznych, takich jak związki azotu, siarczki i metale ciężkie. Filtry granulowane, np. filtry piaskowe, są powszechnie stosowane przed adsorbentem GAC do usuwania obecnych w ściekach zawiesin.

**Adsorpcja PAC** jest stosowana do tych samych zanieczyszczeń, co GAC.

**Koks z węgla brunatnego** może służyć do przetwarzania i stosowania jako GAC w przypadku, gdy wystarczy mniejsza skuteczność procesu oczyszczania. Niższa cena w połączeniu z niższą skutecznością adsorpcji wymaga większych ilości adsorbentu lub częstszych cykli regeneracyjnych.

**Aktywowany tlenek glinu** stosowany jest do adsorbowania substancji hydrofilowych, np. fluorku i fosforanu.

**Żywice adsorbujące** stosowane są do celowego usuwania zarówno hydrofobowych, jak i hydrofilowych zanieczyszczeń organicznych, np. celem ułatwienia odzysku związków organicznych. Żywice mają tendencję do pęcznienia w miarę upływu czasu poprzez przyjmowanie związków organicznych.

**Zeolity** stosuje się do usuwania amoniaku lub metali ciężkich, np. kadmu. Stosowane do usuwania amoniaku są skuteczne tylko w przypadku bardzo małych zawartości (do 40 mg/l).

Ponieważ powierzchnia aktywna adsorbentu jest często narażona na zatkanie i zablokowanie, woda ściekowa musi być w miarę możliwości wolna od substancji stałych, co często powoduje, że konieczny jest etap wstępnej filtracji. Zablokowanie może prowadzić do konieczności wymiany powierzchni aktywnej adsorbentu przed jego chemicznym nasyceniem, zwiększając tym samym koszty eksploatacji.

### Przykładowe zakłady

Zobacz tabela 2.75 poniżej.

**Tabela 2.75: Zakłady wyposażone w system adsorpcji do oczyszczania ścieków**

Zakłady wyposażone w system adsorpcji do oczyszczania ścieków	Dominująca technika przetwarzania odpadów
55	Mechaniczne przetwarzanie w rozdrabniaczach odpadów metalowych
91, 216, 217, 317	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
127, 244	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne
427	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych
619	Powtórna regeneracja zużytych rozpuszczalników
172C	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
170	Regeneracja zużytych rozpuszczalników
40	Przetwarzanie wydobytej, zanieczyszczonej gleby

### Literatura źródłowa

[45. COM 2016]

### 2.3.6.2.4.9 Destylacja/rektyfikacja

#### Opis

Destylacja lub rektyfikacja polega na oddzieleniu ścieków od zanieczyszczeń poprzez przeniesienie ich do fazy parowej. Wzbogacona faza parowa jest następnie skraplana.

Destylacja lub rektyfikacja ścieków ma ograniczone zastosowanie. Jest ona często stosowana jako środek zintegrowany z procesem mającym na celu odzyskanie substancji startowej i/lub produktu

z płynów macierzystych. Jako operacja oczyszczania ścieków jest stosowana z następujących powodów:

- w celu odzyskania rozpuszczalnika po ekstrakcji ścieków;
- w celu odzyskania rozpuszczalnika ze ścieków, np. oddzielanie alkoholi z procesu produkcji metylocelulozy;
- do obróbki emulsji olejowych;
- jako obróbka wstępna w celu usunięcia głównych zanieczyszczeń ze strumienia ścieków i ich odzyskania, a następnie odprowadzenia ścieków do dalszego oczyszczania;
- aby odzyskać substancje organiczne z płynu będącego wynikiem oczyszczania na mokro.

#### Przykładowe zakłady

Zakłady 216 oraz 368.

#### Literatura źródłowa

[\[45. COM 2016\]](#)

### 2.3.6.2.5 Biologiczne oczyszczanie ścieków

#### Opis

Wielokrotnie udowodniono, że procesy biologicznego przetwarzania są skuteczne w eliminowaniu biodegradowalnych związków organicznych, związków azotu i fosforu. W przeciwieństwie do innych technik przetwarzania, przetwarzanie biologiczne wykorzystuje mikroorganizmy, które mogą reagować na wielorakie warunki graniczne swojego istnienia i dlatego są w stanie optymalnie dostosować się do związków, które mają zostać zdegradowane (adaptacja).

#### 2.3.6.2.5.1 Uzdatanianie tlenowe

#### Opis

Uzdatanianie (przetwarzanie) tlenowe polega na biologicznym utlenianiu rozpuszczonych substancji organicznych przy użyciu metabolizmu mikroorganizmów. W obecności rozpuszczonego tlenu - wtryskiwanego jako powietrze lub czysty tlen - składniki organiczne są przekształcane (mineralizowane) w dwutlenek węgla, wodę lub inne metabolity oraz biomasę (tj. osad czynny).

Tlenowe uzdatnianie ścieków stanowi na ogół ostatni etap przetwarzania biologicznego. Zaletą tego rozwiązania jest wysoka dynamika wzrostu osadu, która nie tylko umożliwia obsługę różnych składników toksycznych ścieków, ale także zapewnia sprawność usuwania ChZT, zazwyczaj przewyższającą wydajność uzdatniania beztlenowego.

Powszechnie stosowanymi technikami biologicznego uzdatniania tlenowego są:

- kompletny proces z mieszanym osadem czynnym;
- proces z bioreaktorem membranowym;
- proces ze złożem zraszonym;
- proces w tzw. złożu rozszerzonym (expanded bed);
- proces biofiltracji w tzw. złożu stałym (fixed bed biofilter).

### Kompletny proces z mieszanym osadem czynnym

**Kompletny proces z mieszanym osadem czynnym** jest metodą często stosowaną w przemyśle chemicznym i jako taki jest najbardziej rozpowszechnioną techniką oczyszczania ścieków ulegających biodegradacji. Mikroorganizmy są utrzymywane jako zawiesina w ściekach, a cała mieszanina jest napowietrzana mechanicznie. Mieszanina osadu czynnego jest przesyłana do instalacji separacyjnej, gdzie osad jest poddawany recyklingowi do zbiornika napowietrzającego. Obiektem separacji może być:

- osadnik (zobacz sekcja 2.3.6.2.3.4);
- obiekt do flotacji powietrznej (zobacz sekcja 2.3.6.2.3.6);
- membrana MF lub UF (zobacz sekcja 2.3.6.2.3.7); (dla bioreaktora membranowego zob. poniżej).

Kompletny proces mieszania realizowany jest w kilku wariantach, w zależności od ilości ścieków, dostępności przestrzeni, wymagań dotyczących emisji zanieczyszczeń do powietrza itp. Przykładowe warianty to:

- z użyciem środka utleniającego: powietrza lub czystego tlenu, przy czym ten ostatni ma tę zaletę, że ma lepsze efekty odpędzania i mniejsze wydzielanie odoru, ponieważ mniej gazu jest wdmuchiwane do ścieków, oraz szybszą i skuteczniejszą reakcję biologiczną;
- z użyciem komory napowietrzania: mniej lub bardziej płaskiego zbiornika lub wieży, przy czym ta ostatnia musi uwzględniać wyższą skuteczność rozkładu z powodu mniejszych pęcherzyków powietrza wznoszących się w wysokim słupie ścieków i tym samym znacznie zwiększających przepływ masy powietrza/ścieków;
- Z etapem klaryfikacji: sedimentacji lub filtracji membranowej (bioreaktor membranowy, patrz poniżej), przy czym ta ostatnia wymaga mniej miejsca, zaś pierwsza będzie prawdopodobnie wspierana przez etap ostatni, czyli flotację.

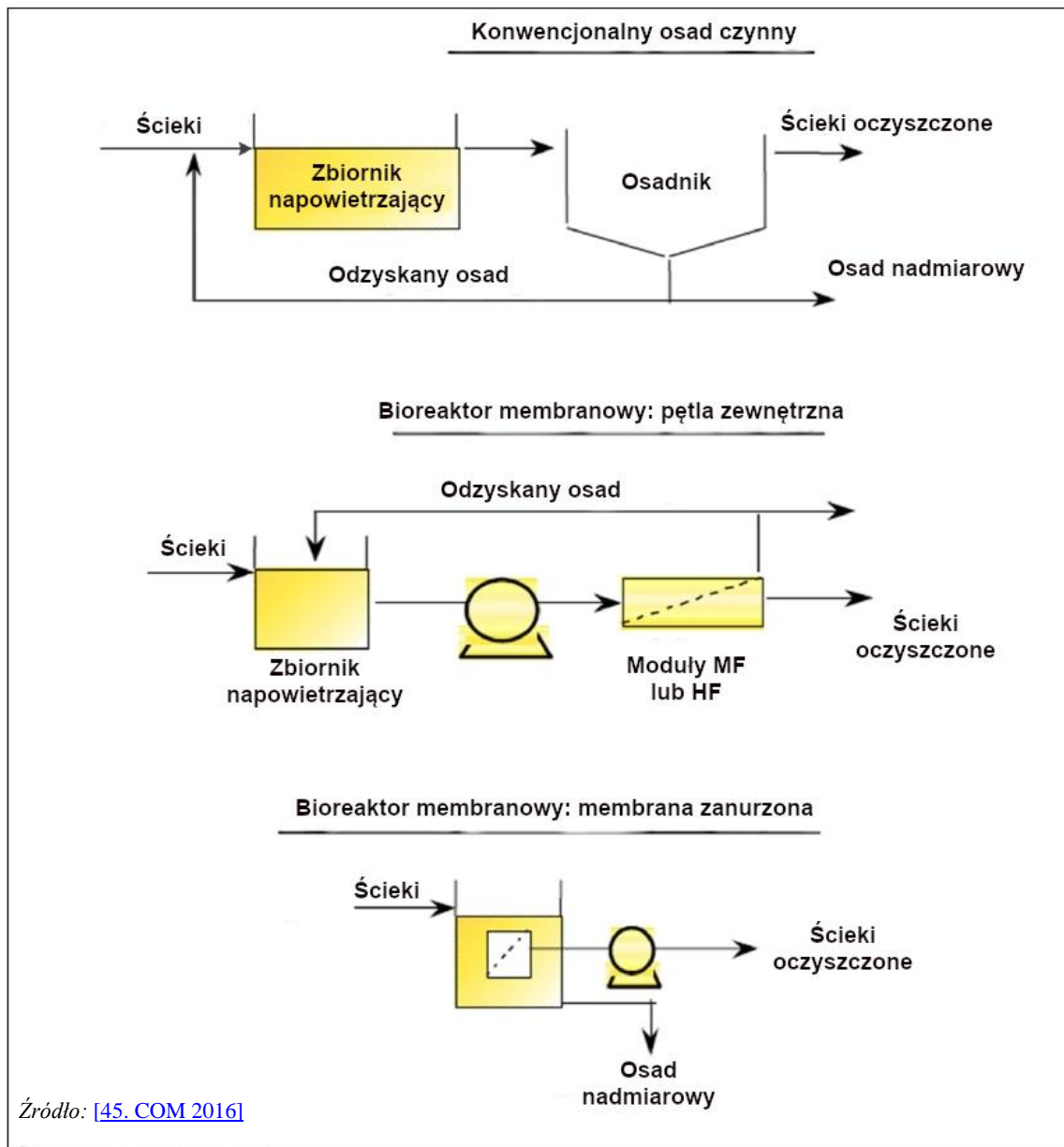
Ogólnie rzecz biorąc, kompletny proces z mieszanym osadem czynnym ma zastosowanie do wszystkich strumieni ścieków ulegających biodegradacji, czy to jako wysokowydajna obróbka wstępna strumieni dopływowych, czy też jako główna część zbiorczej oczyszczalni ścieków.

### Proces z bioreaktorem membranowym (MBR)

**Proces z użyciem bioreaktora membranowego**, jako połączenie biologicznego oczyszczania osadu czynnego oraz separacji membranowej, jest biologicznym procesem oczyszczania ścieków komunalnych i przemysłowych (więcej szczegółów na temat bioreaktorów membranowych znajduje się w dokumencie BREF CWW [45. COM 2016]). Przykładowe warianty tego procesu to:

- zewnętrzna pętla recyrkulacyjna pomiędzy zbiornikiem osadu czynnego a modułem membranowym;
- zanurzenie modułu membranowego w napowietrzonym zbiorniku osadu czynnego, gdzie ścieki są filtrowane przez wiązkę membran z włókna (hollow fibre membrane), a biomasa pozostaje w zbiorniku; ten wariant zużywa mniej energii i skutkuje bardziej kompaktową instalacją.

Warianty te wraz z konwencjonalnym systemem z osadem czynnym pokazano na ilustracji 2.34.



**Ilustracja 2.34:** Warianty bioreaktora membranowego w porównaniu z konwencjonalnym procesem z osadem czynnym

#### Proces ze złożem zraszanym

W procesie ze złożem zraszanym mikroorganizmy są przyłączane do medium o wysokiej przepuszczalności, przez które ścieki są przesączone lub przepuszczone. Czynnikiem filtrującym składa się zazwyczaj z kamieni lub różnych rodzajów tworzywa sztucznego.

Ciecz jest zbierana w systemie pododpływowym i trafia do osadnika, a część cieczy jest poddawana recyklingowi w celu rozcieńczenia napływającej wody ściekowej.

#### Proces w tzw. złożu rozszerzonym

Proces w tzw. złożu rozszerzonym przeprowadzany jest w sposób analogiczny do przetwarzania beztlenowego (zob. sekcja 2.3.6.2.5.2), z rozróżnieniem ze względu na wprowadzanie powietrza lub tlenu oraz wiązanie bakterii tlenowych zamiast beztlenowych na błonie biologicznej. Zaletą tej wersji zabiegu tlenowego jest mniejsze zapotrzebowanie na miejsce przy takich samych mocach przerobowych.

### Proces biofiltracji w tzw. łożu stałym

W **procesie biofiltracji w tzw. złożu stałym** błona biologiczna utrzymywana jest na powierzchni nośnika. Strumień ścieków jest oczyszczany podczas przechodzenia przez błonę biologiczną a zawieszona substancje stałe są zatrzymywane na filtrze, skąd są regularnie splukiwane. Technologia ta została opracowana jako kompaktowa (wysoki wskaźnik odzysku w stosunku do objętości oraz pominięcie osadnika wtórnego) i bezdolorowa alternatywa dla konwencjonalnego procesu z osadem czynnym.

Biofiltry stosowane są do oczyszczania ścieków komunalnych oraz niektórych ścieków przemysłowych (np. ścieków silnie obciążonych ChZT z przemysłu celulozowo-papierniczego), ale także do modernizacji istniejącej instalacji z osadem czynnym (co ma miejsce również w przypadku reaktorów z tzw. złożem rozszerzonym). Zaletami błon biologicznych umocowanych na materiale nośnym jest mniejsza podatność na wysoką zawartość soli oraz lepsze warunki dla wolno rosnących bakterii ze względu na długotrwałe utrzymywanie się w systemie. Biofiltry są również stosowane jako bezpośrednia obróbka wstępna lub końcowy etap procesu oczyszczania osadu czynnego.

### **Przykładowe zakłady**

Tabele 2.76 i 2.77 przedstawiają wykaz zakładów z listy referencyjnej wyposażonych odpowiednio w system z osadem czynnym oraz system MBR.

**Tabela 2.76: Zakłady wyposażone w system z osadem czynnym**

Zakłady wyposażone w system z osadem czynnym	Dominująca technika przetwarzania odpadów
127	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne
170	Regeneracja zużytych rozpuszczalników
07, 90, 140_141_142_143C, 151C, 154_155C, 159C, 194C, 368_369_370_371, 392, 393, 423_424, 468, 473, 607	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
111, 341	Beztlenowe przetwarzanie odpadów biologicznych
569	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych
152	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
235, 610, 619, 620	Powtórna rafinacja oraz inne działania przygotowujące oleje odpadowe do ponownego użycia

**Tabela 2.77: Zakłady wyposażone w bioreaktor membranowy (MBR)**

Zakłady wyposażone w system MBR	Dominująca technika przetwarzania odpadów
154_155C	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
605	Powtórna rafinacja oraz inne działania przygotowujące oleje odpadowe do ponownego użycia

### **Literatura źródłowa**

[45. COM 2016]

#### 2.3.6.2.5.2 Uzdatnianie beztlenowe

### **Opis**

Beztlenowe uzdatnianie (przetwarzanie) ścieków przekształca organiczną zawartość ścieków, za pomocą mikroorganizmów i bez dostępu powietrza, w różnorodne produkty, takie jak metan, dwutlenek węgla i siarczki.

Beztlenowe uzdatnianie ścieków jest zasadniczo stosowane jedynie jako wstępne przetwarzanie ścieków, które charakteryzuje się wysokim obciążeniem organicznym ( $> 2 \text{ g/l}$ ) i mniej lub bardziej stałą jakością. Stosuje się ją głównie w sektorach, w których ścieki są stale obciążone wysokimi wartościami BZT.

Biogaz składa się w około 70 % z metanu i 30 % z dwutlenku węgla oraz innych gazów, takich jak wodór i siarkowodór, których ilość zależy od zawartości siarczanów w ściekach. Proces odbywa się w hermetycznym reaktorze z zbiornikiem mieszającym, a mikroorganizmy są zatrzymywane w nim jako biomasa (osad).

Dostępnych jest kilka typów reaktorów. Najczęściej używane to:

- beztlenowy reaktor kontaktowy;
- beztlenowy koc osadowy z oddolnym nawiewem (upflow anaerobic sludge blanket - UASB);
- reaktor ze złożem stałym
- reaktor ze złożem rozszerzonym.

### Przykładowe zakłady

Zakład 592 (beztlenowe przetwarzanie odpadów) jest jedynym zakładem z listy referencyjnej prowadzącym beztlenowe uzdatnianie ścieków.

### Literatura źródłowa

[45. COM 2016]

#### 2.3.6.2.5.3 Wytrącanie azotu poprzez biologiczną nityfikację / denityfikację

### Opis

Azot, a dokładniej amon, jest usuwany poprzez specjalną obróbkę biologiczną, która składa się z dwóch etapów:

- Nityfikacja tlenowa, gdzie specjalne mikroorganizmy utleniają amon ( $\text{NH}_4^+$ ) do azotynu pośredniego ( $\text{NO}_2^-$ ), który następnie jest przekształcany w azotan ( $\text{NO}_3^-$ ). Amoniak może być również utleniany do azotynu bez dalszej konwersji na azotan.
- Denityfikacja beztlenowa, gdzie mikroorganizmy przekształcają azotany w azot.

Nityfikacja może nie mieć zastosowania w przypadku wysokich stężeń chlorków (tj. około 10 g/l) oraz gdy zmniejszenie stężenia chlorków przed nityfikacją nie byłoby uzasadnione korzyściami dla środowiska. Nityfikacja nie ma zastosowania, gdy temperatura ścieków jest niska (np. poniżej 12 °C).

### Przykładowe zakłady

Zobacz tabela 2.78.

**Tabela 2.78: Zakłady wykonujące nityfikację/denityfikację ścieków**

Zakłady wykonujące nityfikację/denityfikację ścieków	Dominująca technika przetwarzania odpadów
243, 244, 257	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne
368_369_370_371, 392, 393	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
20, 459	Beztlenowe przetwarzanie odpadów biologicznych
110, 460	Tlenowe przetwarzanie odpadów biologicznych separowanych u źródła
235, 610	Powtórna rafinacja oraz inne działania przygotowujące oleje odpadowe do ponownego użycia

Zakłady 392 i 393 dostarczyły informacji na temat optymalizacji nityfikacji/denitryfikacji przy przetwarzaniu odpadów o niskim stosunku C:N i zawierających głównie nieulegający degradacji węgiel, za pomocą:

- dopasowania czasu retencji;
- obniżenia wskaźników napowietrzania i recyrkulacji;
- dodania odpowiedniego węgla i składników mineralnych (np. fosforanów).

#### Literatura źródłowa

[45. COM 2016]

### 2.3.6.3 Techniki przetwarzania osadów

#### Opis

Większość procesów uzdatniania ścieków prowadzi do powstawania osadów ściekowych, a ich ilość, konsystencja i zawartość zależą od zawartości ścieków oraz technik ich oczyszczania. Jest to zazwyczaj ciecz lub substancja półstała o zawartości substancji stałych od 0,25 w/w-% do 12 w/w-%, zawierająca głównie substancje zanieczyszczające usunięte ze ścieków. Nadmiarowy osad czynny z biologicznej oczyszczalni ścieków składa się głównie z produktów degradacji (mineralizacji) i tkanki bakteryjnej, a także związanych z nimi zanieczyszczeń, takich jak metale ciężkie.

Nieoczyszczony osad z oczyszczalni ścieków nie nadaje się do odprowadzania lub przetwarzania, ponieważ:

- zawartość substancji szkodliwych dla powietrza uniemożliwia jego magazynowanie;
- zawartość substancji zanieczyszczających stanowiących zagrożenie dla wód uniemożliwia zrzucenie go np. do rzeki;
- duża ilość wody, którą zawiera, sprawia, że spalanie staje się nieatrakcyjną opcją ze względu na zapotrzebowanie na energię.

Techniki mechaniczne, biologiczne, termiczne i/lub chemiczne są stosowane w celu zmniejszenia szkodliwości związanej z osadami, przy czym cel jest taki sam:

- zmniejszenie ilości osadów ściekowych;
- osiągnięcie lepszego odwodnienia osadu;
- spowodowanie uwolnienia rozpuszczalnego chemicznego zapotrzebowania na tlen (ChZT) z osadu;
- zniszczenie mikroorganizmów włóknikowych odpowiedzialnych za pęcznienie osadu.

Takie operacje oczyszczania osadów w oczyszczalni ścieków to:

- operacje wstępne, takie jak
  - mielenie,
  - łączenie lub mieszanie,
  - magazynowanie,
  - odkamienianie;
- zagęszczanie osadów, takie jak:
  - zagęszczanie grawitacyjne,
  - zagęszczanie odśrodkowe,
  - zagęszczanie flotacyjne (flotacja drobnopęcherzykowa - DAF),
  - zagęszczanie z użyciem zagęszczacza taśmowego,
  - zagęszczanie w bębnach obrotowych;
- stabilizacja osadu, taka jak:
  - stabilizacja chemiczna (wapno),
  - stabilizacja termiczna,
  - trawienie beztlenowe,
  - biodegradacja tlenowa,
  - stabilizacja z podwójnym osadem;



- uzdatnianie osadów, takie jak:
  - uzdatnianie chemiczne,
  - uzdatnianie termiczne;
- techniki odwadniania osadu, takie jak:
  - odwadnianie odśrodkowe,
  - prasy filtracyjne taśmowe,
  - prasy filtracyjne;
- operacje osuszania, takie jak:
  - suszenie rotacyjne,
  - suszenie rozpyłowe,
  - suszenie błyskawiczne,
  - ewaporacja;
- termiczne utlenianie osadów, przy użyciu takich technik jak:
  - spalanie w złożu fluidalnym,
  - suszenie/spalanie wielopaleniskowe,
  - utlenianie wilgotnym powietrzem,
  - utlenianie głębokoszybowe,
  - Spalanie razem z innymi odpadami (np. stałymi).

Operacje przetwarzania oraz metody utylizacji mogą być postrzegane jako pojedyncze rozwiązanie lub jako połączenie pojedynczych rozwiązań. Powyższy wykaz pokazuje różnorodne metody redukcji i nie powinien być rozumiany jako ranking. Dostępność (lub niedostępność) danej metody utylizacji może być silnym bodźcem, przynajmniej na poziomie lokalnym, do wyboru technik przetwarzania osadów.

### Przykładowe zakłady

Zobacz tabela 2.79.

**Tabela 2.79: Zakłady wykonujące odwadnianie (osuszanie) osadów ściekowych**

Zakłady wykonujące odwadnianie osadów ściekowych	Dominująca technika przetwarzania odpadów
571	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
06, 07, 91, 154_155C, 192C, 215, 217, 317, 322, 395, 401_404, 550	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
235, 605	Powtórna rafinacja oraz inne działania przygotowujące oleje odpadowe do ponownego użycia
569	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych
40	Przetwarzanie wydobytej, zanieczyszczonej gleby

### Literatura źródłowa

[\[45. COM 2016\]](#)

## 2.3.7 Techniki optymalizacji zużycia wody i redukcji wytwarzanych ścieków

### Opis

Niektóre ważne - i zwykle łatwe do zainstalowania - zintegrowane z produkcją środki dotyczące oczyszczania ścieków opisano w dokumencie BREF CWW [\[45. COM 2016\]](#).

Ich wprowadzenie, np. jako środków oszczędzających wodę, musi być jednak dokładnie przeanalizowane. Chociaż ich wpływ jest zwykle korzystny dla środowiska, mogą one w określonych okolicznościach prowadzić do negatywnego wpływu na inne aspekty

środowiskowe, mogące przynieść korzyści płynące z ochrony wód lub zmniejszenia zanieczyszczeń.

Niektóre z technik, które należy wziąć pod uwagę to:

#### Gospodarowanie wodą

- Opracowanie planu działań na rzecz oszczędzania wody oraz przeprowadzanie regularnych audytów celem zmniejszenia zużycia wody i zapobiegania jej zanieczyszczeniu, w tym:
  - schematy przepływu oraz bilanse wodne;
  - ustanowienie celów w zakresie oszczędnego gospodarowania wodą; integracja procesów poprzez wdrażanie technik ograniczania zużycia wody lub innych technik optymalizacji zużycia wody.
  - Stosowanie u źródła technik wodooszczędnych.
- Optymalizacja zużycia wody używanej do czyszczenia i zmywania (w zależności od wpływu na emisję pyłu) poprzez:
  - odkurzanie, skrobanie lub mopowanie zamiast mycia wężem;
  - ocenę możliwości ponownego wykorzystania wody do mycia;
  - stosowanie elementów sterujących spustem wody na wszystkich wężach, bagnetach ręcznych (Karcher) oraz sprężcie do mycia;
  - identyfikacja składników, które mogą występować w elementach, które mają być myte (np. rozpuszczalniki);
  - przenoszenie umytych odpadów na odpowiednie składowiska, a następnie traktowanie ich w taki sam sposób, jak odpadów, z których zostały pozyskane.
- Unikanie stosowania wody pitnej do procesów i technik redukcji zanieczyszczeń powietrza.
- Monitorowanie zużycia wody. Obejmuje to bezpośrednie pomiary, obliczenia lub rejestrację, np. z wykorzystaniem odpowiednich mierników lub tabel/programów. Monitorowanie powinno być podzielone ze względu na najbardziej odpowiedni poziom (np. na poziomie procesu lub zakładu/installacji) i uwzględniać wszelkie istotne zmiany w zakładzie/installacji.

#### Recykulacja wody

- a. Recykulacja wody w zakładzie, w miarę możliwości i w razie potrzeby po jej oczyszczeniu. Może to wymagać określenia zakresu zastępowania wody pierwotnej przez wodę ze źródeł recykulacyjnych oraz wymogi jakości wody związane z każdym użyciem. Stopień recykulacji wody ogranicza bilans wodny zakładu, zawartość zanieczyszczeń (np. związków wydzielających odory) i/lub właściwości strumieni wodnych (np. zawartość składników odżywczych). Ponowne wykorzystanie deszczówki w procesie (np. jako wody chłodzącej).

#### Zmniejszenie ilości wytwarzanych ścieków

- b. Oddzielne odprowadzanie wód nieskażonych z dachu i wód powierzchniowych.
- c. Odprowadzanie wody deszczowej do kolektorów.
- d. Zapobieganie, w miarę możliwości, wytwarzaniu ścieków już w czasie prac konstrukcyjnych. W zależności od ryzyka, jakie stwarzają odpady pod względem zanieczyszczenia gleby i/lub wody, może to obejmować zadaszenie obszaru magazynowania, oczyszczania i odbioru.
- e. Monitorowanie ilości wytwarzanych ścieków i osadów ściekowych.

#### **Korzyści dla środowiska**

Korzyści dla środowiska obejmują:

- redukcję zużycia wody;
- redukcję zanieczyszczeń uwalnianych do wody;
- Redukcję wytworzonego osadu.

Mycie bębnow i DPPL jest zazwyczaj przeprowadzane tylko wtedy, gdy istnieje sąsiadująca stacja uzdatniania zużytej do mycia wody lub gdy istnieją inne możliwości jej właściwego uzdatnienia.

Mycie i czyszczenie odbywają się z reguły przy użyciu oczyszczonych ścieków. Powstałe w ten sposób ścieki myjąco-oczyszczające odprowadzane są z powrotem do procesu lub do oczyszczalni ścieków celem ich oczyszczenia. W niektórych przypadkach oczyszczalnia jest instalowana poza terenem zakładu unieszkodliwiania odpadów.

Obsługa jest zazwyczaj bardziej skomplikowana w obszarach zakrytych niż w obszarach nieosłoniętych. Konieczne jest również uwzględnienie wymagań dotyczących dostępu do zakrytych magazynów celem ewentualnego gaszenia pożarów.

Nie jest konieczne magazynowanie wszystkich odpadów opakowaniowych „pod dachem”. Zazwyczaj wyklucza się odpady i pojemniki, które nie są wrażliwe na światło, ciepło, ekstremalne temperatury otoczenia lub przedostawanie się wody. W takich okolicznościach odpowiednie obwałowanie powierzchni magazynowych oraz ograniczenie/oczyszczenie odpływu wody jest zazwyczaj wystarczające dla zapewnienia skutecznej ochrony środowiska.

### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

W zależności od konkretnych działań podjętych celem zmniejszenia zużycia wody (np. konsumpcja energii) mogą wystąpić pewne wzajemne oddziaływania na procesy i środowisko.

Procesy recyklingu często stwarzają zagrożenie dla jakości wody poddanej recyklingowi (np. wzrost stężenia zanieczyszczeń). Zakłócenie procesu oczyszczania ścieków stosowanego przed recyklingiem może wymagać czasowego wykorzystania innego źródła wody.

W niektórych przypadkach (np. biologiczne przetwarzanie odpadów), recykling wody może powodować uciążliwe emisje i/lub hamować degradację biologiczną.

### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Zazwyczaj plan działania na rzecz oszczędzania wody jest częścią systemu zarządzania środowiskowego EMS (sekcja 2.3.1.1) dla instalacji i jest dostosowany do charakteru, skali i złożoności zakładu oraz zakresu oddziaływań na środowisko, jakie może mieć.

Infrastruktura odwadniająca i segregacja strumieni wody mają ogólne zastosowanie w przypadku nowych zakładów oraz w przypadku istniejących zakładów w ramach ograniczeń związanych z konfiguracją systemu osuszania.

Zastosowanie zadaszenia obszarów magazynowania i przetwarzania może być ograniczone w przypadku magazynowania lub przetwarzania dużych ilości odpadów (np. przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych).

### **Ekonomika**

Nie dostarczono danych.

### **Siła napędowa wdrażania**

- Prawodawstwo związane z ochroną środowiska.
- Zachęty ekonomiczne mające na celu ograniczenie wytwarzania ścieków i zużycia wody. W niektórych krajach UE istnieją systemy zachęt, których celem jest zachęcanie do ograniczenia zużycia wody.

### **Przykładowe zakłady**

Zobacz przykłady podane w sekcjach 4.5.1.5, 5.2.3.2 and 5.6.3.2.1 odnośnie ponownego użycia wody.

### **Literatura źródłowa**

[\[94. Vrancken i inni 2001\]](#), [\[9. UK EA 2001\]](#), [\[10. Babbie Group Ltd 2002\]](#), [\[11. WT TWG 2003\]](#), [\[18. WT TWG 2004\]](#), [\[13. Schmidt i inni 2002\]](#)

### 2.3.8 Techniki zapobiegania lub ograniczania zużycia surowców oraz ich związków

#### Opis

Odpady wykorzystywane są do zastępowania surowców lub ich związków w przetwarzaniu innych odpadów.

#### Szczegóły techniczne

Niektóre techniki to:

- Identyfikacja surowców i materiałów pomocniczych, innych substancji oraz wody, które zostały przewidziane do stosowania. Wiąże się to ze sporządzeniem listy wykorzystanych materiałów (w tym ogólnych informacji o materiałach; należy zauważyć, że grupowanie materiałów podobnego typu jest zazwyczaj odpowiedniejsze niż sporządzanie listy każdej wykorzystanej alternatywy komercyjnej), które mogą mieć znaczący wpływ na środowisko, w tym:
  - w stosownych przypadkach składu chemicznego materiałów;
  - zużywanych ilości;
  - przeznaczenia materiału (tj. przybliżonego procentowego udziału w poszczególnych mediach i w produkcji);
  - wpływu na środowisko, jeżeli jest znany (np. zdolność do rozkładu, zdolność do bioakumulacji, toksyczność dla danych gatunków roślin lub zwierząt);
  - wszelkich możliwych do wykorzystania surowców alternatywnych, które mogą mieć mniejszy wpływ na środowisko (tj. zastosowanie zasady substytucji).
- Uzasadnienie (na przykład na podstawie emisji, jakości produktu oraz z przyczyn ekonomicznych) dalszego stosowania substancji, dla których istnieje mniej niebezpieczna alternatywa.
- Prowadzenie szczegółowego spisu wykorzystywanych surowców.
- Wdrożenie procedur regularnego przeglądu nowych osiągnięć w dziedzinie surowców oraz regularne wdrażanie wszelkich innych odpowiednich, lecz mniej niebezpiecznych materiałów.
- Wprowadzenie procedur zapewnienia jakości celem kontroli zawartości surowców.
- Zbadanie możliwości wykorzystania odpadów jako surowca do przetwarzania innych odpadów np.:
  - zużytego wapna z systemów redukcji gazów kwaśnych;
  - odpadów zasadowych lub silnych odpadów kwasowych;
  - popiołów lotnych lub pozostałości z oczyszczania gazów odlotowych (FGT).

#### Korzyści dla środowiska

Korzyści dla środowiska wynikające z tej techniki obejmują:

- ograniczenie stosowania substancji chemicznych i innych materiałów;
- poprawa zrozumienia losu produktów ubocznych i zanieczyszczeń oraz ich potencjalnego wpływu na środowisko.

#### Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Ze względu na charakter procesów unieszkodliwiania odpadów, na zużycie surowca ma wpływ zmienność odpadów na wejściu procesu. Ponadto istnieją przypadki, w których zastąpienie surowców przez odpady nie jest możliwe. Na przykład, surowe wapno ma znacznie wyższą alkaliczność niż wapno zużyte, w związku z czym wymagane są większe ilości zużytego wapna. Ograniczenie wielkości zbiornika reaktora stanowi więc w tym przypadku istotne ograniczenie. Podobne skalowanie obowiązuje w zbiornikach do produkcji roztworu wapna.

Następujące substytuty surowców są brane pod uwagę do zastosowania w Wlk. Brytanii (tabela 2.80).

Tabela 2.80: Przykłady substytutów surowców

Surowiec	Możliwy do zastosowania substytut
Wodorotlenek sodu	Stosuje się tylko wolne od rtęci NaOH <sup>(1)</sup>
Demulgatory	Stosuje się wyłącznie produkty w pełni biodegradowalne, w przypadku których znane są bezpieczne dla zdrowia metody degradacji.
<sup>(1)</sup> Producenci przemysłowi NaOH uważają, że wolne od rtęci NaOH powinno zawierać go mniej niż 50 µg/kg. Źródło: [9. UK EA 2001], [11. WT TWG 2003]	

Szacuje się, że w jednym z zakładów (zakład 497) wykorzystanie pozostałości z FGT mogłoby zmniejszyć zużycie surowców o 50 %. Inne właściwości pozostałości z FGT mogą być również korzystne, ponieważ są w stanie skutecznie wytrącać rozpuszczalne siarczany i fluorki, obecne czasami w odpadach kwaśnych.

### Oddziaływanie na procesy i środowisko

- Podczas ponownego wykorzystania zużytego wapna zwraca się uwagę na poziom zanieczyszczeń metalowych i organicznych, które mogą być w nim obecne.
- Podczas ponownego użycia pozostałości z FGT:
  - ponieważ pozostałości z FGT zawierają inne materiały stałe oprócz wapna, wymagana jest większa ilość zawiesiny, aby uzyskać taką samą zdolność neutralizacji; powoduje to, że proces jest mniej wydajny pod względem czasu pracy;
  - może powstać wodór, gdy pozostałości z FGT zawierające węglan zostaną zmieszane z wodą.

### Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Zakres minimalizacji potencjalnego wpływu wykorzystania surowców na środowisko naturalne jest czasami zawężany do ilości wykorzystanych surowców (minimalizacja ilości odpadów) lub ich charakteru (np. obecność zanieczyszczeń, stosowanie mniej szkodliwych alternatyw).

Wykorzystanie odpadów jako reagentu może być ograniczone, np. ze względu na lokalne ograniczenia.

Niektóre ograniczenia w zakresie zastępowania materiału przez odpady wynikają z ryzyka zanieczyszczenia spowodowanego ich obecnością (np. metali ciężkich, TZO, soli, czynników chorobotwórczych) w odpadach zastępujących inne materiały. Innym ograniczeniem jest zgodność odpadów zastępujących inne materiały z wsadem odpadów.

### Siła napędowa wdrażania

Siłą napędową wdrażania są względy ekonomiczne i środowiskowe. Dla kwasów stężonych (> 70 w/w-%) istnieje rynek dla kwasów zmieszanych lub regenerowanych. Używanie kwasów o stężeniu 50 w/w-% stało się opłacalne, chociaż wymaga to większego nakładu energii.

### Przykładowe zakłady

Pośród 27 zakładów zajmujących się fizyczno-chemicznym przetwarzaniem odpadów stałych i/lub półpłynnych 8 (zakłady 176, 181, 187, 348, 475, 495, 497 i 569) zgłosiło wykorzystanie wsadu odpadów jako reagentu (odczynnika). Ilość odpadów wykorzystanych jako surowiec, która różni się w zależności od rodzaju procesu oraz wsadu odpadów, a także w zależności od wielkości zakładu, waha się od 2 000 ton do 42 000 ton (średnia z trzech lat referencyjnych). Wsad odpadów wykorzystywanych jako surowce składa się z popiołów lotnych (wykorzystywanych jako spoiwa), pozostałości mineralnych, kwasów itp. Tymczasem zgłoszona ilość wykorzystanych surowców (średnia z trzech lat referencyjnych) waha się od 1 400 ton do 22 000 ton. Zakład 497 zgłosił wykorzystanie pozostałości z FGT jako substytut wapna hydratyzowanego w procesie neutralizacji kwasów odpadowych. Zakład został uruchomiony we wrześniu 2013 roku. W pierwszych sześciu miesiącach 2014 r. zakład ten

przerobił około 843 ton pozostałości z FGT. Stanowi to około równowartość 280 ton wapna hydratyzowanego.

### Literatura źródłowa

[9. UK EA 2001], [11. WT TWG 2003], [13. Schmidt i inni 2002], [18. WT TWG 2004], [42. WT TWG 2014]

## 2.3.9 Techniki efektywnego wykorzystania energii

### 2.3.9.1 Plan na rzecz efektywności energetycznej

#### Opis

Plan na rzecz efektywności energetycznej gromadzi zestaw środków organizacyjnych i technicznych mających na celu efektywne wykorzystanie energii. Jest on częścią systemu zarządzania środowiskowego (EMS).

#### Szczegóły techniczne

Obszerne informacje na temat efektywności energetycznej można znaleźć w [95. COM 2009]. Niektóre techniki stosowane celem zwiększenia efektywności energetycznej zakładów przetwarzania odpadów to:

- Ocena kosztów i korzyści różnych opcji energetycznych.
- Monitorowanie przepływów energii (zużycie oraz wytwarzanie według źródeł) oraz określenie obszarów w których można dokonać redukcji.
- Definiowanie oraz obliczanie konkretnego zużycia energii przez daną działalność (lub działania) oraz ustalanie kluczowych wskaźników efektywności w skali roku (np. MWh/t przetworzonych odpadów). Na przykład w oparciu o zużycie energii pierwotnej dla produktów lub surowców, które są najbardziej zbliżone do głównego celu lub zdolności produkcyjnej zakładu.
- Przeprowadzenie badania energetycznego celem określenia możliwości dalszych oszczędności w zużyciu energii.
- Wykorzystanie kogeneracji (CHP).
- Stosowanie środków operacyjnych, serwisowych i porządkowych w odniesieniu do najistotniejszych zakładów energochłonnych np.:
  - systemy klimatyzacji, chłodzenia procesowego i chłodzenia (nieszczelności, uszczelnienia, kontrola temperatury, konserwacja parownika/kondensatora);
  - eksploatacja silników i napędów (np. stosowanie silników o wysokiej sprawności);
  - systemy sprężonego gazu (nieszczelności, procedury użytkowania);
  - systemy dystrybucji pary (przecieki, wychwytywacze, izolacja);
  - systemy ogrzewania pomieszczeń i wody;
  - smarowanie celem uniknięcia dużych strat wynikających z tarcia (np. smarowanie mgłą olejową);
  - konserwacja kotła, np. optymalizacja ilości zbędnego powietrza;
  - inne prace konserwacyjne związane z działalnością prowadzoną w zakładzie;
  - regularne przeglądy sprzętu;
- Stosowanie technik ograniczających zużycie energii, a tym samym zmniejszających zarówno emisje bezpośrednie (ciepło i emisje z produkcji na terenie zakładu), jak i pośrednie (emisje z dostarczającej prąd elektrowni). Na przykład:
  - izolacja budynków;
  - stosowanie oświetlenia energooszczędnego;
  - regularna konserwacja pojazdów;
  - właściwe zaprojektowanie zakładu celem redukcji odległości pompowania;
  - optymalizacja faz silników elektronicznych;
  - odzysk ciepła;
  - wyłączanie sprzętu gdy nie jest używany i jeśli jest to bezpieczne;

- Minimalizacja ruchu pojazdów na terenie zakładu oraz wyłączanie silników, gdy nie są używane.
- Stosowanie podstawowych, tanich, fizycznie prostych technik celem uniknięcia rażących nieefektywności, w tym izolacja, metody powstrzymywania (np. uszczelnienia oraz samozamykające się drzwi) a także unikanie niepotrzebnych upustów podgrzanej wody lub powietrza (np. poprzez zamontowanie prostych systemów sterowania).
  - Zastosowanie efektywnych energetycznie technik w odniesieniu do usług oferowanych przez budynek.
  - Ustawienie czasu pracy urządzeń wysokoenergetycznych w okresach pozaszczytowych.
  - Wykorzystanie gazu wysypiskowego do produkcji energii elektrycznej i ciepła.
  - Wykorzystanie ciepła z pieców i silników do odparowania, suszenia i podgrzewania.
  - Wybór odpowiednich odpadów do przetwarzania w zakładzie. Zazwyczaj zakłady nieprzeznaczone do przetwarzania niektórych rodzajów odpadów zużywają więcej energii podczas ich przetwarzania.

### Korzyści dla środowiska

Wykorzystanie planu na rzecz efektywności energetycznej i przestawienie się na czystsze paliwa może zmniejszyć zużycie energii i emisje środowiskowe związane z tym zużyciem. Wzrost sprawności energetycznej kotłów i nagrzewnic zmniejsza emisję lotnych związków organicznych dzięki pełniejszemu spalaniu i minimalizacji strat paliwa.

### Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Nie dostarczono danych.

### Oddziaływanie na procesy i środowisko

Brak.

### Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ta jest w pełni stosowana. Jednakże w zakładach, w których wykonuje się kilka działań związanych z przetwarzaniem odpadów, zużycie energii może być trudne do przypisania do każdego konkretnego działania ze względu na całościowe podejście stosowane zazwyczaj przez system energetyczny.

Techniki te są szerzej stosowane w odniesieniu do dużych odbiorców energii. W przypadku energochłonnych gałęzi przemysłu zastosowanie technik efektywnego wykorzystania energii w usługach oferowanych przez pojedynczy budynek może mieć jedynie niewielki wpływ i nie powinno odwracać uwagi od głównych kwestii energetycznych. Mogą one jednak znaleźć swoje miejsce w ramach programu poprawy, szczególnie tam, gdzie dotyczą poszczególnych obiektów w zakładzie o konsumpcji przekraczającej 5 % całkowitego zużycia energii.

### Ekonomika

Systemy energooszczędne mają zazwyczaj wyższe koszty inwestycyjne. Jednak ich koszty operacyjne są zwykle niższe (czyli zwrot jest wyższy). Koszty są zazwyczaj wyższe w przypadku istniejących zakładów niż w przypadku nowych. Niektóre przykłady przedstawiono w tabeli 2.81.

**Tabela 2.81: Ekonomika integrowania różnych ulepszeń w technikach poprawiających efektywność wykorzystania energii**

Wariant efektywności energetycznej	Stopa zwrotu netto (NPV) (w tys. Euro)	NPV/CO <sub>2</sub> zaoszczędzone (euro/tonę)
Zakład CHP o mocy 7 MW	2 058	15
Silnik wysokosprawny	0.75	52.5
Uwaga: Wartości orientacyjne, oparte na kosztach i korzyściach. Źródło: [9. UK EA 2001]		

Poprawa efektywności energetycznej musi być równoważona kosztami osiągnięcia tego celu. Przetwarzanie odpadów pochłania pewien rodzaj energii (elektryczność, para wodna itp.), a możliwość zmniejszenia zużycia w istniejącym zakładzie lub w przypadku rozwiązywania problemów związanych ze zwiększoną złożonością strumieni odpadów, na przykład celem poprawy odzysku z odpadów, może być w niektórych przypadkach ograniczona. W takich przypadkach wymagane nakłady mogą nie być uzasadnione ekonomicznie lub środowiskowo.

### Siła napędowa wdrażania

Oszczędność zużytej energii.

### Przykładowe zakłady

Spośród 329 zakładów z listy referencyjnej 42 zgłosiło posiadanie planu oszczędności energii.

### Literatura źródłowa

[9. UK EA 2001], [10. Babcie Group Ltd 2002], [96. WT TWG 2003], [33. EPA Irlandia 2003], [91. UBA Niemcy 2003], [91. UBA Niemcy 2003], [18. WT TWG 2004], [51. WT TWG 2005]

## 2.3.9.2 Bilans energetyczny

### Opis

W celu poprawy systemu energetycznego z punktu widzenia ochrony środowiska, system ten musi być dobrze zrozumiały i w pełni udokumentowany. Poniżej znajduje się kilka technik, które można wykorzystać:

- a. Zgłaszanie informacji o zużyciu energii w odniesieniu do energii dostarczonej. W przypadku energii elektrycznej może ona zostać przeliczona na zużycie energii pierwotnej z wykorzystaniem czynników krajowych/regionalnych (np. w Wlk. Brytanii w przypadku publicznych dostaw energii elektrycznej zazwyczaj stosuje się współczynnik konwersji wynoszący 2.6).

Tabela 2.82: Przykładowy formularz raportowania zużycia energii

Źródło energii	Zużycie energii		
	E. dostarczona (MWh)	E. pierwotna (MWh)	% zużycia ogólnego
Elektryczność*	-	-	-
Gaz	-	-	-
Paliwa płynne	-	-	-
Odpady	-	-	-
Inne (wyszczególnić)	-	-	-
* Podać źródło. Źródło: Według [9. UK EA 2001]			

- b. Zgłaszanie informacji o energii wyeksportowanej z zakładu.
- c. Dostarczanie informacji o przepływie energii (na przykład wykresy lub bilanse energetyczne) pokazujących, w jaki sposób energia jest wykorzystywana w całym procesie. Informacje te mogą pozwolić operatorom na zdefiniowanie lub obliczenie jednostkowego zużycia energii przez zakład.

### Korzyści dla środowiska

Ograniczenie zużycia energii.

### Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Redukcja emisji z systemu energetycznego może być oceniona jedynie poprzez właściwe obliczenie faktycznych emisji. Podział na wytwarzanie i zużycie mogą pomóc zoptymalizować równowagę pomiędzy nimi, a tym samym zoptymalizować wykorzystanie zasobów energetycznych.

### Oddziaływanie na procesy i środowisko



W niektórych przypadkach korzyści dla środowiska wynikające z tej techniki są ograniczone. Powodem jest fakt, że możliwość zmniejszenia zużycia w istniejącym zakładzie może być limitowana, a ewentualne wysiłki zmierzające do obniżenia zużycia muszą być zrównoważone możliwymi wyższymi emisjami z przetwarzania.

### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Technika ta ma pełne zastosowanie w całym sektorze unieszkodliwiania odpadów. Jednakże w pewnych okolicznościach (np. historyczny rozwój zakładu/instalacji) może być trudno

powiązać poziomy zużycia energii z każdym pojedynczym procesem/przetwarzaniem przeprowadzanym w ramach całego procesu unieszkodliwiania odpadów. Raporty te są zazwyczaj sporządzane co roku lub co sześć miesięcy. Wyższa częstotliwość może być stosowana w przypadku większej zmienności w rodzajach przetwarzanych odpadów.

### **Ekonomika**

Wymagania są typowe i mało kosztowne.

### **Siła napędowa wdrażania**

Ograniczenie zużycia energii.

### **Literatura źródłowa**

[\[9. UK EA 2001\]](#), [\[33. EPA Irlandia 2003\]](#), [\[18. WT TWG 2004\]](#), [\[51. WT TWG 2005\]](#)

## **2.3.10 Techniki zapobiegania i ograniczania emisji hałasu oraz wibracji**

### **2.3.10.1 Plan ograniczania hałasu oraz wibracji**

#### **Opis**

Wdrożenie planu zarządzania hałasem i wibracjami jako części systemu zarządzania środowiskowego (EMS) (patrz sekcja 2.3.1.1).

#### **Szczegóły techniczne**

Taki plan najczęściej powinien:

- Opisywać główne źródła hałasu i wibracji (w tym źródła rzadkie) oraz najbliższe miejsca wrażliwe na hałas. Opis ten powinien obejmować następujące informacje dotyczące każdego głównego źródła hałasu i wibracji w zakładzie:
  - jego źródło i usytuowanie na planie zakładu;
  - czy hałas lub wibracje są ciągłe/okresowe, stałe/przemieszczają się;
  - godziny pracy źródła hałasu/wibracji;
  - opis hałasu lub wibracji, np. czy jest to stukot, jęk, syczenie, piszczenie, szum, kliknięcia, uderzenia, czy ma elementy tonalne itp.;
  - jego udział w ogólnej emisji hałasu na danym obszarze, np. wysoki, średni lub niski (chyba że dostępne są dokładniejsze dane).
- Podawać powyższe informacje dotyczące również eksploatacji rzadko występujących źródeł hałasu i wibracji (takich jak rzadko obsługiwane/sezonowe działania, sprzątanie/konserwacja, dostawy/odbiór/transport na miejscu lub działania poza godzinami pracy, generatory awaryjne lub pompy oraz testowanie alarmów).
- Podawać szczegóły dotyczące odpowiednich badań hałasu, pomiarów, badań (które mogą obejmować szczegółowe oceny poziomów mocy akustycznej dla poszczególnych elementów instalacji) oraz modelowanie, które może być konieczne dla nowych lub istniejących instalacji, z uwzględnieniem potencjalnych problemów związanych z hałasem.
- Opisywać protokół reagowania na incydenty związane z zidentyfikowanym hałasem oraz wibracjami, np. skargi.
- Zawierać odpowiednie działania, które należy podjąć, oraz ich ramy czasowe.

#### **Korzyści dla środowiska**

Ograniczenie poziomu hałasu generowanego przez zakład.

**Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Nie dostarczono danych.

**Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Brak.

**Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Przy określaniu źródeł, które należy uwzględnić, należy przyjąć zdroworozsądkowe podejście. Należy wziąć pod uwagę te, które mogą mieć wpływ na środowisko naturalne; na przykład, małe urządzenie może spowodować problem hałasu w miejscu pracy w zamkniętej przestrzeni, ale jest

mało prawdopodobne, aby spowodowało ono problem środowiskowy. I odwrotnie, duża jednostka lub kilka mniejszych jednostek zamkniętych w budynku może, na przykład, powodować uciążliwość tylko wtedy, gdy drzwi są otwarte. Należy również pamiętać, że niektóre hałasy, które nie są szczególnie zauważalne w ciągu dnia, mogą stać się bardziej drażniące w nocy.

Możliwość zastosowania jest ograniczona do przypadków, w których oczekuje się wystąpienia hałasu lub uciążliwości związanych z wibracjami w obszarach wrażliwych i/lub zostały one zgłoszone.

**Ekonomia**

Nie dostarczono danych.

**Siła napędowa wdrażania**

Prawodawstwo dotyczące ochrony środowiska.

**Przykładowe zakłady**

Spośród 329 zakładów referencyjnych 69 zgłosiło, że posiada plan zarządzania hałasem i wibracjami. Połowa z tych zakładów prowadziła różnorodne działania związane z przetwarzaniem odpadów.

**Literatura źródłowa**

[\[9. UK EA 2001\]](#), [\[18. WT TWG 2004\]](#)

**2.3.10.2 Ograniczenie hałasu i wibracji u źródła oraz redukcja szumów****Opis**

Wdrożenie technik eksploatacji i utrzymania ruchu oraz urządzeń i budynków o niskim poziomie hałasu.

**Szczegóły techniczne**

Techniki ograniczające emisję hałasu i wibracji obejmują:

- odpowiednią lokalizację urządzeń i budynków: poziom hałasu może zostać zmniejszony poprzez zwiększenie odległości pomiędzy emitentem a odbiorcą, poprzez wykorzystanie budynków jako ekranów akustycznych oraz poprzez przeniesienie wyjść lub wejść do budynków;
- okresowe inspekcje oraz prawidłowa konserwacja urządzeń;
- stosowanie urządzeń o niskiej emisji hałasu (np. sprężarki o poziomie hałasu < 85 dB(A), pompy i wentylatory z regulacją obrotów, silniki z napędem bezpośrednim);
- stosowanie w budynkach materiałów dźwiękoszczelnych w celu zapewnienia ochrony przed wszelkimi hałaśliwymi operacjami, w tym:
  - dźwiękoszczelnych ścian i sufitów,
  - dźwiękoszczelnych drzwi,
  - okien o podwójnych szybach;
- stosowanie izolacji wibracyjnej i akustycznej, lub izolacji wibracyjnej;
- obudowanie hałaśliwych urządzeń;

- ograniczenie rozprzestrzeniania się hałasu poprzez wprowadzenie odpowiednich przeszkód, takich jak ściany ochronne, nasypy i budynki.

### **Korzyści dla środowiska**

Ograniczenie emisji hałasu.

### **Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

W zakładach rozdrabniania złomu mieszanego, lokalne ekrany ochronne oraz ekrany akustyczne umieszczone wokół konkretnych działań lub procesów pozwalają osiągnąć znaczną redukcję hałasu. Przy zastosowaniu odpowiednich materiałów pochłaniających hałas, może to być 5-10 dB po bezpiecznej stronie ekranu (patrz również sekcja 3.1.3.2.2).

### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Brak.

### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

W przypadku istniejących zakładów przeniesienie urządzeń i wyjść lub wejść do budynków może być ograniczone brakiem miejsca lub nadmiernymi kosztami. Urządzenia o niskim poziomie hałasu można zainstalować po wymianie starych urządzeń. Korzystanie z innych urządzeń redukujących hałas jest uzależnione od dostępności miejsca. Całkowite zabudowanie zakładów rozdrabniających złom mieszany nie jest odpowiednie ze względu na możliwe deflagracje, ale ekrany mogą być rozmieszczone na całej długości rozdrabniaczy i obejmować całe place recyklingu metali w celu kontroli i redukcji poziomu hałasu.

### **Ekonomika**

Nie dostarczono danych.

### **Siła napędowa wdrażania**

Prawodawstwo dotyczące ochrony środowiska.

### **Przykładowe zakłady**

Spśród 329 zakładów referencyjnych 96 zgłosiło stosowanie technik redukcji hałasu oraz wibracji.

### **Literatura źródłowa**

[\[26. Podgrupa mech. 2014\]](#), [\[45. COM 2016\]](#)

## **2.3.11 Techniki zapobiegania oraz ograniczania zanieczyszczenia gleby i wody**

### **Opis**

Techniki te odnoszą się do zapobiegania wyciekom wody oraz innych emisji niezorganizowanych do gleby i wód gruntowych poprzez:

- zastosowanie nieprzepuszczalnej powierzchni i wtórnego uszczelnienia;
- odpowiednią infrastrukturę drenażową;
- odpowiednie zasady dotyczące projektowania i konserwacji, aby umożliwić wykrywanie i naprawę nieszczelności;
- stosowanie magazynów buforowych dla gwałtownych wzrostów stężenia.

### **Szczegóły techniczne**

Stosowane są następujące techniki:

- Wprowadzanie środków ograniczających rozprzestrzenianie się odpadów, aby zapobiec ich wydostawaniu się. Wszelkie zbiorniki, cysterny, rury, pojemniki itp. muszą być sprawne, szczelne, konserwowane i sprawdzane zgodnie z wymaganiami.
- Zapewnienie, a następnie utrzymanie w należytym stanie powierzchni obszarów operacyjnych, w tym zastosowanie środków zapobiegających lub szybko usuwających nieszczelności i wycieki oraz zagwarantowanie prawidłowej pracy systemów odwadniających i innych struktur podpowierzchniowych.

- W zależności od ryzyka, jakie stwarzają odpady w zakresie zanieczyszczenia gleby i/lub wody, nieprzepuszczalność powierzchni całych obszarów przetwarzania odpadów (np. obszarów przyjmowania, przeładunku, magazynowania, oczyszczania i wysyłki odpadów) dla danych płynów. Ten nieprzepuszczalny system drenażu powierzchniowego i wewnętrznego musi posiadać odprowadzenie do zbiorników magazynowych lub kolektorów, które mogą zbierać wodę deszczową i wszelkie wycieki. Kolektory z przelewem do kanalizacji zazwyczaj wymagają automatycznych systemów monitorowania, takich jak kontrola pH, które mogą zatrzymać przelew.
- Zbieranie wody deszczowej spadającej na powierzchnie magazynowe i przetwórcze wraz z wodą do mycia cystern, sporadycznymi wyciekami, wodą do mycia bębnów itp. Woda deszczowa jest zwracana do zakładu przetwórczego lub gromadzona w celu dalszego oczyszczania, jeżeli zostanie stwierdzone jej zanieczyszczenie (patrz również sekcja 2.3.13.1).
- Zapewnienie, że infrastruktura drenażowa jest zdolna do zbierania i odprowadzania całej wody spływającej w przypadku silnych opadów deszczu:
  - stosowanie oddzielnych systemów odwadniających i studzienek w celu umożliwienia izolacji określonych obszarów zakładu, w którym odpady są magazynowane, przeładowywane i gromadzone, aby zapobiec wszelkim możliwym wyciekom. Minimalizacja wykorzystania podziemnych zbiorników oraz rurociągów. W przypadku stosowania zbiorników podziemnych lub częściowo podziemnych oraz w zależności od ryzyka związanego z zanieczyszczeniem gleby i/lub wody, jakie stwarzają odpady zawarte w tych zbiornikach, stosuje się systemy ochrony pośredniej,
  - prowadzenie regularnego monitoringu miejsc potencjalnych wycieków, a w razie potrzeby naprawianie sprzętu. Potrzeba przeprowadzenia kontroli oraz stosowana metoda, rodzaj i zakres sprawdzania oceniane są w zależności od ryzyka oraz konsekwencji wystąpienia awarii. [\[95. COM 2009\]](#)
- Wdrożenie programu regularnych przeglądów i konserwacji wyposażenia podziemnego, w tym również:
  - zastąpienie podziemnych lub częściowo podziemnych zbiorników bez zabezpieczenia pośredniego przez struktury naziemne;
  - wymiana konstrukcji bez zabezpieczenia pośredniego.
- W zależności od ryzyka, jakie stwarzają substancje płynne pod względem zanieczyszczenia gleby i/lub wody, należy zapewnić, aby miejsca, do których są one przesyłane, były obwałowane, a obwałowanie było odporne na przenikanie magazynowanych materiałów. Obwałowanie ma być tak zaprojektowane aby w razie wypadku ciecz pozostała zamknięta do czasu wprowadzenia środków bezpieczeństwa. Obwałowanie powinno posiadać wystarczającą pojemność, aby poradzić sobie z każdym rozlaniem plus wodą gaśniczą (jest zwykle tak zwymiarowane, aby pomieścić stratę z największego zbiornika w obrębie wtórnej bariery ochronnej) i jest wykorzystywane do zapewnienia bariery ochronnej dla odpadów i surowców.
- Zagwarantowanie, że obszary obwałowane są zaprojektowane i zbudowane w sposób zapobiegający wyciekom, np. poprzez malowanie, powlekanie, jakość betonu, systemy uszczelniające stosowane wewnątrz. Musi istnieć w dowolnym momencie możliwość kontroli systemu zamknięć.
- Systemy już stosowane w celu zapobiegania emisjom ulotnym mają na ogół zastosowanie również dla systemów odwadniających (zob. sekcja 2.3.5.3):
  - posiadanie procedur gwarantujących, że skład zawartości studzienki w tym studzienki podłączonej do systemu odwadniającego będzie sprawdzany przed przetworzeniem lub opróżnieniem;
  - wyposażenie studzienek odpływowych w alarm wysokiego poziomu lub czujnik z pompą przekazującą nadmiar do odpowiedniego zbiornika (nie uwolnienie);
  - posiadanie systemu zapewniającego stałe utrzymywanie minimalnego poziomu wychwytywania cieczy w zbiornikach wodnych;

- Nie wykorzystywanie rutynowo alarmów wysokiego poziomu np. jako podstawowej metody kontroli poziomu.
- codzienne sprawdzanie nawierzchni, drenażu i obwałowań. Szczególną uwagę należy zwrócić na oznaki uszkodzeń, zużycia i wycieków. Zapisy powinny być sporządzane i przechowywane razem z wyszczególnieniem wszelkich podjętych działań. Wszelkie uszkodzenia i pogorszenie w jakości powinny być naprawiane tak szybko, jak to możliwe. Jeżeli wystąpi zagrożenie redukcji pojemności zbiornika, zdolności ochronnej obwałowania, stanu studzienki lub nawierzchni, odpady powinny być natychmiast usuwane aż do zakończenia naprawy (chyba że naprawa jest szybsza niż usuwanie odpadów, a praca z odpadami w bliskiej odległości nie zagraża bezpieczeństwu).

### **Korzyści dla środowiska**

Korzyści dla środowiska wynikające z tej techniki obejmują:

- zapobieganie krótko- i długoterminowemu zanieczyszczeniu obszaru zakładu;
- minimalizację liczby podziemnych zbiorników i rur, co ułatwia konserwację oraz kontrole.

### **Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

W niektórych przypadkach stwierdzono takie problemy, jak pęknięcia, zablokowane odpływy na odwodnieniach czy zablokowane żwirowe kanały drenażowe pomiędzy płytami betonowymi.

### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Nie zidentyfikowano.

### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Montaż elementów naziemnych ma ogólne zastosowanie do nowych zakładów. Może być jednak ograniczone przez ryzyko zamarznięcia. Instalacja dodatkowego zamknięcia dla rurociągów podziemnych może być utrudniona w przypadku istniejących instalacji.

### **Ekonomika**

Nie dostarczono danych.

### **Siła napędowa wdrażania**

Niektóre dyrektywy UE oraz ustawodawstwo krajowe mają na celu zapobieganie skażeniu gleby.

### **Przykładowe zakłady**

Zakłady zajmujące się przetwarzaniem fizyczno-chemicznym odpadów są zazwyczaj wyposażone w systemy uszczelniające zapobiegające prowadzącym do skażenia wód gruntowych lub podglebia wyciekom. Podstawowe znaczenie dla wszystkich technicznych środków ochrony przed niekontrolowanym wyciekami ma dobór materiałów budowlanych, które muszą zapewniać wysoką odporność, np. na kwasy, zasady lub rozpuszczalniki organiczne (w zależności od zastosowania).

### **Literatura źródłowa**

[85. Scori 2002], [9. UK EA 2001], [10. Babbie Group Ltd 2002], [11. WT TWG 2003], [13. Schmidt i inni 2002], [97. UBA Niemcy 2003], [18. WT TWG 2004], [95. COM 2009]

## **2.3.12 Techniki zapobiegające lub ograniczające powstawanie pozostałości**

Słowo "pozostałość" używane w niniejszej podsekcji oznacza odpady stałe wytwarzane w wyniku działalności w zakresie przetwarzania odpadów i nie jest bezpośrednio związane z rodzajem odpadów przetwarzanych w zakładzie. Jest to ten sam typ konwencji, który jest stosowany w niniejszym dokumencie. Niniejsza podsekcja obejmuje techniki zapobiegania powstawaniu lub zmniejszania pozostałości powstałych w wyniku przetwarzania odpadów.

### **Opis**

Plan zarządzania pozostałościami jest zestawem środków mających na celu optymalizację wytwarzania pozostałości generowanych w wyniku przetwarzania odpadów, optymalizację ponownego wykorzystania, regeneracji, recyklingu i/lub odzysku pozostałości oraz ustanowienie właściwego usuwania pozostałości lub odpadów.

#### Szczegóły techniczne

Do limitowania ilości pozostałości mogą być stosowane różne techniki a ich zakres obejmuje:

- podstawowe techniki utrzymania czystości;
- techniki pomiarów statystycznych;
- stosowanie “czystych” technologii;
- użycie pozostałości jako paliwa oraz ponowne wykorzystanie opakowań.

Plan zarządzania pozostałościami zawiera w szczególności następujące elementy:

- Analizę powstałego osadu (np. placka filtracyjnego) celem zagwarantowania, że cele procesu przetwarzania są osiągnięte a proces działa skutecznie. Placki filtracyjne i osady powstałe w procesie przetwarzania mogą nie nadawać się do magazynowania, ponieważ mogą nie spełniać kryteriów dyrektywy w sprawie magazynowania odpadów.
- Identyfikację, scharakteryzowanie oraz kwantyfikację każdego z wytworzonych strumieni pozostałości. Utrzymanie systemu śledzenia pozostałości może pomóc podmiotom gospodarczym w rejestrowaniu ilości, charakteru, pochodzenia oraz, w stosownych przypadkach, miejsca przeznaczenia, częstotliwości zbierania, sposobu transportu i metody przetwarzania wszelkich pozostałości usuniętych lub odzyskanych w danym zakładzie.
- Identyfikację obecnych lub proponowanych rozwiązań w zakresie postępowania z pozostałościami.
- Pełny opis sposobu, w jaki każdy strumień pozostałości proponuje się odzyskać lub unieszkodliwić. Jeśli ma on zostać unieszkodliwiony, plan powinien wyjaśniać, dlaczego odzysk nie jest technicznie lub ekonomicznie możliwy, a następnie opisać/wyjaśnić planowane środki mające na celu uniknięcie lub zmniejszenie wpływu unieszkodliwienia pozostałości na środowisko.
- Zagwarantowanie, że zawartość masy suchej (ciała stałe) w mieszance nie jest mniejsza niż 15 w/w-%, aby ułatwić jej obsługę.
- Zapewnienie, że nagromadzony pył wymagający usunięcia zostanie przeanalizowany celem zapewnienia prawidłowej metody jego usunięcia (na przykład ze względu na pH, ChZT, metale ciężkie oraz inne znane zanieczyszczenia) z wysypiska.

Minimalizacja pozostałości może obejmować:

- a. Recykling placka filtracyjnego powstającego w wyniku obróbki roztworów kwasowych i zasadowych oraz wytrącania metali, ponieważ może on zawierać metale takie jak cynk i miedź z możliwością ich odzysku.
- b. Ponowne użycie niezanieczyszczonych beczek. Nieuszkodzone 205-litrowe beczki oraz 800- i 1000-litrowe pojemniki IBC mogą być odzyskane w procesie mycia i regeneracji. Uszkodzone pojemniki, dla których nie istnieje rynek renowacji i które zawierały materiały inne niż niebezpieczne, mogą zostać wprowadzone na rynek metali wtórnych (żłom). W miarę możliwości puste pojemniki, które są w dobrym stanie oraz są wolne od odpadów resztkowych, lub zawierają jedynie nieznaczne ich ilości, powinny zostać poddane regeneracji celem ponownego użycia, lub recyklingu.
- c. Używanie do wszystkich celów, o ile to możliwe, pojemników wielokrotnego użycia w miejsce beczek.
- d. Wykorzystanie pozostałości o wystarczającej wartości opałowej i niskich wartościach zanieczyszczenia (zob. sekcja 2.3.9) jako paliwa pierwotnego lub wtórnego.
- e. Zastosowanie czynności porządkowych; mogą one być tak proste, jak zamiatanie podłóg przed ich myciem i mogą znacznie zmniejszyć ilość pozostałości.

#### Korzyści dla środowiska

Powyższe kroki pomagają zapewnić należyte wykorzystanie zasobów naturalnych i mogą ograniczyć wytwarzanie pozostałości w zakładzie unieszkodliwiania odpadów. Zmniejszają one emisje wynikające z zarządzania pozostałościami przetwarzanymi w zakładach i minimalizują ilość powstających pozostałości, jak również pomagają w określeniu właściwej drogi ich usuwania.

### **Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

W przypadku techniki (b) (powyżej), przed ponownym użyciem beczek, etykiety i napisy należy usunąć.

### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Spalanie pozostałości może prowadzić do wyższych emisji do atmosfery niż w przypadku spalania paliw konwencjonalnych.

### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

W przypadku techniki (a), stężenie metali w placku filtracyjnym może być zbyt niskie, aby odzysk metali był ekonomicznie opłacalny.

W przypadku techniki (b) ponowne użycie beczek musi uwzględniać ryzyko zanieczyszczenia odpadów, jakie stwarza ponowne użycie opakowań. Beczki nie nadające się do ponownego użycia są zazwyczaj wysyłane do odpowiedniej obróbki, np. spalania. Ponowne użycie opakowań i palet zależy również od tego, czy opakowanie jest przeznaczone do ponownego użycia, czy też nie. W kilku przypadkach takie ponowne użycie może być sprzeczne z przepisami umowy ADR, jeśli opakowanie nie jest odpowiednio wyposażone.

W przypadku techniki (d) wykorzystanie pozostałości jako paliwa pierwotnego lub wtórnego zależy od tego, czy w instalacji znajduje się odpowiedni obiekt energetycznego spalania (dopuszczony do stosowania takiego paliwa).

### **Ekonomika**

Pod względem nakładów kapitałowych i kosztów operacyjnych przetwarzanie osadów jest istotnym elementem, a gospodarowanie odpadami stałymi i ich przetwarzaniem pozostanie jedną z najbardziej podstawowych kwestii, przed którą stoją operatorzy.

### **Siła napędowa wdrażania**

Zapobieganie powstawaniu odpadów jest zasadą dyrektywy IED [98. Dyrektywa 2010/75/UE 2010] oraz dyrektywy ramowej w sprawie odpadów [39. WFD 98/WE 2008].

### **Przykładowe zakłady**

W Niemczech wykorzystanie beczek zostało maksymalnie zredukowane.

### **Literatura źródłowa**

[9. UK EA 2001], [10. Babbie Group Ltd 2002], [11. WT TWG 2003], [18. WT TWG 2004], [19. WT TWG 2004]

## **2.3.13 Techniki zapobiegające lub ograniczające negatywny wpływ wypadków i incydentów na środowisko**

### **2.3.13.1 Ogólne techniki zapobiegające lub ograniczające negatywny wpływ wypadków i incydentów na środowisko**

#### **Opis**

Zarządzanie oraz środki techniczne które są podejmowane celem zapobiegania awariom mogącym mieć wpływ na środowisko naturalne, oraz celem ograniczenia konsekwencji takich awarii.

#### **Szczegóły techniczne**

Środki te obejmują:

#### Plan zarządzania wypadkami

Usystematyzowany plan zarządzania wypadkami obejmuje następujące elementy:

---

- Identyfikację zagrożeń dla środowiska stwarzanych przez zakład. Szczególne obszary, które należy uwzględnić, mogą obejmować: rodzaje odpadów, przepełnianie zbiorników, awarie instalacji i/lub urządzeń (np. naciśnięcie w zbiornikach i rurociągach, zablokowane odpływy), brak zabezpieczeń (np. obwałowania i/lub studzienki zabezpieczające przed przepełnieniem), zapobieganie nieuporządkowanym wyciekom wody gaśniczej, zapobieganie instalowaniu niewłaściwych połączeń w kanalizacji lub innych systemach, zapobieganie kontaktowi substancji niezgodnych, zapobieganie niepożądanym reakcjom i/lub niekontrolowanym uwolnieniom, zapobieganie uwolnieniom ścieków przed odpowiednim sprawdzeniem ich składu, zapobieganie aktom wandalizmu/podpalenia, uwzględnianie ekstremalnych warunków pogodowych, np. zalewanie, bardzo silne wiatry.
- Ocenę wszelkiego ryzyka (zagrożenie pomnożone przez prawdopodobieństwo) zaistnienia wypadków oraz ich możliwych konsekwencji. Po zidentyfikowaniu zagrożeń, proces oceny ryzyka można postrzegać jako odpowiedź na sześć podstawowych pytań:
  - Jakie jest szacowane prawdopodobieństwo ich wystąpienia? (źródło, częstotliwość);
  - Co może zostać wyemitowane i ile? (ocena ryzyka zdarzenia);
  - Dokąd to prowadzi? (przewidywania dotyczące emisji - jakie mogą być kierunki rozchodzenia się emisji i kto/co może być na nie narażony?);
  - Jakie są konsekwencje? (ocena skutków – konsekwencji narażenia na działanie; kontynuacja punktu powyżej);
  - Jakie jest ogólne ryzyko? (określenie ogólnego ryzyka i jego znaczenia dla środowiska);
  - Co można zrobić, aby zapobiec lub zmniejszyć ryzyko? (zarządzanie ryzykiem - środki mające na celu zapobieganie wypadkom i/lub zmniejszenie ich skutków dla środowiska).

Identyfikację zagrożeń pożarowych, które mogą być stwarzane na przykład przez:

- podpalenie lub wandalizm;
- samozapłon (np. w wyniku utleniania chemicznego);
- awarię instalacji lub sprzętu oraz inne usterki elektryczne;
- nieosłonięte żarówki i wyrzucone materiały palne;
- tzw. prace gorące (np. spawanie lub cięcie), grzejniki przemysłowe oraz gorące spaliny;
- reakcje pomiędzy niekompatybilnymi materiałami;
- sąsiadujące aktywności w zakładzie;
- iskry powstałe podczas ładowania pojemników;
- gorące ładunki zdeponowane na terenie zakładu.

Stopień szczegółowości i rodzaj oceny będzie zależał od charakterystyki zakładu i jego lokalizacji. Główne czynniki brane pod uwagę to:

- skala i charakter zagrożenia wypadkowego, jakie stwarza zakład i jego działalność;
- zagrożenia dla ludzi oraz środowiska (narażenia);
- charakter zakładu oraz złożoność działań a także względna trudność w podejmowaniu decyzji i uzasadnianiu adekwatności stosowanych metod kontroli ryzyka.

- Określenie ról i obowiązków personelu zaangażowanego w zarządzanie wypadkami. Wraz z tym dostępne powinny być jasne wskazówki, w jaki sposób należy zarządzać każdym scenariuszem wypadku; na przykład ograniczanie lub rozproszenie, gaszenie pożarów lub pozwalanie im się wypalić.
- Ustanowienie dróg łączności z właściwymi organami i służbami ratunkowymi zarówno przed jak i po wypadku. Procedury powypadkowe obejmują ocenę ewentualnych szkód, które mogły zostać spowodowane wypadkiem, oraz działania naprawcze, które należy podjąć.
- Wprowadzenie procedur awaryjnych, w tym procedur bezpiecznego wyłączenia i ewakuacji.



- Wyznaczenie jednego pracownika zakładu jako koordynatora ds. sytuacji kryzysowych celem przejęcia odpowiedzialności za wdrożenie planu. Ważne jest, aby zakład oferował swoim pracownikom szkolenia w zakresie efektywnego i bezpiecznego wykonywania ich obowiązków, tak aby wiedzieli, jak reagować na sytuację kryzysową.

### System zbierania i oceny informacji o zdarzeniach

Celem zapobiegania ponownemu wystąpieniu zdarzeń, które mogą prowadzić do wypadku, można podjąć następujące kroki:

- Prowadzenie aktualnego dziennika zakładu celem rejestrowania wszelkich wypadków, incydentów, zdarzeń potencjalnie wypadkowych, zmian w procedurach, zdarzeń nadzwyczajnych oraz wyników kontroli serwisowych. Nieszczelności, wycieki oraz wypadki mogą być rejestrowane w dzienniku zakładowym. Incydenty i reakcje na nie są następnie dostępne do celów oszacowania podlegających zgłoszeniu uwolnień w sprawozdaniu rocznym.
- Ustanowienie procedur identyfikacji takich zdarzeń i wypadków, reagowania na nie i wyciągania wniosków z nich wynikających.

### Inwentarz

- Prowadzenie wykazu substancji (które są obecne lub mogą być obecne) mogących mieć wpływ na środowisko w przypadku ich niekontrolowanej ucieczki. Nie należy zapominać, że wiele pozornie niewinnych substancji może być szkodliwych dla środowiska, jeśli uciekną (na przykład zbiornik z mlekiem wylanym do cieku wodnego może zniszczyć jego ekosystem). (Wykaz ten dotyczy również identyfikowalności, zob. sekcja 2.3.2.5).

### Kompatybilność

- Posiadanie procedur sprawdzania surowców i odpadów celem zapewnienia/sprawdzenia ich zgodności z innymi substancjami, z którymi mogą przypadkowo wejść w kontakt (zob. sekcja 2.3.2.8).
- Separacja odpadów i substancji niekompatybilnych zgodnie z ich potencjałem zagrożenia. Odpady niezgodne muszą być odseparowane lub przechowywane w dedykowanych budynkach. Minimalne wymagania dotyczą grodzenia oraz oddzielnego odbioru ścieków. Należy również wprowadzić środki zapobiegające opróżnianiu pojemników w nieodpowiednich miejscach magazynowania.

### Emisje w razie wypadku

- Zapewnienie, aby wody z procesów, wody wykorzystywane do odprowadzania ścieków, wody do celów gaszenia pożarów, wody skażone chemicznie oraz wycieki substancji chemicznych były, w stosownych przypadkach, ograniczane i, w razie konieczności, kierowane do systemu odprowadzania ścieków, z uwzględnieniem możliwości ograniczenia przepływów wód opadowych i burzowych. Aby to osiągnąć, należy zapewnić wystarczającą pojemność magazynową tzw. buforów. Zdolność ta jest definiowana przy użyciu podejścia opartego na ryzyku (np. z uwzględnieniem charakteru zanieczyszczeń, skutków ich uzdatniania oraz środowiska przyjmującego). Zrzut ścieków z magazynu buforowego jest możliwy tylko po podjęciu odpowiednich środków (np. kontrola, oczyszczanie, ponowne wykorzystanie).
- Należy również wprowadzić procedury awaryjne dotyczące wycieków, aby zminimalizować ryzyko przypadkowej emisji surowców, produktów i odpadów oraz zapobiec ich przedostawaniu się do wód (np. gruntowych). Awaryjny system zbierania wody gaśniczej powinien uwzględniać dodatkowe ilości wody gaśniczej lub pianek gaśniczych. Mogą być potrzebne dodatkowe zbiorniki do awaryjnego przechowywania, aby zapobiec przedostaniu się zanieczyszczonej wody gaśniczej do otoczenia (zobacz 2.3.7).
- Rozważenie, a w razie potrzeby, zaplanowanie możliwości powstrzymania lub zmniejszenia przypadkowych emisji z otworów wentylacyjnych i zaworów bezpieczeństwa/membran urządzeń bezpieczeństwa. W przypadku gdy może to być

niewskazane ze względów bezpieczeństwa, należy zwrócić uwagę na zmniejszenie prawdopodobieństwa emisji.

#### Bezpieczeństwo

- Posiadanie wystarczających środków bezpieczeństwa, w tym personelu, aby zapobiec aktom wandalizmu i niezamierzonym intruzom, którzy mogliby być narażeni na działanie szkodliwych substancji poprzez kontakt z odpadami, lub aby zapobiec uszkodzeniu sprzętu lub nielegalnemu magazynowaniu. Większość obiektów korzysta z kombinacji ochrony, całkowitego zamknięcia (zazwyczaj z ogrodzeniami), kontrolowanych punktów wejścia, odpowiedniego oświetlenia, odpowiednich znaków ostrzegawczych oraz całodobowego nadzoru. Zazwyczaj strażnicy obsługują również bramę, gdzie zapobiegają wjazdowi nieplanowanych ciężarówek oraz monitorują wstęp odwiedzających.

#### Ochrona przeciwpożarowa

- Posiadanie systemu ochrony przeciwpożarowej i przeciwybuchowej, zawierającego urządzenia do zapobiegania, wykrywania oraz gaszenia/zwalczania.
- Stosowanie odpowiednich procedur i przepisów dotyczących magazynowania niektórych rodzajów odpadów niebezpiecznych, na przykład automatyczne systemy alarmowe oraz, ewentualnie, zraszacze. Obiekt powinien być odpowiednio zaopatrzony w wodę do gaszenia pożarów oraz posiadać możliwość gromadzenia i przechowywania wody gaśniczej. Przechowywanie lub uzdatnianie wszelkich odpadów reagujących z wodą wymaga zastosowania alternatywnego systemu ochrony przeciwpożarowej.
- Izolacja systemów drenażowych miejsc magazynowania odpadów łatwopalnych celem zapobiegania rozprzestrzenianiu się ognia wzdłuż systemu drenażowego przez rozpuszczalniki lub inne łatwopalne węglowodory.

#### Inne środki ochrony

- Utrzymanie dobrego stanu obiektu poprzez odpowiedni program konserwacji, kontroli i testowania.
- Zapewnienie łatwego dostępu do wszelkich urządzeń pomiarowych i kontrolnych potrzebnych w sytuacjach awaryjnych (łatwego w obsłudze nawet w sytuacji stresu pracownika).
- Utrzymanie kontroli nad zakładem w sytuacjach awaryjnych, z uwzględnieniem wykorzystania alarmów, błędów ludzkich i innych aspektów kontroli, np. stosowanie systemów automatycznych opartych na sterowaniu mikroprocesorowym oraz kontroli zaworów lub odczytów poziomu zbiornika, takich jak wskaźniki ultradźwiękowe, ostrzeżenia wysokiego poziomu, kontrola parametrów danej działalności wraz z jej blokadą.
- Stosowanie technik, takich jak odpowiednie ogrodzenia, celem zapobiegania uszkodzeniom sprzętu spowodowanym ruchem pojazdów (zob. sekcja 2.3.13.3).
- Wprowadzenie procedur mających na celu uniknięcie incydentów wynikających ze słabej komunikacji pomiędzy pracownikami operacyjnymi podczas pracy w systemie zmianowym oraz po zakończeniu prac konserwacyjnych lub innych prac inżynierskich.
- W stosownych przypadkach, stosowanie urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w przestrzeniach zagrożonych wybuchem (dyrektywa 94/9/WE).

#### **Korzyści dla środowiska**

Najistotniejsze zagrożenia dla środowiska związane z przetwarzaniem odpadów wynikają z przechowywania odpadów niebezpiecznych, z emisji wynikających z odpadów reagujących ze sobą, z wycieków lub rozlewów, albo z procesów przetwarzania wymykających się spod kontroli.

Kombinacja niewłaściwego sprzętu oraz niewłaściwych procedur kontroli i konserwacji może również zwiększyć ryzyko wypadku, na przykład poprzez sytuacje przepełnienia zbiornika, w których wskaźniki poziomu mogą nie działać lub nie zostały prawidłowo skalibrowane.

#### **Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

System zbierania informacji o zdarzeniach (patrz opis techniczny) jest zazwyczaj systemem skomputeryzowanym.

### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Nie stwierdzono.

### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Wprowadzenie wystarczającej pojemności systemów magazynowania buforowego ma na ogół zastosowanie do nowych zakładów. W przypadku istniejących instalacji zastosowanie może być ograniczone przez dostępność miejsca oraz konfigurację systemu zbierania wody.

### **Siła napędowa wdrażania**

- Głównie czynniki zdrowotne oraz bezpieczeństwa (zmniejszenie wypadkowości).
- Ochrona majątku.

### **Przykładowe zakłady**

Techniki te to standardowe procedury stosowane we wszystkich zakładach unieszkodliwiania odpadów.

### **Literatura źródłowa**

[9. UK EA 2001], [10. Babbie Group Ltd 2002], [11. WT TWG 2003], [33. EPA Irlandia 2003], [14. Eucopro 2003], [17. Pretz i inni 2003], [18. WT TWG 2004], [19. WT TWG 2004]

### **2.3.13.2 Techniki ograniczające ryzyko środowiskowe związane z magazynowaniem odpadów**

Ponieważ większość technik związanych z magazynowaniem ujęta została w dokumencie referencyjnym BREF EFS (Emisje z magazynowania) [117. COM 2006], niniejsza sekcja obejmuje jedynie te techniki, które należy uwzględnić przy ustalaniu BAT w odniesieniu do działań związanych z magazynowaniem w zakładzie przetwarzania odpadów.

#### **Opis**

Projektowanie, zarządzanie oraz konserwacja urządzeń magazynowych i magazynów celem zapobiegania wyciekom, incydentom a także wypadkom.

#### **Szczegóły techniczne**

Techniki te obejmują:

#### Lokalizacja oraz zaprojektowanie obszarów magazynowania:

- a. Obszary magazynowania powinny być ulokowane:
  - tak daleko jak to jest technicznie oraz ekonomicznie możliwe od wrażliwych na odpady instalacji, cieków wodnych itp.;
  - w taki sposób, aby wyeliminować lub zminimalizować zbędną obsługę odpadów w zakładzie (np. te same odpady są transportowane dwukrotnie lub częściej, lub odległości transportowe w obiekcie są niepotrzebnie duże).
- b. Infrastruktura drenażowa składowisk powinna zawierać systemy odprowadzające wszelkie możliwe zanieczyszczone ścieki, zapobiegać kontaktowi niekompatybilnych odpadów oraz gwarantować, że pożar nie będzie się rozprzestrzeniał (zob. również dokument referencyjny EFS [99. COM 2006]).
- c. Zbiorniki magazynowe mają znajdować się na nieprzepuszczalnej nawierzchni, która jest odporna na magazynowany materiał, z niezależnym systemem drenażu zapobiegającym przedostawaniu się wycieków do systemów magazynowych lub ucieczce z miejsca magazynowania. Zbiorniki magazynowe mają być konstruktywnie szczelne.
- d. Gromadzenie się osadu i powstawanie piany w zbiornikach ma być kontrolowane, na przykład poprzez regularne odsysanie osadu oraz stosowanie środków przeciwpieniących.
- e. Zbiorniki magazynowe i przetwarzające mają być wyposażone w automatyczny system monitorowania poziomu i powiązany z nim system alarmowy. Systemy te mają być

- wystarczająco wytrzymałe (np. zdolne do pracy w przypadku występowania osadów i piany) oraz regularnie konserwowane.
- f. Wszystkie połączenia ze zbiornikami, cysternami oraz zabezpieczeniami przed niepożądanym wyciekami mają być zamykane za pomocą odpowiednich zaworów.
  - g. Systemy przelewowe mają być kierowane do zamkniętego systemu drenażowego (np. odpowiednich systemów ochrony przed wyciekami) (patrz dokument referencyjny BREF EFS [99. COM 2006]) lub do innego zbiornika, pod warunkiem zastosowania odpowiednich środków kontroli.
  - h. Grubość cystern i zbiorników, powierzchnia magazynowa oraz projekt konstrukcji powinny być zatwierdzone przez niezależnego eksperta. Walidacja ta ma być przeprowadzana rutynowo oraz rejestrowana. W przypadku gdy dany środek zabezpieczenia uznaje się za niewystarczający, odpady nie będą magazynowane w tym zbiorniku, cysternie lub miejscu magazynowania.

#### Pojemność magazynowa (składowiska)

Pojemność magazynowa musi być dostosowana i zgodna z wydajnością procesu przetwarzania. Podejmowane są następujące środki mające na celu uniknięcie magazynowania/kumulowania się odpadów:

- Planowanie przyjęcia odpadów.
- Maksymalna pojemność magazynowa powinna być wyraźnie określona i nie może być przekraczana, biorąc pod uwagę charakterystykę odpadów, np. w odniesieniu do ryzyka pożaru oraz zdolności ich przetwarzania.
- Ilość magazynowanych odpadów jest regularnie monitorowana pod względem ich dopuszczalnej maksymalnej pojemności.
- Maksymalny czas magazynowania odpadów jest wyraźnie określony. Odpady są przetwarzane na składowisku lub usuwane z niego jak najszybciej, najlepiej w ciągu jednego miesiąca od ich otrzymania, a maksymalnie w ciągu sześciu miesięcy. Ma to zastosowanie nawet wtedy, gdy odpady mogą być wykorzystywane jako reagent. [29. Podgrupa PCT 2015]

#### Bezpieczne operacje magazynowania

Ogólne techniki związane z warunkami bezpiecznego magazynowania opisano w dokumencie referencyjnym BREF EFS [99. COM 2006]. Szczególne techniki związane z warunkami bezpiecznego magazynowania odpadów obejmują następujące elementy:

- a. Istnieją systemy gwarantujące, że załadunek, rozładunek i magazynowanie będą bezpieczne, biorąc pod uwagę wszelkie związane z tym zagrożenia. Może to obejmować schematy rurociągów i oprzyrządowania, systemy zgłoszenia, systemy zamykanych złączy, kolorowe oznaczenia kodowe, podłączenia i węże, stosowanie specjalnych rozmiarów złączy oraz węży.
- b. Sporządza się i aktualizuje plan obiektu, który identyfikuje wszystkie cysterny, zbiorniki, magazyny, obwałowania oraz stosowany drenaż na terenie zakładu. Wszystkie pojemniki są odpowiednio oznakowane zgodnie z wymogami dotyczącymi odbioru (niepowtarzalny numer referencyjny systemu śledzenia, data przybycia na miejsce i co najmniej podstawowy kod zagrożenia). Pojemniki są przenoszone i przechowywane w taki sposób, aby etykieta była dobrze widoczna i czytelna. Wykaz odpadów (zob. sekcja 2.3.2.5) jest łatwo dostępny.
- c. Obszary magazynowania odpadów niebezpiecznych są wyraźnie oznaczone i opisane pod względem ilości i właściwości niebezpiecznych odpadów w nich magazynowanych. Co do zasady nie stosuje się otwartych zbiorników, cystern ani wykopów do magazynowania lub przetwarzania odpadów niebezpiecznych lub płynnych.
- d. Podczas magazynowania lub obsługi materiałów łatwopalnych, szczególną uwagę zwraca się na uniknięcie gromadzenia się ładunków elektrostatycznych. Wprowadza się wykrywanie nieszczelności i alarmy (np. alarmy LZO) oraz automatyczne urządzenia przeciwpożarowe.

- e. Wszystkie rury, węże, połączenia, złącza, przewody przesyłowe itp. muszą nadawać się do przeznaczonego im zastosowania i być odporne na działanie magazynowanych odpadów. Stosowany jest odpowiedni system kodowania rurociągów (np. kodowanie różnymi kolorami według europejskiego standardu RAL).
- f. Niekompatybilność chemiczna oraz bezpieczne odległości magazynowania (np. podane w normach magazynowania chemikaliów) mają prowadzić do segregacji i separacji wymaganej podczas magazynowania. Dotyczy to również chemikaliów laboratoryjnych, w przypadku których substancje niezgodne nie mogą być przechowywane w tym samym pojemniku.
- g. Aerosole mają być przechowywane pod przykryciem w zamkniętych pojemnikach lub skrzyniach.
- h. Załadunek i rozładunek mają być nadzorowane przez personel zakładu bezpośrednio lub za pośrednictwem telewizji przemysłowej CCTV.
- i. Stosowane mają być tylko dobrze utrzymane i dostosowane złącza, które będą w stanie wytrzymać maksymalne ciśnienie zamknięcia zaworu pompy przesyłowej.
- j. Dostęp dla pojazdów (np. wózka widłowego) lub pieszych do całej powierzchni magazynowej jest w każdej chwili możliwy, co pozwala na przenoszenie pojemników bez konieczności przemieszczania innych, z wyjątkiem beczek w tym samym rzędzie.
- k. Substancje znane jako wrażliwe na ciepło, światło, powietrze i wodę mają być chronione przed takimi warunkami otoczenia. Niniejsze przepisy dotyczące magazynowania mają zastosowanie do każdego pojemnika przechowywanego w magazynie ogólnym, magazynie przyjęć (w oczekiwaniu na przyjęcie) lub kwarantannie, lub który jest opróżniany, przepakowywany lub w inny sposób obsługiwany.
  - l. Beczki i inne przenośne pojemniki mają być przemieszczane pomiędzy różnymi miejscami (lub ładowane w celu ich usunięcia poza teren zakładu) zgodnie z pisemnymi procedurami. System śledzenia odpadów (zob. sekcja 2.3.2.5) ma odzwierciedlać te operacje.
  - m. Pojemniki i beczki mają być magazynowane stabilnie i pionowo na paletach i nie układane w stosy na wysokość większą niż dwa. Dostęp do wglądu z każdej strony powinien być zachowany.
  - n. Pojemniki mają być odpowiednie do ich przeznaczenia, nieuszkodzone, nieskorodowane, szczelne i posiadać ważny termin przydatności do użycia określony przez producenta (szczególnie w przypadku pojemników z tworzyw sztucznych). Kapturki, zawory, zatyczki itp. mają być obecne i zamknięte. Pojemniki i palety, na których mogą być magazynowane, mają być codziennie sprawdzane, a niezgodności rejestrowane. Pojemniki niespełniające wymagań mają być zabezpieczone przed użyciem. Wszelkie niewłaściwie, źle oznakowane lub nieoznakowane pojemniki mają być niezwłocznie i odpowiednio zagospodarowane (np. ponowne oznakowanie, beczki nie do użycia, przeniesienie zawartości pojemnika).
  - o. Pojemniki, cysterny i zbiorniki nie będą wykorzystywane po upływie określonego okresu ich eksploatacji lub wykorzystywane w sposób lub w odniesieniu do substancji, dla których nie zostały zaprojektowane.
  - p. Przekroczenie temperatury zapłonu (np. poniżej 21 °C) będzie zabezpieczane (np. azotem).

### Opakowane odpady niebezpieczne

- a. Będą korzystały ze specjalnego obszaru/magazynu wyposażonego we wszystkie niezbędne środki związane ze szczególnym ryzykiem związanym z sortowaniem i ogólnie postępowaniem z opakowanymi odpadami niebezpiecznymi lub podobnymi. Odpady te będą sortowane zgodnie z klasyfikacją zagrożeń, z należyтым uwzględnieniem ewentualnych problemów związanych z niekompatybilnością, a następnie przepakowywane. Potem będą one przenoszone do odpowiedniego magazynu.
- b. W przypadku, gdy odpady laboratoryjne będą dekantowane do większych pojemników, przeprowadzane to będzie w zamkniętym budynku z systemem wentylacyjnym i uzdatnianiem powietrza odlotowego wraz z systemem obwałowania bez drenażu.

- c. W posiadaniu ma być mała jednostka przelewająca, która została zaprojektowana w taki sposób, aby umożliwić przelanie małych ilości odpadów laboratoryjnych przeznaczonych do dekantacji, do 205-litrowych beczek, przed ich unieszkodliwieniem w oczyszczalni. W tym celu wykorzystywany jest okap umieszczony nad beczką, który jest połączony z układem odprowadzania powietrza oraz filtrem z węglem aktywnym. System nie musi być szczelny, ponieważ operator ma być w stanie opróżnić butelki do beczki, ale może stanowić prosty system szacowania ilości uwolnień do atmosfery podczas dekantacji substancji, przy minimalnych kosztach.
- d. Sortowanie odpadów laboratoryjnych u źródła, aby ich ponowne otwarcie było niepotrzebne.
- e. Stworzenie oraz stosowanie pisemnych procedur segregacji i pakowania odpadów laboratoryjnych. Wykwalifikowany chemik/osoba obecna na terenie zakładu producenta/posiadacza odpadów może pomóc w sprawdzeniu odpadów laboratoryjnych, sklasyfikowaniu substancji i odpowiednim zapakowaniu beczek do przeznaczonych dla nich kontenerów.

#### **Korzyści dla środowiska**

Korzyści dla środowiska niniejszej techniki obejmują:

- zmniejszenie emisji ulotnych (np. LZO, odorów, pyłu) oraz ryzyka wycieków;
- zmniejszenie ilości potencjalnie skażonej wody, która może powstać w przypadku jakiegokolwiek wycieku;
- zapobieganie incydentom wynikającym z reakcji substancji niezgodnych oraz eskalacji w przypadku wystąpienia incydentu.

#### **Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Niektóre z powyższych technik odnoszą się do systemu zarządzania jakością (QMS).

#### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Brak.

#### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Oznaczenie wszystkich zaworów identyfikatorem, który jest następnie pokazywany na schemacie procesu i oprzyrządowania, nie jest powszechną praktyką, nawet w przemyśle chemicznym. Wybór miejsca magazynowania dotyczy wyłącznie nowych instalacji.

#### **Ekonomika**

Nie dostarczono danych.

#### **Siła napędowa wdrażania**

Zapobieganie wypadkom.

#### **Przykładowe zakłady**

Wiele przykładów zastosowań w ramach sektora unieszkodliwiania odpadów.

#### **Literatura źródłowa**

[89. Eklund i inni 1997], [4. Viscolube 2002], [85. Scori 2002], [9. UK EA 2001], [10. Babbie Group Ltd 2002], [11. WT TWG 2003], [33. EPA Irlandia 2003], [13. Schmidt i inni 2002], [14. Eucopro 2003], [17. Pretz i inni 2003], [18. WT TWG 2004], [19. WT TWG 2004], [51. WT TWG 2005], [101. Podgrupa mech. 2014], [99. COM 2006], [29. Podgrupa PCT 2015], [49. Podgrupa bio. 2014]

### **2.3.13.3 Techniki zmniejszania ryzyka środowiskowego związanego z obsługą oraz transferem odpadów**

#### **Opis**

Procedury obchodzenia się z odpadami i ich transport celem zapewnienia bezpiecznego obchodzenia się z nimi i ich przekazywania na odpowiednie składowisko lub do przetworzenia.

#### **Szczegóły techniczne**

Postępowanie z odpadami oraz ich transfer i wyładunek powinny być należycie udokumentowane, zatwierdzone przed wykonaniem oraz zweryfikowane po wykonaniu. Niektóre ze stosowanych technik obejmują:

- Zapewnienie, że transfer z cysterny do beczki (lub odwrotnie) wykorzystuje co najmniej dwie osoby do sprawdzania rur i zaworów przez cały czas.
- Zapewnienie, że transfery odbywają się wyłącznie po zakończeniu testów zgodności (zob. sekcja 2.3.2.8), a następnie wyłącznie za zgodą odpowiedniego kierownika. Zezwolenie ma określać, która partia/ładunek materiału ma być przetransferowana i do którego zbiornika, wymagane wyposażenie, w tym urządzenia do kontroli i odzysku wycieków oraz wszelkie przepisy szczególne odnoszące się do tej partii/ładunku.
- Posiadanie systemów zapobiegających "odjechaniu cysterny", tzn. odjechaniu pojazdu, gdy jest on jeszcze sprzężony z systemem.
- Zapewnienie, że procesy związane z obsługą i transferem będą przeprowadzane wyłącznie przez kompetentny personel i z odpowiednią ilością czasu, tak aby nie wywierać presji na pracę szybszą, niż uznana za dopuszczalną.
- Wprowadzenie środków zapewniających prawidłowe dopasowanie połączeń; zapobieganie to poluzowaniu lub zerwaniu połączenia. Kwestie związane z odpowiednim podłączeniem obejmują:
  - Instalację dostarczającą i konserwującą węże która może pomóc zagwarantować integralność oraz sprawność połączenia.
  - Zapewnienie zachowania szczególnej ostrożności, aby złącze było w stanie wytrzymać maksymalne ciśnienie na zaworze odcinającym pompy przesyłowej; w przeciwnym razie może dojść do poważnego wypadku.
  - Ochrona węża przesyłowego może być zbędna w miejscach, gdzie przesyłanie odbywa się grawitacyjnie. Wciąż jednak ważne jest utrzymanie alarmu dźwiękowego na każdym końcu węża przesyłowego.
    - Zapobieganie potencjalnym wyciekom spowodowanym przez urządzenia sprzęgające za pomocą dość prostych systemów, takich jak wanienki ściekowe, lub wyznaczenie linii transferu w obszarze systemu obwałowań. Woda deszczowa spadająca na resztę obszaru obwałowanego ma wpadać do studzienki i, jeśli nie jest zanieczyszczona, może być pompowana do punktów przechwytywania i odprowadzania deszczówki. Obszary obwałowane mają być kontrolowane, konserwowane oraz czyszczone. Zanieczyszczenie odprowadzanych wód może wystąpić, ale jest minimalizowane dzięki odpowiedniemu projektowi instalacji oraz zarządzaniu nią.
    - Praktyki porządkowe wymagające stałej uwagi oraz utrzymywania obszaru w czystości.
- Zapewnienie rutynowej konserwacji, tak aby nie dochodziło do poważniejszych wypadków spowodowanych awarią instalacji lub urządzeń. Może to obejmować awarię uszczelnienia pompy lub zablokowanie kosza filtrującego powszechnie stosowanego w punktach transferu.
- Posiadanie awaryjnego magazynu dla nieszczelnych pojazdów, aby zminimalizować wszelkie incydenty związane z awarią uszczelnienia cysterny drogowej.
- Posiadanie środków zapewniających, że odpady zostaną odprowadzone do właściwego punktu przekazania, a następnie przekazane do właściwego punktu magazynowania, np. za pomocą zamykanego zaworu odcinającego zamontowanego na złączu ładunkowym, który jest zablokowany w okresach, gdy punkty rozładunkowe nie są nadzorowane.
- Posiadanie systemów i procedur zapewniających, że odpady przeznaczone do przekazania będą pakowane i transportowane zgodnie z przepisami dotyczącymi bezpiecznego przewozu towarów niebezpiecznych.
- Ciągły system śledzenia odpadów, który rozpoczyna się na etapie poprzedzającym przyjęcie, poprzez przyjęcie, oraz przez cały okres przechowywania odpadów na terenie zakładu (zob. sekcja 2.3.2.5).

- Zapisywanie w dzienniku zakładu wszelkich małych wycieków. Rozlany materiał musi być zatrzymywany w obrębie obszarów obwałowanych, a następnie zebrany przy użyciu absorbentów. Jeśli tego nie zrobimy, rozlany materiał opuści obszar zakładu poprzez systemy odprowadzania wody deszczowej lub może spowodować emisje ulotne (np. LZO).
- Zapewnienie, że cysterny nie będą wykorzystywane jako zbiorniki reakcyjne, ponieważ nie jest to ich przeznaczenie.
- Mieszanie przez gromadzenie w zbiornikach może mieć miejsce dopiero po przeprowadzeniu odpowiedniej weryfikacji oraz testów zgodności.
- Podejmowanie środków ostrożności w zakresie planowania oraz przeprowadzania operacji mieszania lub łączenia odpadów, w zależności od ich składu i konsystencji (np. odpylanie odpadów pyłących/zawierających proszki).
- Szkolenie operatorów wózków widłowych w zakresie transportu towarów na paletach, w celu zminimalizowania ryzyka uszkodzenia przez wózek widłowy beczek z odpadami.
- Stosowanie pomp rotacyjnych wyposażonych w układ regulacji ciśnienia oraz zawór bezpieczeństwa.
- Stosowanie pompowania osadów zamiast przepływu swobodnego.
- Utrzymanie pojemnika w stanie zamkniętym/uszczelnionym na tyle, na ile to możliwe.
- Przekazywanie odpadów z pojemników do zbiorników magazynowych za pomocą rury zanurzonej w pojemniku.
- Podczas tankowania do cystern, wykorzystywanie linii przesyłowej podłączonej do urządzeń redukcji emisji.
- Operowanie beczkami za pomocą środków mechanicznych, np. wózka widłowego z uchwytem do beczek.
- Zabezpieczenie beczek folią termokurczliwą.
- Przeprowadzanie mieszania, przetwarzania lub przepakowywania odpadów w wyznaczonym miejscu, z dala od miejsc magazynowania.
- Nie wykonywanie czynności, które stanowią wyraźne zagrożenie pożarowe w obrębie magazynu. Przykłady obejmują szlifowanie, spawanie lub lutowanie metalu, palenie

tytoniu, parkowanie zwykłych pojazdów drogowych z wyjątkiem rozładunku oraz ładowanie akumulatorów wózków widłowych.

### **Korzyści dla środowiska**

Korzyści dla środowiska wynikające z tej techniki obejmują zapobieganie nieoczekiwanym uwolnieniom lub reakcjom oraz związany z nimi emisjom.

### **Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Większość zakładów posiada pełne betonowe podłoże, z odprowadzeniem do wewnętrznych systemów odwadniających prowadzących do zbiorników magazynowych lub kolektorów zbierających wodę deszczową oraz wszelkie wycieki. Kolektory z przelewem do kanalizacji zazwyczaj posiadają automatyczne systemy monitorowania, takie jak kontrola pH, mogące zatrzymać przelew.

### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Brak.

### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Systemy i procedury dostosowane są do charakterystyki odpadów (np. płynnych, stałych). Procedury obsługi i transferu oparte są na analizie ryzyka z uwzględnieniem prawdopodobieństwa wystąpienia wypadków i incydentów oraz ich wpływu na środowisko naturalne.

### **Ekonomika**

Nie dostarczono danych.

### **Siła napędowa wdrażania**

Przepisy dotyczące bezpiecznego przewozu towarów niebezpiecznych.



### Przykładowe zakłady

Większe stacje transferu rozpuszczalników redukują straty w pojemności związane z załadunkiem i wyładunkiem cystern oraz beczek za pomocą systemów równoważących lub systemów odzysku LZO. Wiele zakładów obróbki chemicznej oraz składowisk rozpuszczalników posiada urządzenia do redukcji zanieczyszczeń w celu zminimalizowania emisji kwasów i LZO.

Zakłady składujące odpady organiczne z zawartością rozpuszczalnika mają tendencję do wykorzystywania systemu filtrów węglowych do kontroli emisji zanieczyszczeń do atmosfery.

### Literatura źródłowa

[67. Agencja ds. Ochrony Środowiska Wlk. Brytanii 1996], [85. Scori 2002], [9. UK EA 2001], [10. Babbie Group Ltd 2002], [11. WT TWG 2003], [33. EPA Irlandia 2003], [14. Eucopro 2003], [18. WT TWG 2004], [19. WT TWG 2004], [51. WT TWG 2005], [38. UBA Niemcy 2012]

## 2.3.14 Techniki likwidacji zakładu

### Opis

Zestaw środków organizacyjnych oraz technicznych, które należy podjąć przez cały okres eksploatacji zakładu w celu optymalizacji jego likwidacji i zmniejszenia wszelkich związanych z tym skutków dla środowiska.

### Szczegóły techniczne

Technika obejmuje:

- Uwzględnienie likwidacji na etapie projektowania, a tym samym opracowanie odpowiednich planów minimalizacji ryzyka podczas późniejszej likwidacji zakładu.
- W przypadku istniejących zakładów, w których zidentyfikowano potencjalne problemy, wprowadzenie programu ulepszeń projektowych. Ulepszenia te obejmują:
  - unikanie budowy podziemnych zbiorników i rurociągów; jeżeli ich wymiana nie jest ekonomicznie możliwa, mają być chronione przez dodatkowy system ochrony lub odpowiedni program monitorujący;
  - przewidziane opróżnianie i czyszczenie zbiorników i rurociągów przed ich demontażem;
  - zalewiska i wysypiska projektowane z myślą o ich ewentualnym oczyszczaniu;
  - izolację, którą można łatwo zdemontować bez powstania kurzu lub zagrożenia;
  - wszelkie użyte materiały będą nadawać się do recyklingu (z uwzględnieniem celów operacyjnych lub innych celów środowiskowych).
- Opracowanie planu likwidacji zakładu celem wykazania, że w obecnym stanie może on zostać zlikwidowany z uniknięciem ryzyka zanieczyszczenia oraz przywrócenia zadowalającego stanu miejsca w którym działał. Plan jest aktualizowany w miarę pojawiania się istotnych zmian. Jednak nawet na wczesnym etapie plan likwidacji może zawierać szczegółowe informacje na temat:
  - usunięcia lub wypłukania rurociągów i zbiorników, oraz ich całkowitego opróżnienia z potencjalnie szkodliwych treści;
  - planów obejmujących wszystkie podziemne rury i zbiorniki;
  - metod oraz zasobów niezbędnych do oczyszczenia zalewisk;
  - metod likwidacji wszelkich składowisk odpadów na terenie zakładu;
  - usuwania azbestu lub innych potencjalnie szkodliwych materiałów, chyba że uzgodniono, że pozostawienie takich zobowiązań przyszłym właścicielom jest uzasadnione;
  - sposobu demontażu budynków i innych budowli, w celu ochrony wód powierzchniowych i gruntowych w miejscu rozbiórki;
  - badania gleby wymaganej do ustalenia stopnia jej zanieczyszczenia spowodowanego przez działalność prowadzoną na terenie zakładu oraz dane na

- temat tego, co jest niezbędne do przywrócenia zadowalającego stanu terenu, określonego we wstępnym sprawozdaniu;
- proponowanych działań, po ostatecznym zaprzestaniu działalności, celem uniknięcia ryzyka zanieczyszczenia oraz przywrócenia zadowalającego stanu miejsca prowadzenia działalności (w tym, w stosownych przypadkach, działania odnoszące się do projektu i budowy zakładu);
  - usuwania zdeponowanych pozostałości, odpadów oraz wszelkich zanieczyszczeń wynikających z działalności związanej z przetwarzaniem odpadów.
- Zapewnienie, że sprzęt wycofany z eksploatacji zostanie odkażony i usunięty z terenu zakładu.

**Korzyści dla środowiska**

Zapobieganie problemom środowiskowym podczas likwidacji zakładu.

**Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Nie dostarczono danych.

**Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Brak.

**Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Wymienione tu techniki mają zastosowanie do całego okresu życia zakładu: fazy projektowania, budowy, działalności oraz likwidacji.

**Sila napędowa wdrażania**

Prawodawstwo w zakresie ochrony środowiska.

**Przykładowe zakłady**

Likwidacja całych zakładów lub ich części często ma miejsce w sektorze.

**Literatura źródłowa**

[\[9. UK EA 2001\]](#), [\[33. EPA Irlandia 2003\]](#), [\[18. WT TWG 2004\]](#)

### 3 MECHANICZNE PRZETWARZANIE ODPADÓW

Niniejszy rozdział obejmuje przetwarzanie w rozdrabniaczach odpadów metalowych, w tym zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego (WEEE) oraz pojazdów wycofanych z eksploatacji (EoLV) i ich części składowych (załącznik I do [98. Dyrektywa 2010/75/UE 2010]). Obejmuje również mechaniczne przetwarzanie w rozdrabniaczach WEEE zawierających czynniki chłodnicze oraz mechaniczne przetwarzanie odpadów stałych o wartości opałowej.

#### 3.1 Mechaniczne przetwarzanie w rozdrabniaczach odpadów metalowych

[26. Podgrupa mech. 2014]

##### 3.1.1 Stosowane procesy oraz techniki

###### Cel oraz zasada działania

W rozdrabniaczach, poprzez rozdrabnianie i ścieranie, odpady wejściowe są rozdrabniane na mniejsze części. Przetwarzanie w rozdrabniaczach obejmuje obróbkę w zakładach takich jak młyny młotkowe, młyny łańcuchowe, zakłady wykorzystujące nożyce obrotowe i inne podobne urządzenia, które są przeznaczone do rozdrabniania metalu na mniejsze części w celu umożliwienia oddzielenia frakcji metalicznej i niemetalicznej. Nie obejmuje nożyc i gilotyn, które przetwarzają różne maszyny hydrauliczne, i które zawierają ostrza z twardej stali do cięcia metali na łatwe do opanowania rozmiary. Rozdrobnione komponenty są następnie oddzielane od siebie w kolejnym procesie sortowania. Duże elementy złomu mogą być również rozdrabniane.

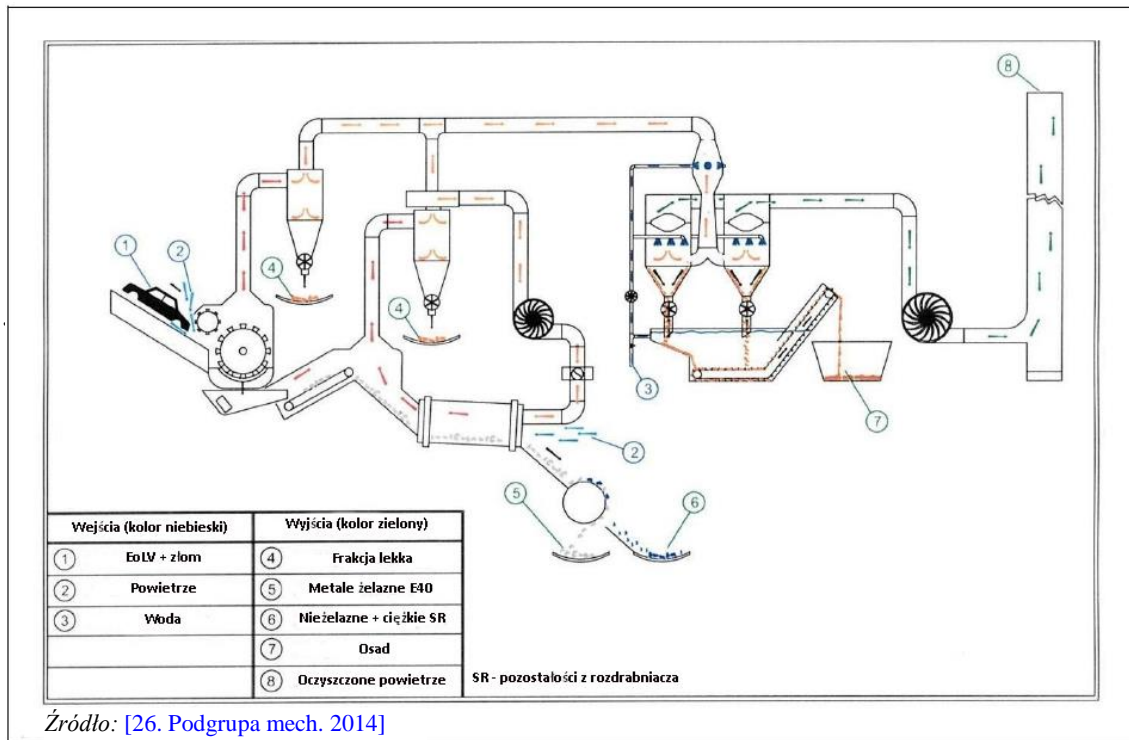
Głównym produktem wyjściowym jest wysokiej jakości złom stalowy o dużej gęstości, wysokim stopniu czystości i przeważnie jednorodnych wymiarach. Złom stalowy z rozdrabniacza może być wykorzystywany bezpośrednio w hutach do produkcji stali. Drugą frakcją końcową są rozdrobnione frakcje nieżelazne, zawierające inne produkty metaliczne oraz pozostałości po rozdrabnianiu. Takie frakcje oraz pozostałości mogą być dalej przetwarzane celem odzyskania jak największej ilości materiału i zminimalizowania ilości odpadów kierowanych do utylizacji.

###### Opis procesu

Główne etapy procesu rozdrabniania to:

1. dostawa, odbiór oraz akceptacja;
2. sortowanie oraz przetwarzanie wstępne;
3. rozdrabnianie;
4. procesy następujące po rozdrobnieniu w rozdrabniaczach;
5. techniki redukcji efektu "końca rury".

Ilustracja 3.1 przedstawia przykład rozdrabniacza z typowym wsadem (różne pojazdy wycofane z eksploatacji oraz złom) i wydajnością (rozdrabniacz frakcji lekkich i ciężkich).



#### adowy zakład rozdrabniający złom mieszany

Do sortowania i ładowania materiału można używać chwytaków, koparek lub ładowarek czołowych. Materiał wsadowy jest zazwyczaj podawany za pomocą dźwigu chwytakowego do przenośnika naziemnego, który podnosi materiał do zsypu podającego materiał do rozdrabniacza. Materiały wsadowe wpadają następnie grawitacyjnie do pojemnika rozdrabniacza. W skrzyni rozdrabniacza znajduje się ciężki, szybkoobrotowy rotor wyposażony w młotki, które tną materiał na kowadłach w skrzyni rozdrabniacza, a następnie napędzają cięte (rozdrobnione) materiały przez kraty kalibracyjne, aby dalej przetwarzać złom do pożądanego stanu wyjściowego, rozmiarów oraz masy.

Na rysunku 3.1 pierwszy etap uzdatniania powietrza przeprowadza się za pomocą cyklonu (kolor czerwony do pomarańczowego), a drugi etap za pomocą płuczki gazowej mokrej (kolor pomarańczowy do zielonego). Frakcja lekka z rozdrabniacza 4 oraz frakcja ciężka 6 są poddawane dalszej obróbce. Metale nieżelazne odzyskane w procesie rozdrabniania lub w zakładach położonych dalej w łańcuchu przetwarzania (np. w zakładach stosujących separację sedymentacyjno-flotacyjną) są ponownie wykorzystywane.

Zmieszane rozdrobnione materiały są następnie transportowane do różnych systemów separacji, które rozdzielają rozdrobnione materiały na strumień złomu żelaznego, mieszanego złomu nieżelaznego oraz pozostałości niemetalicznych. Pozostałości niemetalicznych materiałów są następnie przesyłane do innych zakładów celem ich dalszego wykorzystania lub przetworzenia, np. celem odzyskania energii w zakładach przetwarzania odpadów lub celem odzyskania materiału w zakładach stosujących tzw. technologie po rozdrabnianiu (post-shredder technology - PST), w tym recykling tworzyw sztucznych. Końcowe frakcje niemetaliczne, które nie posiadają rynku zbytu, mogą być również usuwane na składowiska odpadów.

Strumień żelaza jest materiałem gotowym do wykorzystania w hucie. Poszczególni operatorzy mogą zdecydować się na poprawę jakości mieszanych produktów nieżelaznych poprzez dalsze etapy separacji, na przykład separatory wiropędowe czy maszyny do wykrywania metali lub sortowania kolorów. Ta dalsza obróbka może być prowadzona od razu jako proces kolejnego rozdrabniania za urządzeniem głównym, ale zazwyczaj odbywa się poza linią produkcyjną w specjalnie do tego celu wybudowanych pomieszczeniach, a więc nie stanowi części zakładu rozdrabniającego. W związku z tym nie jest ona dalej omawiana w niniejszym dokumencie.

Alternatywnie, mieszane materiały nieżelazne mogą być separowane z wykorzystaniem różnicy w ciężarze właściwym poszczególnych składników, ale jest to zawsze całkowicie odrębny proces.

### Dostawa, odbiór i akceptacja.

Poprawa ekologiczności rozdrabniacza metalu może być osiągnięta na dwa główne sposoby: pierwszym jest kontrola materiału wyjściowego oraz emisji, drugim jest kontrola jakości i rodzaju materiału wsadowego dostarczanego do instalacji. Zasadniczo, to, co trafia do rozdrabniacza, z niego wyjdzie.

Niedopuszczalny jest złom, który zawiera zanieczyszczenia lub inne dodane niemetale, przedmioty ukryte, takie jak nieprzetworzone i nie opróżnione butle z gazem lub materiały zanieczyszczone, takie jak nieodkażone lub słabo odkażone pojazdy wycofane z eksploatacji (EoLV) lub WEEE oraz zanieczyszczone beczki. Z niezamierzonym przetwarzaniem tego typu złej jakości materiałów wiążą się istotne kwestie dotyczące środowiska, zdrowia oraz bezpieczeństwa.

Miejsce odbioru materiałów jest odpowiednio zaprojektowane i razem z pracującym w nim odpowiednio przeszkolonym personelem kontroluje odbiór oraz akceptację materiałów do dalszego przetwarzania; ustanowione są miejsca kwarantanny dla materiałów zakazanych, oczekujących pełnej kontroli, badania lub usunięcia.

Obszar dostawy w rozdrabniaczu przemysłowym składa się z odpowiednio dużego obszaru odbioru, który jest utwardzoną lub nieprzepuszczalną powierzchnią z platformą do ważenia (wagą pomostową) i odpowiednim biurem dla pracowników. Ciężar wszystkich strumieni wejściowych i wyjściowych materiałów rejestrowany jest na takiej wadze.

Obszar dostawy oferuje możliwość przeprowadzenia kontroli surowca do przyjęcia, zarówno pod względem handlowym, jak i prawnym w odniesieniu do odpadów, oraz dokonania preselekcji według wizualnie rozpoznawalnych kryteriów.

Kontrola wzrokowa może być przeprowadzona bezpośrednio na wadze lub podczas rozładunku w miejscu dostawy. Służy do wstępnej selekcji odpadów na główne grupy oraz wykrywania elementów zawierających szkodliwe substancje lub zanieczyszczenia. Ten obszar może być również wykorzystywany do ustalania ceny.

Wsad do rozdrabniacza dostarczany jest w kontenerach, na samochodach wywrotkach oraz na zwykłych samochodach ciężarowych zarejestrowanych do transportu odpadów. Miejsca posiadające przystanie wodne lub stacje kolejowe wykorzystują również statki lub pociągi do celów logistyki wejściowej/wyjściowej.

Obszar dostawy obejmuje również środki kontroli dostarczonych materiałów pod kątem zwiększonej radioaktywności. Pojazdy dostawcze (drogowe lub kolejowe) muszą przejeżdżać z bardzo małą prędkością przez monitorowanie promieniowania, aby zapewnić dokładny odczyt. Inną możliwością pomiaru radioaktywności są detektory dołączone do chwytaka, płyty magnetycznej lub ramienia urządzenia rozładunkowego. Technikę tę można zastosować na przykład przy rozładunku statków lub wagonów kolejowych. Więcej szczegółów na temat monitorowania radioaktywności oraz środków zaradczych podano w [\[102. UNECE 2006\]](#).

Po akceptacji materiał wsadowy do rozdrabniacza trafia do tymczasowego magazynu w obszarze dostawy.

Obszary do magazynowania, sortowania i dostarczania materiału składają się zazwyczaj z bezpiecznej otwartej przestrzeni, gdzie obowiązują przepisy dotyczące obszarów magazynowania (np. obszar magazynowania przychodzących towarów z oddzielnymi przestrzeniami na różne materiały wejściowe). W miejscach narażonych na duże obciążenia mechaniczne (np. sortowanie wstępne) powierzchnia jest często wzmacniana masywnymi płytami stalowymi. Magazyn jest utwardzoną powierzchnią nieprzepuszczalną dla wody z podłączeniem do systemu kanalizacyjnego zakładu celem uniknięcia niekontrolowanego wpływu zanieczyszczonej cieczy.

### Wstępne sortowanie i przetwarzanie

Sortowanie wstępne jest integralną częścią zarządzania zapasami. Celem jest wydzielenie zanieczyszczeń oraz ujednoczenie lub oddzielenie wybranych materiałów wsadowych, aby móc uzyskać jakość wymaganą przez klienta. Wstępne sortowanie może być wykonywane ręcznie lub mechanicznie (np. za pomocą chwytaka lub magnesu).

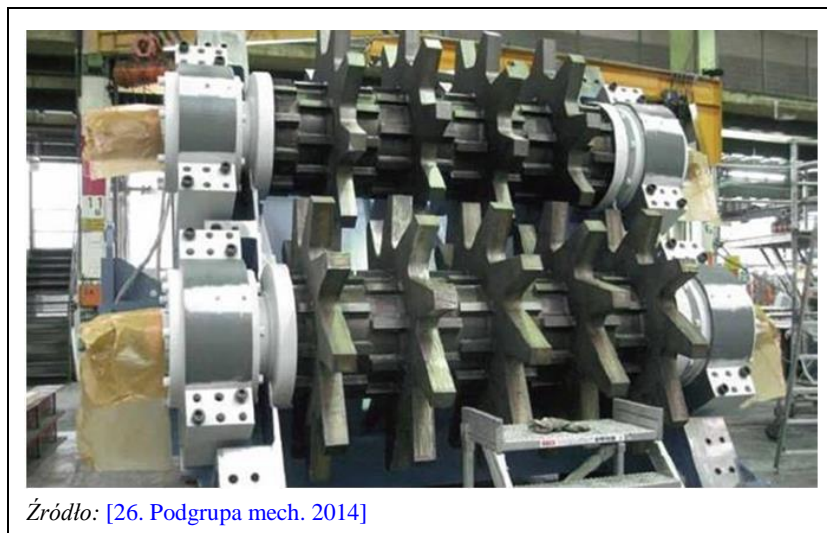
Sortowanie wstępne jest ważnym sposobem zwiększenia efektywności i wydajności instalacji, ujednoczenia wsadu materiałowego i zmniejszenia dodatkowych kosztów eksploatacji instalacji. Chroni również przed deflagracjami lub przedmiotami nie nadającymi się do rozdrobnienia.

Wsad do rozdrabniacza poddawany jest wstępnemu przetworzeniu przed wysłaniem go do rozdrabniacza. W praktyce mogą istnieć różne rodzaje obróbki wstępnej, w zależności od wymogów operacyjnych. Celem procesów wstępnego przetwarzania jest maksymalizacja wydajności instalacji, minimalizacja czasów przestoju rozdrabniacza oraz uzyskanie optymalnego składu materiału wejściowego z ekonomicznego punktu widzenia w odniesieniu do ilości i jakości strumieni wyjściowych.

Z wyjątkiem ciężkiego złomu, takiego jak części żeliwne oraz części wielkogabarytowe (tory kolejowe, profile stalowe i dźwigary), które zazwyczaj poddawane są odrębnej obróbce, większość rodzajów złomu może być rozdrabniana w zakładach rozdrabniających. Nawet złomowane samochody, które mogą stanowić znaczną część wsadu do rozdrabniacza, mogą być obsługiwane bez uprzedniej redukcji rozmiaru.

### Rozdrabnianie wstępne

Innym, znacznie bardziej skomplikowanym i kosztownym środkiem obróbki wstępnej może być zmniejszenie rozmiaru wsadu przed rozdrabnianiem. Używanym sprzętem mogą być tzw. nożyce lub rozdrabniacze wstępne. Rozdrabniacz wstępny (zobacz Ilustracja 3.2) jest wolnoobrotową maszyną zainstalowaną przed rozdrabniaczem głównym. Rozdrabniacz wstępny rozdrabnia materiał podawany do rozdrabniacza, zapewniając tym samym maksymalny rozmiar materiału wejściowego. Wstępne rozdrabnianie może również zmniejszyć ryzyko deflagracji, na przykład w przypadku, gdy przetwarzane są wraki samochodów, które mogą zawierać ślady paliwa. Tak więc rozdrabnianie wstępne może być źródłem emisji. Ze względu na ilość miejsca rozdrabniacz wstępny może nie być stosowany w przypadku większych rozdrabniaczy, których wymagana wydajność potrzebuje zastosowania kilku takich urządzeń.

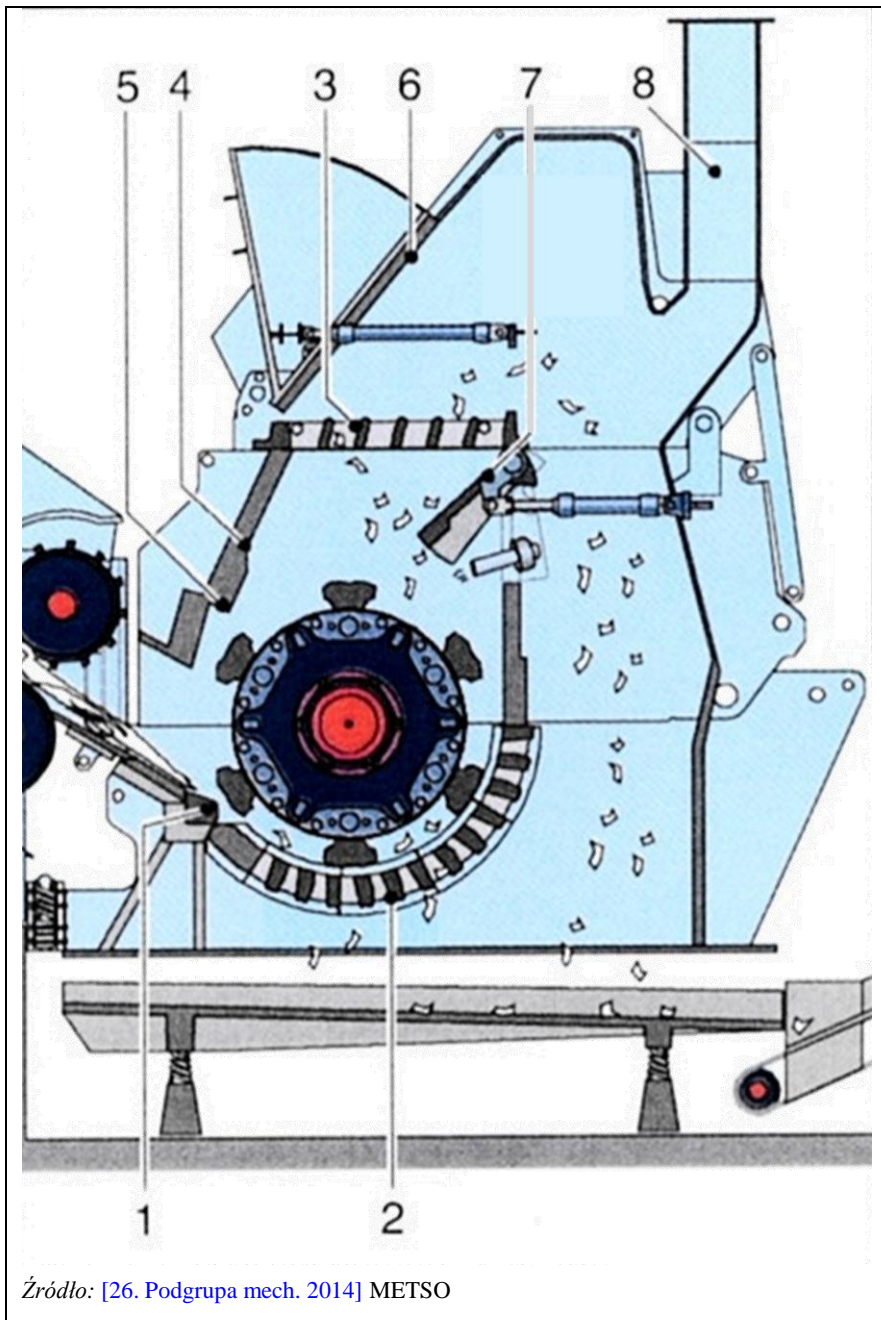


**Ilustracja 3.2:** Przykładowy rozdrabniacz wstępny

### Rozdrabnianie

Materiał wepchnięty do komory rozdrabniacza przez rolki podające ( patrz Rysunek 3.3) jest rozrywany pomiędzy obracającymi się młotkami a krawędzią głównego kowadła (1). Rozdarte

kawałki są następnie dalej rozdrabniane na dolnej siatce (2) i po rozdrobnieniu do wymaganego rozmiaru opuszczają komorę rozdrabniacza przez dolną lub górną siatkę (3).



Źródło: [26. Podgrupa mech. 2014] METSO

### Ilustracja 3.3: Szczegóły procesu rozdrabniania

Każdy materiał, który nie został rozdrobniony wystarczająco podczas pierwszego przejścia, jest rzucały na tylną ścianę rozdrabniacza (4), a następnie ponownie rozerwany pomiędzy młotkami i kowadłem wtórnym (5), a następnie mieszany z nowym materiałem wsadowym celem powtórnego przejścia. Proces rozrywania i rozdrabniania trwa do momentu przejścia materiału przez siatkę. Ważne jest, aby komora rozdrabniacza była wypełniona materiałem w celu optymalizacji wydajności rozdrabniania; zazwyczaj osiąga się to poprzez mieszanie różnych strumieni surowców.

Aby osiągnąć szczególnie wysoką gęstość rozdrabnianego produktu, niektóre rozdrabniacze wyposażone są w mechanizm (6), który przykrywa górną siatkę i w ten sposób zatrzymuje więcej materiału w komorze rozdrabniacza na drugi lub kolejne przejścia.

Nierozdrobnione materiały są usuwane przez hydraulicznie uruchamiane drzwi wyrzutowe (7).

Rury wlotowe (8) urządzenia odpylającego zasysają pył, gdy komora rozdrabniacza wyposażona jest w system zasysający. W rozdrabniaczu mokrym ta rura jest zaślepią.

*Rozdrabniacz złomu mieszanego (konwencjonalny)*

Rozdrabniacze odpadów mieszanych mają moc napędową do 9 200 KM (7 000 kW), czyli około 400 t/h. Są to największe i najbardziej rozpowszechnione zakłady rozdrabniające w UE, często określane jako rozdrabniacze samochodowe. Jednakże samochody (w postaci oczyszczonych z zanieczyszczeń pojazdów wycofanych z eksploatacji) stanowią zazwyczaj jedynie mniejszościowy odsetek materiału przetwarzanego przez takie zakłady. Pozostały materiał wsadowy składa się z dowolnej lekkiej stali i, w przypadku większych zakładów, czasem cięższej stali, nadającej się do rozdrabniania w postaci czystej (np. wielka płyta z budynków) lub złożonej/kompozytowej (np. urządzenia elektryczne i elektroniczne inne niż niebezpieczne oraz pozbawione zanieczyszczeń).



Źródło: [26. Podgrupa mech. 2014]

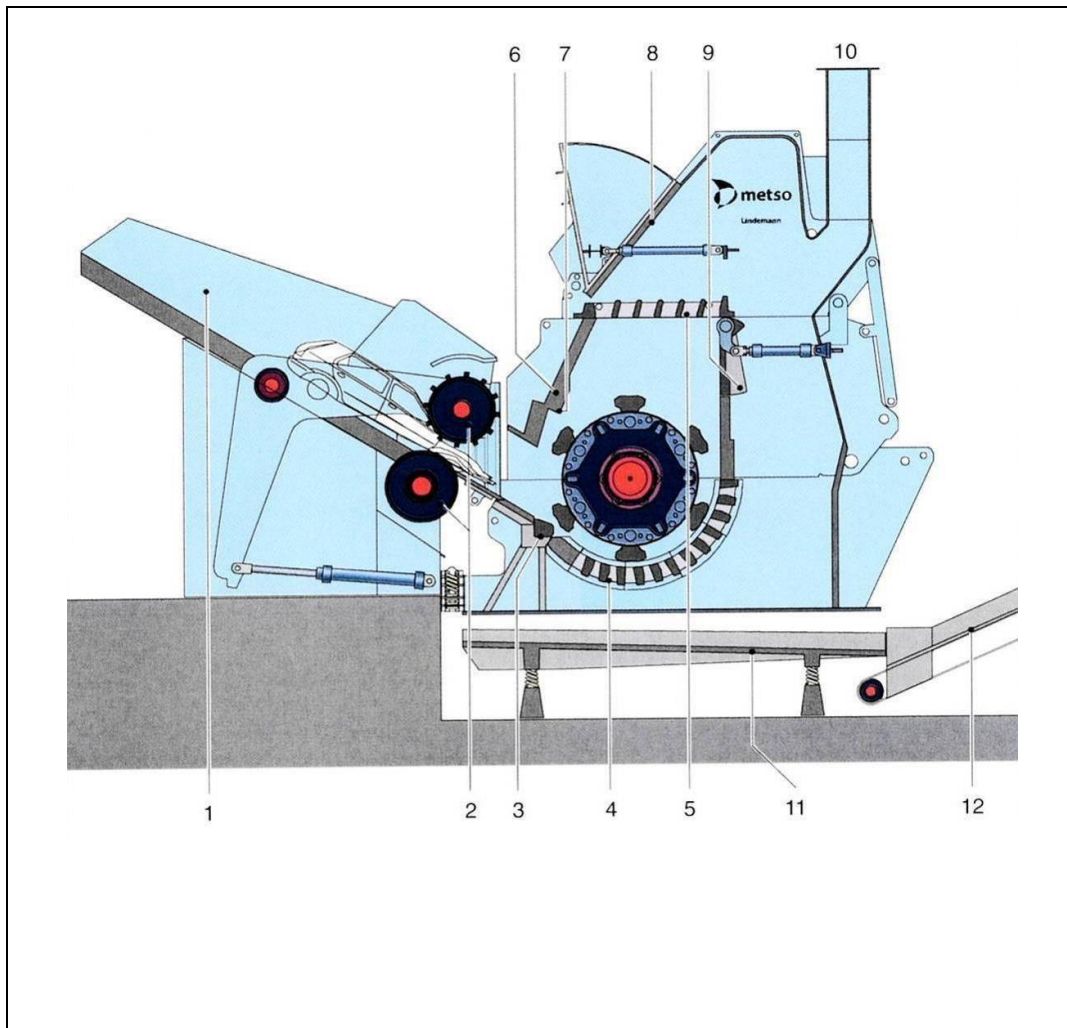
**Ilustracja 3.4: Typowy zakład rozdrabniający złom mieszany w UE**

Cel takich zakładów jest potrójny: (1) oddzielenie materiałów znajdujących się w surowcu wsadowym od siebie; (2) zapewnienie, że metale na wyjściu będą wystarczająco czyste, aby ułatwić ich ponowne przetopienie na nowe produkty metalowe; oraz (3) zagęszczenie metali tak, aby nadawały się do przetopienia w piecach.

Zagęszczanie zwiększa również wydajność logistyczną (a tym samym zmniejsza wpływ ekonomiczny transportu tych produktów). Z podobnych powodów surowce dla tych zakładów są często wstępnie zagęszczane (przez inne podmioty gospodarcze w łańcuchu dostaw) w postaci pociętego lub zbelowanego materiału.

Ilustracja 3.5 obrazuje sposób działania konwencjonalnego rozdrabniacza.





1. Rampa
2. Rolki napędowe
3. Kowadło
4. Dolna siatka (opcjonalna)
5. Górna siatka
6. Tylna ściana rozdrabniająca

Źródło: [26. Podgrupa]

### Ilustracja 3.5: Budowa konwencjonalnego zakładu rozdrabniającego

Rozdrabniacze stosowane w celu zmniejszenia rozmiarów cząstek złomu mieszanego to zazwyczaj młyny młotkowe. Młyn młotkowy składa się z wirnika, na którym zawieszonych jest kilka młotów o wadze od 70 kg do 260 kg. Wirnik napędzany jest silnikiem o mocy do 7 000 kW i obraca się z prędkością 450-600 obr/min. Młoty wychylają się w wyniku sił odśrodkowych wywołanych obrotem.

#### Rozdrabniacze specjalne

Zerdiratory (Zerdirators) posiadają moc napędową od 500 kW do 4 000 kW. Zerdiratory to młyny wirnikowe do przetwarzania złomu lekkiego. Wyładunek materiału z komory rotora różni się od wyładunku w konwencjonalnych rozdrabniaczach, ponieważ rozdrabniacz Zerdirator posiada siatkę na górze i na dole.

Kondiratory (Kondirators) posiadają moc napędową od 750 kW do 3 000 kW. Kondiratory zostały opracowane do przerobu średnio ciężkiego złomu mieszanego, który jest zbyt ciężki dla rozdrabniaczy konwencjonalnych. W porównaniu z konwencjonalnymi rozdrabniaczami, wirniki obracają się w przeciwnym kierunku, a wyładunek przetworzonego złomu z komory wirnika jest inny. W Kondiratorze nieporęczne lub długie elementy złomu mogą zostać oddzielone od pozostałego rozdrobnionego materiału podczas procesu rozdrabniania i wydane poprzez oddzielny otwór wylotowy.

#### Rozdrabniacze mgłowe lub półmokre

W tego typu rozdrabniaczach, elektronicznie sterowany wtrysk wody tłumi pył podczas procesu rozdrabniania. Woda jest pobierana ze zbiornika zasilania i wtryskiwana do komory wirnika w

kilku miejscach poprzez stację pomp i rozpylacze mgły. Niewielka średnica kropeł mgły wodnej

ułatwia związanie cząstek pyłu, kierując je do razem z strumieniem materiału, który opuszcza zakład w celu dalszej separacji. Dodatek wody pomaga również zminimalizować niezamierzone deflagracje oraz chłodzi wirnik i kawałki złomu. Wytworzona para/mgła wydostaje się przez otwory w rozdrabniaczu, tj. wokół zsypu wejściowego i przenośnika wibracyjnego. Większość tej pary jest wychwytywana przez dźwiękoszczelną obudowę rozdrabniacza (jeśli jest to stosowane).

#### Rozdrabniacze mokre

Rozdrabniacze mokre pracują z uprzednio zwilżonym materiałem do rozdrabniania. Z tego powodu separacja materiałów różni się od innych rozdrabniaczy. Fakt, że wsad do rozdrabniacza jest mokry, zmniejsza udział materiałów o małej gęstości w porównaniu z procesami suchymi, które następnie gromadzą się jako resztki po rozdrobieniu. Jednakże podczas oczyszczania zanieczyszczonej wody ściekowej gromadzi się znaczna ilość osadu, który musi zostać usunięty. W rozdrabniaczach mokrych przetwarzane są złomowane pojazdy oraz złom lekki i średnio-ciężki oraz złom przemysłowy. Jakość złomu jest taka, jak w przypadku złomu z zwykłego rozdrabniacza.

#### Rozdrabniacze do kabli

[Komentarz EEB #285 w [\[21. WT TWG 2016\]](#)]

Rozdrabnianie kabli zazwyczaj składa się z następujących etapów:

- Rozdrabniania wstępnego przy użyciu jednostek wolnoobrotowych (np. między 20 a 190 obr/min). Wielkość cząstek wyjściowych waha się od 3 cm do 10 cm.
- Separacji metali za pomocą separatora magnetycznego umieszczonego nad taśmą transportera.
- Dwuetapowego rozdrabniania przy użyciu młynów krawędziowych. Rotor z ostrzami tnącymi obraca się przeciwko statorowi z krawędzią tnącą, powodując rozdrabnianie materiału poprzez siły tnące i tarcia. Prędkość obrotowa waha się od 150 obr/min do 500 obr/min. Wielkość cząstek wyjściowych wynosi około 1 cm.
- Etapu obróbki wtórnej, w tym oddzielenia frakcji plastycznej (powłoka kabla).

#### **Materiał wsadowy oraz strumienie wyjściowe**

Materiał wejściowy dostarczany do rozdrabniacza (wsad) składa się z:

- wstępnie przetworzonych złomowanych pojazdów z zakładów ich demontażu;
- złomu komunalnego;
- złomu przemysłowego;
- złomu przemysłowego pochodzącego z produkcji oraz rozbiórek;
- oczyszczonego z zanieczyszczeń WEEE (wymóg dyrektywy 2012/19/UE w sprawie WEEE);
- złomu ze spalarni odpadów;
- mieszanki metali (żelaznych i nieżelaznych) z zakładów przetwarzania oraz sortowania;
- innego złomu.

Proporcja każdego rodzaju złomu w całkowitej objętości jest trudna do obliczenia, ponieważ skład wsadu do rozdrabniacza różni się w zależności od zakładu i zależy od pory roku oraz regionu.

Niezależnie od rodzaju używanego rozdrabniacza, poniżej opisane frakcje wyjściowe są zazwyczaj wynikiem przeciętnego wsadu dostarczanego do rozdrabniacza.

Wielkość złomu żelaza/frakcji stalowej (zwanego również "frakcją Fe" lub "złomem z rozdrabniacza") jest dość jednorodna i wynosi od 50 mm do 150 mm oraz ponad 98 % żelaza lub stali. Odzysk tej frakcji jest głównym powodem stosowania rozdrabniacza. Jest on sprzedawany do hut na całym świecie. Frakcja żelaza/stal odpowiada około 65-75% wsadu do rozdrabniacza.

Średnio frakcja metali nieżelaznych (zwana również "ciężką frakcją z rozdrabniacza" lub "SHF") stanowi około 5-10 % wsadu do rozdrabniacza i składa się głównie z aluminium, miedzi i cynku

zmieszanych z niemetalami (np. gumą, tworzywami sztucznymi, szkłem lub kamieniami). Te ostatnie stanowią zanieczyszczenie pod względem wykorzystania cennych metali nieżelaznych.

Przed dalszym przetwarzaniem metalurgicznym (np. w odlewniach) należy usunąć niemetaliczną zawartość frakcji nieżelaznych. Są one ponownie przetwarzane w trybie online lub offline, aż do momentu usunięcia zawartości niemetalu oraz oddzielenia metali nieżelaznych. Obecnie (2015 r.) materiały niemetaliczne są w coraz większym stopniu poddawane dalszemu procesowi uszlachetniania w celu wydobycia nadających się do recyklingu tworzyw sztucznych, kruszyw i odzyskanego paliwa stałego, przy jednoczesnym zminimalizowaniu ilości odpadów resztkowych trafiających na składowiska.

W procesie rozdrabniania materiały wsadowe są rozdzielane i rozbijane na małe kawałki. Ciężkie materiały są usuwane z rozdrabniacza, natomiast lekka frakcja rozdrabniacza (zwana dalej "SLF" i zawierająca pozostałe lekkie komponenty materiału wejściowego) jest usuwana przez wymuszony dopływ powietrza do cyklonu i systemu separatora powietrzem. W ten sposób mieszanka SLF zawiera również składniki materiału wejściowego w postaci rozdrobnionej. Są to zasadniczo:

- tekstylia (np. materiał z siedzeń samochodów);
- tworzywa piankowe (np. z zagłówek siedzeń);
- tworzywa sztuczne oraz folie z tworzyw sztucznych (np. z wykończeń);
- składniki mineralne (np. spoiwa z kabin oraz podwozia);
- śruby, nakrętki, elementy z metali nieżelaznych, elementy aluminiowe, folie oraz rdza;
- drewno i elastomery.

Do 30 wt-% wsadu rozdrabniacza, w zależności od jego składu, stanowi frakcja lekka. Jej skład materiałowy jest bardzo zróżnicowany i w dużym stopniu zależy od rodzaju wsadu. Indywidualna proporcja każdego rodzaju złomu w całkowitej objętości jest trudna do określenia, ponieważ skład wsadu różni się znacznie w zależności od zakładu, a także w zależności od pory roku oraz regionu.

Wahania w składzie wsadu do rozdrabniacza przenoszone są na skład frakcji lekkiej z rozdrabniacza. Rozdrabnianie złomu samochodowego prowadzi do nieproporcjonalnie wysokiego udziału tworzyw sztucznych w frakcji lekkiej, natomiast rozdrabnianie złomu mieszanego i przemysłowego (np. rurociągów i lekkich blach profilowanych stosowanych w konstrukcjach kompozytowych do budowy/budownictwa z pozostałymi przyklejonymi dodatkami betonowymi) powoduje znacznie niższy udział tworzyw sztucznych w frakcji lekkiej.

Ponadto rodzaj separacji powietrzem ma istotny wpływ na skład SLF. Przy słabym prądzie powietrza SLF zawiera mniej tworzyw sztucznych, a przy silnym prądzie powietrza więcej. Operatorzy rozdrabniaczy regularnie monitorują SLF w celu zapewnienia, że wtrącenia do nich metali są minimalizowane i, jeśli są obecne, poddawane ponownej obróbce.

### Procesy po rozdrobnieniu (po rozdrabniaczu)

Technologie po rozdrabniaczu (dalej PST) są dalszym przetwarzaniem pozostałości z rozdrobnienia (SLF i/lub SHF) i wykraczają poza technologie opisane poniżej. Można to zrobić online, w obszarze rozdrabniacza lub offline, na terenie tego samego zakładu lub na terenie innego zakładu. Technologia online polega na ciągłym podawaniu strumienia materiału z miejsca, w którym jest on generowany (SLF lub SHF) do instalacji przetwarzającej, zazwyczaj za pomocą przenośnika taśmowego. Technologia offline to nieciągła praca instalacji, np. w partiach samochodami, koparką itp.

Wielu operatorów rozdrabniaczy przemysłowych posiada systemy PST w zakładzie rozdrabniacza lub w innym miejscu. Ich głównym celem jest odzysk materiałów z SLF i SHF celem spełnienia podstawowych wymogów prawnych, takich jak kwoty recyklingu lub

jakikolwiek zakaz bezpośredniego magazynowania odpadów itp. W związku z tym zakres powtórnego przetwarzania PST może się różnić w zależności od konfiguracji procesu rozdrabniania, charakterystyki SLF i lokalnej dostępności ekonomicznie opłacalnych możliwości utylizacji.

Poniższe streszczenie nie jest wyczerpujące i nie oznacza, że jest kompletne. Podstawowymi elementami instalacji rozdrabniacza złomu mieszanego są zazwyczaj przenośnik podający, komora rozdrabniacza (młynek), system rozdzielania powietrzem, magnesy obrotowe, systemy ekstrakcji i klasyfikacji powietrzem oraz przenośniki wibracyjne i taśmowe. Wymienione poniżej elementy PST mogą być wykonywane w obszarze rozdrabniacza (online) lub poza nim (offline). Większość operatorów przeprowadza te procesy poza linią produkcyjną ze względu na ograniczenia w wydajności tych technologii oraz celem ułatwienia płynniejszego dozowania materiałów do nich. Poszczególne etapy procesów PST mogą być łączone ze sobą na różne sposoby.

#### Etap oczyszczania złomu

Zmieszany rozdrobniony produkt jest zazwyczaj transportowany za pomocą przenośników wibracyjnych i/lub taśmowych do systemów rozdzielania powietrzem o zygzakowatym kształcie, gdzie materiał lekki (SLF) jest odsysany z materiałów cięższych.

Odesany powietrzem materiał lekki (SLF) jest następnie przekazywany przez system klasyfikacji powietrzem i gromadzony na przenośniku gromadzącym, który przenosi go do zasobnika, bunkra/cieżarówki lub wagonu kolejowego.

Oczyszczone materiały opadają na przenośnik wibracyjny zainstalowany pod kaskadą klasyfikatora powietrznego.

#### Separacja materiałów

Oczyszczone metale nieżelazne oraz złom stalowy są w sposób ciągły podawane z klasyfikatora powietrznego, zwykle za pomocą przenośnika wibracyjnego, do wirującego magnetycznego separatora bębnowego. Złom stalowy jest przyciągany z przepływającego surowca i przenoszony nad obracającym się magnesem na przenośnik taśmowy. Metale niemagnetyczne nie są przyciągane i wpadają pod magnes na inny przenośnik. Złom stalowy jest wstrząsany na bębnie magnetycznym, aby uwolnić wszelkie kawałki materiału niemagnetycznego.

Złom stalowy jest następnie przekazywany przez wolno poruszający się przenośnik sortujący, gdzie armatura (oraz inne kompozyty zawierające miedź) a także wszelkie materiały niemetaliczne są usuwane do zasobnika lub bunkra. Przenośnik sortujący z reguły wyładowuje materiał na przenośnik układający, który z kolei wyładowuje go do zasobnika, bunkra/cieżarówki lub wagonu kolejowego.

Niektóre metale nieżelazne mogą być również sortowane z przenośnika, a następnie mechanicznie oddzielane, online i/lub offline. Większość operatorów przeprowadza mechaniczne oddzielanie metali nieżelaznych poza linią produkcyjną z powodu asymetrii przepływu oraz celem ułatwienia lepszego dozowania.

Bardziej szczegółowe opisy wymienionych poniżej etapów rozdzielania materiałów znajdują się w sekcji 2.3.2.9.

- Selekcjonowanie ręczne: sortowanie ręczne jest szeroko stosowane w przypadku gruboziarnistych frakcji z pozostałości po rozdrabnianiu, w szczególności z SHF, w celu oddzielenia większych resztek metalu.
- Przesiewanie/rozdzielanie.
- Separacja powietrzem/separacja densymetryczna: zazwyczaj po wstępnym rozdrabnianiu i przesiewaniu frakcji, są one rozdzielane zgodnie z ich ciężarem właściwym za pomocą dokładnie regulowanych urządzeń do separacji.
- Redukcja wielkości: w celu lepszego frakcjonowania, pozostałości po rozdrabnianiu są często redukowane pod względem wielkości, tzn. wielkość cząstek jest redukowana do jednorodnej wielkości dostosowanej do kolejnego etapu przetwarzania.
- Separacja wiroprowadowa.

- Indukcyjne systemy sortowania: zazwyczaj stosowane do ekstrakcji z materiałów niemetalicznych tych metali, które nie mogą być ekstrahowane za pomocą separatorów wiropędowych, np. ołowiu czy stali nierdzewnej.
- Separacja magnetyczna.
- Optyczne systemy sortowania: stosowane do oddzielania miedzi/mosiądzu od innych metali ciężkich.
- Systemy rentgenowskie: kompozyty metalowe są sortowane według różnych gęstości materiału, składników halogenowych lub składników organicznych za pomocą promieni rentgenowskich. Sortowanie może być dostosowane do wychwycenia metali lekkich i ciężkich lub tworzyw sztucznych.
- Sortowanie elektrostatyczne: wykorzystanie właściwości elektrostatycznych różnych materiałów.
- Separacja flotacyjno-sedymentacyjna: metoda sortowania metali w celu oddzielenia ciał stałych z wykorzystaniem różnych ciężarów właściwych materiałów.

### Użytkownicy

Zakłady z listy referencyjnej prowadzące ten rodzaj przetwarzania to: 025, 026, 027, 027, 028, 029, 030, 054, 055, 095C, 100, 136, 137, 282C, 285C, 286C, 288C, 289C, 290C, 291C, 293C, 294C, 364\_365, 432, 441, 455, 456, 464, 478, 516, 517, 571.

## 3.1.2 Aktualne poziomy emisji oraz zużycia

### 3.1.2.1 Emisje do atmosfery

#### 3.1.2.1.1 Przegląd ogólny

#### [\[42. WT TWG 2014\]](#)

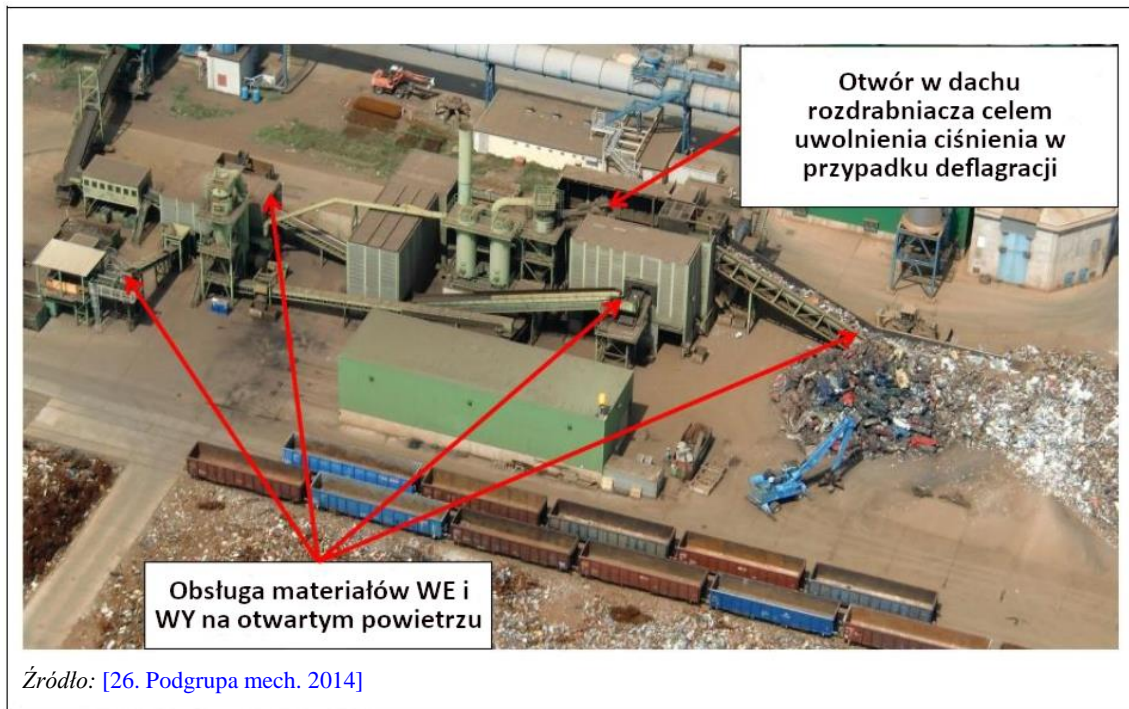
Emisje do atmosfery z rozdrabniacza mogą być pyłem, w tym cząstkami metali (ciężkich), lotnych związków organicznych, pary wodnej lub, okazjonalnie (w innych niż normalne warunkach pracy, np. deflagracja, lub gdy nieskażony lub słabo zdeponowany wsad odpadów jest rozdrabniany) dymem, kurzem i potencjalnie dioksynami.

Kiedy rozdrabniacz oddziela materiały i sortuje frakcję magnetyczną, operacje te są wykonywane z dużą szybkością przerobu, zwykle pomiędzy 40 a 200 ton na godzinę. Przy takim tempie, nawet przy ścisłej kontroli wizualnej wsadu, niemożliwe jest uniknięcie wprowadzenia materiału zdolnego do wytworzenia deflagracji w rozdrabniaczu i, chociaż ryzyko wystąpienia tego zjawiska można ograniczyć, to jednak nie można go całkowicie wyeliminować. Ponieważ rozdrabniacz sam w sobie nie może być wyposażony w filtr workowy, jeżeli nie zostaną podjęte żadne środki łagodzące (np. nadmiarowe zawory ciśnieniowe), deflagracja w rozdrabniaczu nieuchronnie powodowałaby wydmuchiwanie pyłu.

W związku z tym rozdrabniacz musi być wyposażony w systemy odpylania kompatybilne z deflagracjami, składające się z cyklonów i płuczek Venturiego. I dlatego emisja na wylotach czystego powietrza jest określana na podstawie skuteczności takich urządzeń redukcyjnych. Jednakże, od przedsiębiorstwa do przedsiębiorstwa i od próby do próby, istnieją różnice w mierzonych emisjach, które mogą być spowodowane wprowadzaniem do rozdrabniacza wsadem, typem zakładu lub też stosowanymi procesami i procedurami. Rzeczywiście, ze względu na ryzyko deflagracji, na niektórych obszarach UE nie dochodzi do zbierania pyłu na etapie rozdrabniania; niektórzy operatorzy wolą stosować wtrysk wody do kontroli emisji (rozdrabnianie na mokro) na etapie rozdrabniania, a konwencjonalną kontrolę emisji dopiero w następnym etapie.

Emisje rozproszone mogą wywierać lokalny wpływ na środowisko i są zredukowane przez różne techniki opisane w niniejszym dokumencie (zob. sekcja 2.3.5). Trudno jest podać liczbę w jednostkach na czas lub na tonaż przetwarzanego materiału; stanowią one raczej określone stężenia w niektórych obszarach instalacji rozdrabniacza. Źródłem potencjalnych emisji rozproszonych jest wiele czynników: duża wysokość opadania złomu, otwory w budynku

rozdrabniacza, niewystarczająca jednostka ssąca, niewystarczające czyszczenie dróg itp. Rysunek 3.6 przedstawia potencjalne źródła emisji do powietrza z instalacji rozdrabniacza.



**Ilustracja 3.6: Potencjalne źródła emisji do atmosfery w zakładzie rozdrabniającym**

Kolejnym źródłem emisji rozproszonych z rozdrabniaczy są deflagracje. Deflagracja może być spowodowana przez pozostałości paliwa pozostawione w pojazdach wycofanych z eksploatacji. Analiza ilości pyłu emitowanego podczas deflagracji nie jest dostępna. Rysunek 3.7 przedstawia emisję z rozdrabniacza podczas deflagracji. Zjawisko to uważane jest za inne niż normalne warunki pracy (dalej OTNOC).



**Ilustracja 3.7: Emisja z zakładu rozdrabniania podczas deflagracji**

Liczba deflagracji różni się w zależności od rozdrabniacza. Efektywnie zarządzany rozdrabniacz ma mniej niż jedną deflagrację rocznie. W interesie operatora leży jednak zapobieganie takiemu źródłu potencjalnego uszkodzenia rozdrabniacza.

### 3.1.2.1.2 Pyły i powiązane z nimi cząstki metali

Chociaż potencjalne zanieczyszczenie pyłem metali ciężkich (np. ołowiu) jest znacznie zmniejszone dzięki wdrożeniu dyrektywy w sprawie EoLV (2000/53/WE) oraz dyrektywy w sprawie WEEE (2012/19/UE), a także dzięki rygorystycznym wymogom w zakresie oczyszczania, emisje cząstek stałych do powietrza pochodzące z rozdrabniania odpadów metalowych (oczyszczonych EoLV, oczyszczonych WEEE, metale żelazne lub nieżelazne) ciągle zawierają zarówno pył jak i związane z nim cząstki metali. Poziomy emisji pyłów i metali do atmosfery oraz związane z tym techniki zgłaszane drogą zbierania danych podano w tabeli 3.1 poniżej.

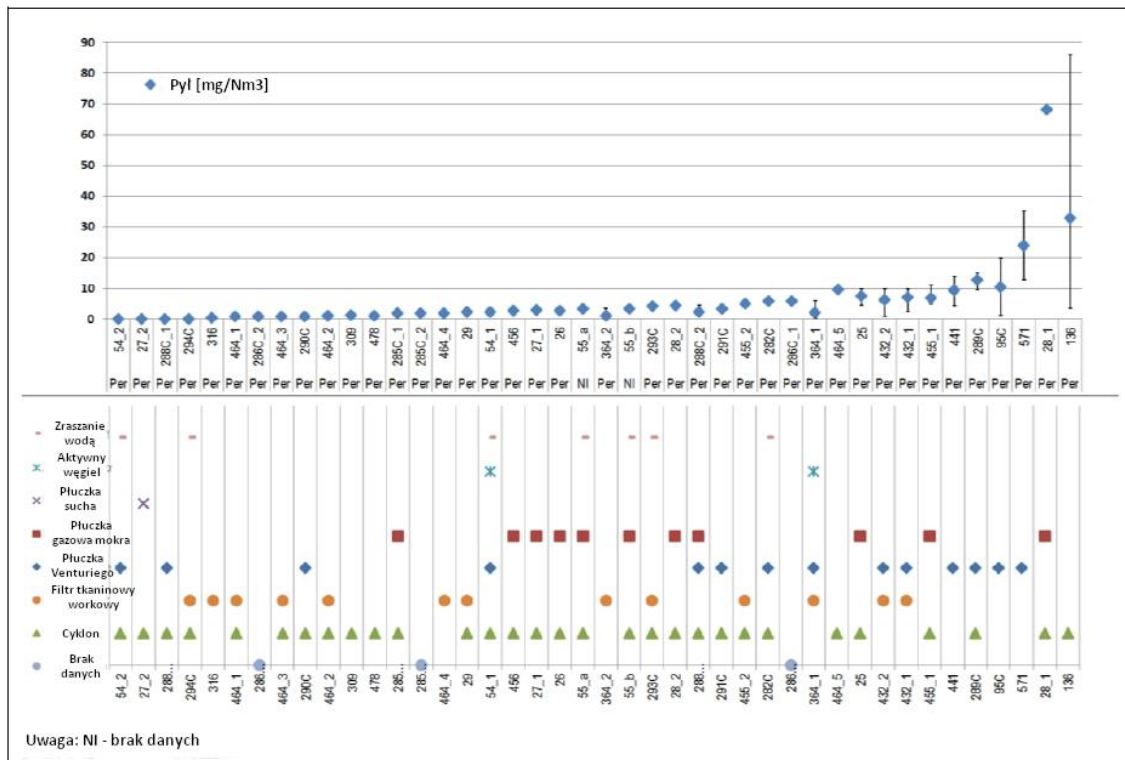
Tabela 3.1: Emisje pyłów i metali do atmosfery z mechanicznego przetwarzania w rozdrabniaczach odpadów metalowych - pomiary okresowe

Numer zakładu	Stosowana technika	Wydajność (tony/dzień)	Natężenie przepływu (Nm <sup>3</sup> /godz)	Pył (mg/Nm <sup>3</sup> )	Maksymalny poziom zapylenia (kg/godz)	Ni (mg/Nm <sup>3</sup> )	Pb (mg/Nm <sup>3</sup> )	Cd (mg/Nm <sup>3</sup> )	As (mg/Nm <sup>3</sup> )	Cu (mg/Nm <sup>3</sup> )	Zn (mg/Nm <sup>3</sup> )	Ilość pomiarów dokonana podczas 3-letniego okresu referencyjnego (2010-2012)
136, 464-5	Tylko cyklon	80–350	20 000–136 300	5.3–33 <sup>(1)</sup>	0.1–0.5	0.08 <sup>(1)</sup>	0.15 <sup>(1)</sup>	.013 <sup>(1)</sup>	0.007 <sup>(1)</sup>	0.056 <sup>(1)</sup>	1.5 <sup>(1)</sup>	Pył: max 3 Ni: max 3 Pb: max 3 Cd: max 3 As: max 3 Cu: max 3 Zn: aż do 3
364-2, 464-4	Filtr tkaninowy	80–1 120	15 000–65 000	1.1–2	0.03–0.2	0.008	0.003	0.0006	0.0006	0.003	0.6	Pył: max 9 Ni: max 9 Pb: max 9 Cd: max 9 As: max 9 Cu: max 9 Zn: max 3
95, 441, 571	Płuczka Venturiego	480–1 000	8 500–64 000	9.4–24.1	1–1.9	0.02–0.03	0.007–0.02	0.0006–0.14	0.001–0.02	0.001–0.29	0.2	Pył: max 3 Ni: max 3 Pb: max 3 Cd: max 3 As: max 3 Cu: max 3 Zn: max 2
25, 26, 27-1, 28, 55, 455-1, 456	Cyklon i płuczka gazowa mokra	200–1 100	30 000–87 000	2.7–36.3 <sup>(2)</sup>	0.1–6	0.004–2.4	0.002–0.02	0.00004–0.001	NI	0.02	NI	Pył: max 9 Ni: max 9 Pb: max 9 Cd: max 9 Cu: max 9
29, 293, 294, 455, 464-1, 464-2, 464-3	Cyklon i filtr tkaninowy	70–4 160	9 300–47 000	0.1–5	0.005–0.4	0.8	0.006	NI	NI	0.12	18	Pył: max 3 Ni: 1 Pb: 1 Cu: 1 Zn: 1



54-1, 54-2	Cyklon, płuczka Venturiego, adsorpcja węglem	350	53 000	< 2.4	0.1	NI	< 0.007	< 0.0003	NI	0.008	0.16	Pył: 1 Pb: 1 Cd: 1 As: 1 Cu: 1 Zn: 1
282, 288-1, 288-2, 289, 290, 291	Cyklon i płuczka Venturiego	250–1 660	21 000–100 000	0.1–12.8	0.002–1	NI	0.0044	0.0003	NI	0.002–0.008	NI	Pył: max 3 Pb: 3 Cd: 3 Cu: max 3
364-1	Filtr tkaninowy, płuczka Venturiego, adsorpcja węglem	1 120	83 000	2.1	0.6	NI	0.02	NI	0.0008	0.02	0.6	Pył: 12 Pb: 6 As: 7 Cu: 6 Zn: max 6
432-1, 432-2	Filtr tkaninowy i płuczka Venturiego	1 440	43 000	6.2–7.2	0.4	0.007	NI	NI	NI	NI	NI	Pył: 6 Ni: 6
478	Cyklon, wtrysk wody do młyna	800	128 400	1.1	0.2	0.0006	0.003	0.00005	NI	0.002	0.02	Pył: 2 Ni: 1 Pb: 2 Cd: 2 Cu: 2 Zn: 2
285-1, 285-2, 286-1, 286-2	NI	1 500	49 000–93 000	0.1–6	0.1–0.5	NI	NI	NI	NI	NI	NI	Pył: 1
<p>(1) Emisja z zakładu 136 wyposażonego tylko w cyklon.</p> <p>(2) Pomiar przed redukcją emisji do powietrza. Wartość koncentracji po redukcji wynosiła 4,4 mg/Nm<sup>3</sup>.</p> <p>Wartości koncentracji są wartościami średnimi z trzech lat referencyjnych.</p> <p>Maksymalne obciążenie podane w tabeli jest najwyższym obciążeniem obliczonym dla każdego roku referencyjnego.</p> <p>Uwaga: NI = Brak danych.</p>												

Ilustracja 3.8 przedstawia zgłoszone poziomy emisji pyłu do atmosfery z mechanicznej obróbki w rozdrabniaczach odpadów metalowych, jak również stosowane techniki redukcji.



**Ilustracja 3.8: Emisja pyłu do atmosfery z mechanicznego przetwarzania w rozdrabniaczach odpadów metalowych**

Tabela 3.2 przedstawia zawartość metali ciężkich w próbkach pyłu pobranych z ziemi w różnych miejscach zakładu rozdrabniania 285 w Niemczech. W każdym miejscu obszaru instalacji pobrano kilka próbek punktowych celem przygotowania jednej próbki zmieszanej (homogenizowanej), zgodnie z normą VDI - 2267-14 (wariant C), którą następnie wykorzystano do analizy metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej z atomizacją w płomieniu (dalej FAAS; roztwory pomiarowe przygotowano poprzez rozpuszczenie próbek w kwasie azotowym i nadtlenku wodoru). W celu porównania przeanalizowano również próbkę zapyłonego SLF (ST 2). Analizy przeprowadzono celem zbadania osadzania się rozproszonych emisji pyłów pochodzących z działalności rozdrabniającej oraz ich możliwego wpływu na zanieczyszczenie gleby (na terenie zakładu oraz poza nim). Jak wynika z poniższych wyników, skład osadów w różnych miejscach na terenie instalacji jest podobny do składu SLF, odzwierciedlając skalę i wpływ emisji rozproszonych z różnych etapów rozdrabniania.

Tabela 3.2: Zawartość metali ciężkich w osadach pyłu w zakładach stosujących rozdrabniacze

Próbka	Miejsce pobrania	Parametr (mg/kg suchej masy)		
		Pb	Cd	Zn
ST 1	Podłoże na placu naprzeciwko stanowiska przetwarzania wtórnego SLF	5137	52	15730
ST 2	Próbka SLF z Kondiratora	5703	22	31738
ST 3	Próbka z samochodu odkurzacza używanego do czyszczenia posadzki w zakładzie.	4787	32	13656
ST 4	Drobne żelazo z dna hałdy SLF	3848	10	10119
ST 7	Z placu przed jednostką obróbki wstępnej.	5840	21	13141
ST 9	Pył z filtra (1) urządzenia do obróbki wstępnej	9006	67	27368
<sup>(1)</sup> Brak informacji na temat technik ograniczania emisji. Źródło: <a href="#">[103. EEB 2017]</a>				

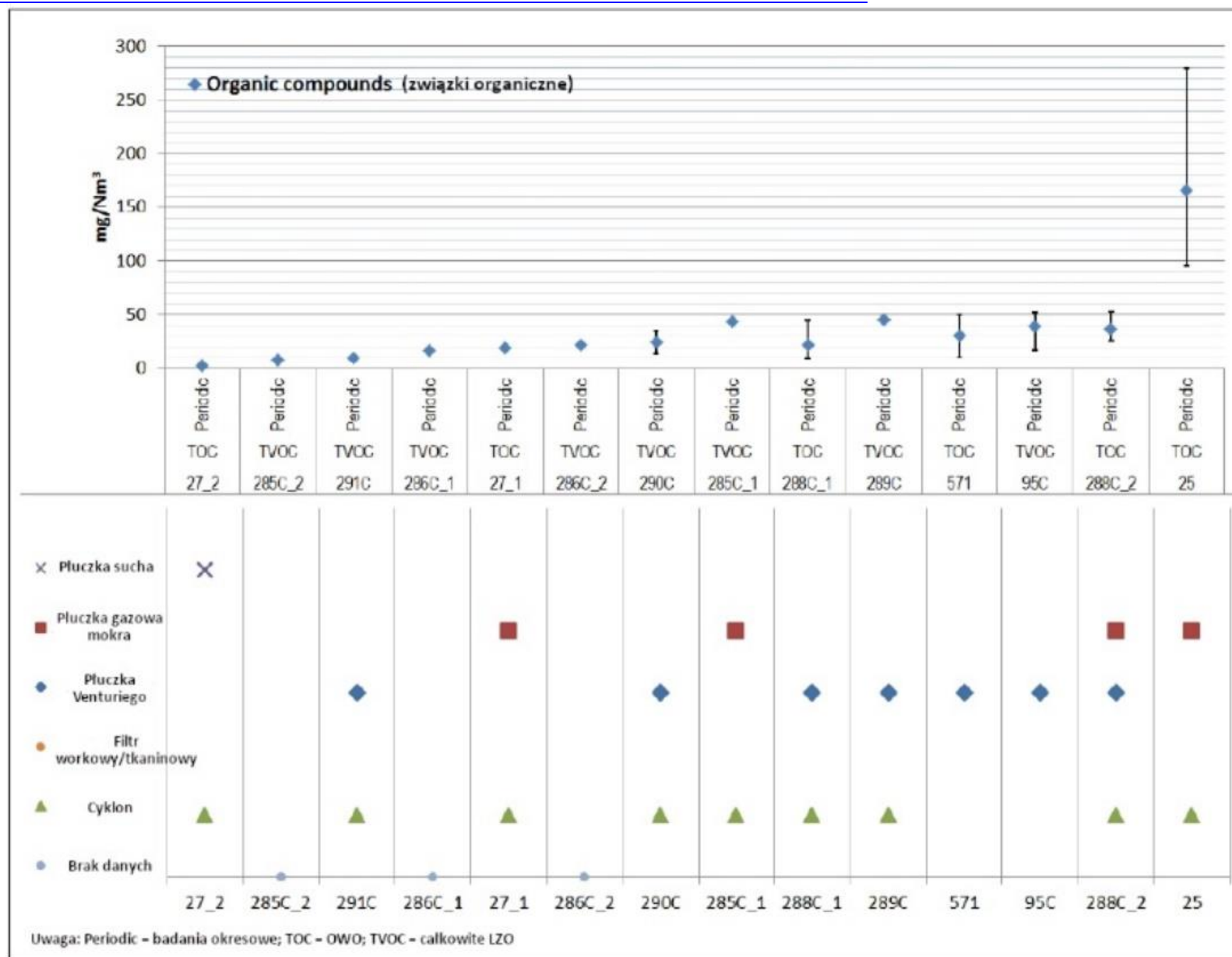
### 3.1.2.1.3 Lotne związki organiczne (LZO)

Ogólnie rzecz biorąc, największe wykryte stężenia lotnych związków organicznych odnoszą się do związków związanych z benzyną oraz olejami napędowymi. Należą do nich na przykład izomery ksylenowe, toluen i lekkie węglowodory.

Zawartość organicznych substancji gazowych w powietrzu odlotowym można do pewnego stopnia zredukować za pomocą powszechnie stosowanej kombinacji cyklonów i płuczek mokrych.

Dyrektywa w sprawie pojazdów wycofanych z eksploatacji (2000/53/WE) oraz dyrektywa w sprawie zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego (2012/19/UE) zawierają szczegółowe wymogi dotyczące oczyszczania pojazdów z resztek paliwa i olejów, czynników chłodniczych, olejów oraz gazów pochodzących z pianki do lodówek. Oznacza to, że wsad do rozdrabniaczy zazwyczaj nie zawiera znaczących ilości paliwa lub czynników chłodniczych i w związku z tym prawdopodobieństwo emisji lotnych związków organicznych jest małe. [\[26. Podgrupa mech. 2014\]](#)

Ilustracja 3.9 przedstawia zgłaszane emisje do atmosfery związków organicznych pochodzących z mechanicznej obróbki w rozdrabniaczach odpadów metalowych, jak również stosowane techniki redukcji emisji. W momencie zgłoszenia normą dla pomiarów OWO była norma EN 12619, dla której metodą monitorowania jest detektor płomieniowo-jonizacyjny (dalej FID). Podane wartości dla OWO można zatem uznać za związki lotne bez fazy stałej (cząstki stałe).



Ilustracja 3.9: Emisje związków organicznych do atmosfery z mechanicznego przetwarzania w rozdrabniaczach odpadów metalowych

Jeden z zakładów zlokalizowanych w Austrii (zakład 25) poinformował, że poziom emisji OWO został obniżony poprzez zmniejszenie ilości podawanego materiału wsadowego do rozdrabniacza, co pozwoliło na lepszą kontrolę wrzucanych odpadów w odniesieniu do ich potencjalnej zawartości związków organicznych.

### 3.1.2.1.4 Polichlorowany bifenył (PCB) oraz dioksyny

Rozdrabniacze do przetwarzania pojazdów wycofanych z eksploatacji są wymienione w części III załącznika C do Konwencji sztokholmskiej w sprawie trwałych zanieczyszczeń organicznych TZO (zmienionej w 2009 r.) jako jedna z potencjalnych kategorii źródeł niezamierzonego powstawania i uwalniania polichlorowanych dibenzo-p-dioksyn/polichlorowanych dibenzofuranów (PCDD/F) oraz PCB.

Jeśli chodzi o dioksyny, testy przeprowadzone przez przedsiębiorstwa wykazały, że temperatury w komorze rozdrabniania zazwyczaj nie przekraczają 70 °C (choć mogą być lokalnie wyższe). W związku z tym, z wyjątkiem warunków innych niż normalne warunki eksploatacji, takich jak deflagracja, które muszą być jeszcze bardziej zredukowane, skład materiałowy produktów wprowadzanych do instalacji jest taki sam, jak ten występujący w różnych punktach zbytu z zakładu. [\[104. EuRIC 2015\]](#)

Emisje PCB mogą wystąpić, ponieważ towary wycofane z eksploatacji, w których PCB były w przeszłości szeroko wykorzystywane, są przetwarzane w zakładach rozdrabniających. Komercyjne produkty PCB zawsze zawierały niewielką ilość dioksynopodobnych (dl-PCB) i jeszcze mniejszą PCDD/F, a zmierzone emisje można wytłumaczyć reemisją wcześniej użytych PCB.

Towary wycofane z eksploatacji, które po przetworzeniu mogą generować emisje PCB, obejmują:

- kondensatory i transformatory zawierające PCB;
- farby powlekające do uzwojeń miedzianych w silnikach elektrycznych zawierające PCB;
- związki separujące zawierające PCB w odpadach elektronicznych, np. papiery powlekane, masy celulozowe i tworzywa sztuczne;
- odpady metalowe z powłokami zawierającymi PCB, np. stoły, krzesła, ramy okienne, belki stalowe, elementy nośne dachów.

Proces rozdrabniania, w tym postępowanie ze złomem i pozostałościami, generuje duże ilości pyłu zawierającego zanieczyszczenia, takie jak metale ciężkie, PCDD/F i PCB, które są bardzo podatne na rozproszenie do środowiska (emisje kierowane i rozproszone). Tabela 3.3 przedstawia poziomy emisji PCDD/F i PCB zgłaszane w ramach gromadzenia danych.

Tabela 3.3: Emisje PCDD/F i PCB z mechanicznego przetwarzania w rozdrabniaczach odpadów metalowych - pomiary okresowe

Numer zakładu	Zanieczyszczenie / parametr	Koncentracja minimalna (ng/Nm <sup>3</sup> )	Koncentracja średnia (ng/Nm <sup>3</sup> )	Koncentracja maksymalna (ng/Nm <sup>3</sup> )	Główne techniki ograniczania / likwidacji emisji	Ilość okresowych pomiarów w ciągu 3-letniego okresu referencyjnego
054_1	PCB	0.009	0.009	0.009	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego, separacja cyklonem, zraszanie wodą (pył), płuczka Venturiego.	1
054_2	PCB	0	0	0	Separacja cyklonem, zraszanie wodą (pył), płuczka Venturiego.	1
055_a	PCDD/F	0.0048	0.0062	0.0075	Separacja cyklonem, zraszanie wodą (pył), płuczka gazowa mokra.	NI
55_b	PCDD/F PCB	0.013 0.05	0.015 0.05	0.018 0.05	Separacja cyklonem, zraszanie wodą (pył), płuczka gazowa mokra.	NI
095	PCDD/F PCB	0.008 2.3	0.013 4	0.015 5.4	Płuczka Venturiego	3 3
285_1	PCDD/F dl-PCB	0.03 0.15	0.03 0.15	0.03 0.15	Separacja cyklonem, płuczka gazowa mokra	1
285_2	dl-PCB	0.0030	0.0030	0.0030	NI	1
288_1	PCDD/F PCB	0.0002 2.4	0.0002 2.5	0.0002 2.9	Płuczka Venturiego, separacja cyklonem	1 3
288_2	PCDD/F PCB	0.003 8.5	0.003 12	0.003 14	Separacja cyklonem, płuczka gazowa mokra, płuczka Venturiego	1 3
364_1	PCB	0.02	0.5	0.9	System filtrów workowych/tkaninowych, płuczka Venturiego, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	4
364_2	PCB	0.3	0.3	0.5	System filtrów workowych/tkaninowych	3

Uwagi: wartości koncentracji dl-PCB oraz PCDD/F zostały wyrażone w nanogramach równoważnika toksyczności dioksyn (ng I-TEQ/Nm<sup>3</sup>). NI = Brak danych.

Tabela 3.4 przedstawia zmierzone emisje PCDD/F oraz dioksynopodobnych PCB w trzech flamandzkich zakładach rozdrabniania. Rozdrabniacze te posiadają co najmniej system filtrów cyklonowych do odpylania gazów odlotowych. Przepływ gazów odlotowych wynosi zazwyczaj około 75 000 Nm<sup>3</sup>/godz. Wszystkie stężenia PCDD/F, z wyjątkiem jednego, były poniżej 0.1 ng

TEQ/Nm<sup>3</sup>. Stężenia dioksynopodobnych PCB różniły się znacznie w zależności od rozdrabniaczy i dni pomiarowych. Przyczyną tego są różnice w oczyszczaniu gazów odlotowych oraz rodzaj i zawartość PCB w rozdrabnianym materiale w czasie pomiarów. Podczas pomiarów nie stwierdzono szczególnej korelacji pomiędzy emisją pyłu a emisją PCDD/F lub PCB.

[26. Podgrupa mech. 2014], [105. Belgia 2007]

**Tabela 3.4: Emisje PCDD/F i dioksynopodobnych PCB w trzech flamandzkich zakładach stosujących rozdrabniacze**

Miejsce pomiaru emisji	PCDD/F (ng TEQ/Nm <sup>3</sup> )	Dioksynopodobne PCB (suma z 12 pomiarów) (ng TEQ/Nm <sup>3</sup> )
Rozdrabniacz 1	0.0098	0.048
	0.012	0.41
	0.0048	0.073
	0.0004	0.025
Rozdrabniacz 2	0.077	0.74
	0.043	1.06
	0.022	0.30
Rozdrabniacz 3	0.0088	0.171
	0.37	0.34
	0.025	0.73

W badaniu flamandzkim stwierdzono, że rozproszone źródła emisji mogą mieć znaczny wpływ na zanieczyszczenie środowiska, zwłaszcza w przypadku dioksynopodobnych PCB, a zatem należy je uwzględnić w odniesieniu do wpływu mechanicznej obróbki odpadów metalowych w rozdrabniaczach na środowisko naturalne. [26. Podgrupa mech. 2014]

Gdy duże ilości zanieczyszczonego pyłu uwalniają się w wyniku emisji rozproszonej, prowadzi to również do znacznego obciążenia emisją. Przegląd średnich, minimalnych i maksymalnych miesięcznych wartości depozycji, mierzonych od kwietnia 2003 r. do kwietnia 2004 r. w otoczeniu czterech flamandzkich rozdrabniaczy, przedstawiono w tabeli 3.5. Wyniki pokazują, że poziomy depozycji PCB-126 są na ogół wyższe niż PCDD/F i że nie ma wyraźnej korelacji pomiędzy obydwojoma związkami. Może to wskazywać, że PCDD/F i PCB-126 mają różne źródła i/lub sposoby dotarcia do środowiska. [26. Podgrupa mech. 2014]

**Tabela 3.5: Wynik pomiarów depozycji w pobliżu czterech flamandzkich zakładów stosujących rozdrabniacze**

Miejsce pomiaru depozycji	PCDD/F (pg TEQ/m <sup>2</sup> /dzień) Średnia (Min.–Max.)	PCB-126 (pg TEQ/m <sup>2</sup> /dzień) Średnia (Min.–Max.)
Rozdrabniacz 1 (przyrząd pomiarowy 1)	16 (7–25)	43 (8–102)
Rozdrabniacz 1 (przyrząd pomiarowy 2)	27 (12–41)	66 (23–123)
Rozdrabniacz 2	29 (11–54)	52 (17–83)
Rozdrabniacz 3	29 (10–45)	137 (21–223)
Rozdrabniacz 4	27 (17–34)	86 (14–142)

Późniejsze wyniki w różnych flamandzkich i niemieckich zakładach rozdrabniających potwierdziły związek pomiędzy recyklingiem złomu a zwiększonym poziomem dl-PCB w otoczeniu. [26. Podgrupa mech. 2014]

Jednakże, chociaż wsad do instalacji rozdrabniaczy zawiera czasami używane urządzenia sprzedane na rynku przed 1987 r., w których można znaleźć ślady PCB, ilość PCB wprowadzanych do rozdrabniaczy maleje i oczekuje się, że w przyszłości nadal będzie się zmniejszać. [26. Podgrupa mech. 2014]

Obecność oleju PCB z grzejników elektrycznych i niektórych kondensatorów została uznana za potencjalne źródło PCB w odpadach metalowych. Wdrożenie zarówno dyrektywy WEEE, jak i EoLV w ciągu ostatnich 10 lat nałożyło obowiązek oczyszczania z zanieczyszczeń przed rozdrobnieniem, a praktyka tego etapu oczyszczania z zanieczyszczeń została znacznie rozwinięta.

Powyższe informacje wskazują, że głównymi sposobami zapobiegania emisjom PCB i dioksyn do atmosfery w wyniku mechanicznej obróbki w rozdrabniaczach odpadów metalowych są:

- unikanie rozdrabniania odpadów zawierających PCB;
- unikanie incydentów/wypadków, takich jak deflagracja i pożary; oraz
- unikanie lub, jeżeli nie jest to wykonalne, ograniczenie emisji rozproszonych pyłów do atmosfery.

Odbywa się to poprzez optymalizację wiedzy oraz kontrolę ilości wprowadzanych odpadów (zob. sekcja 2.3.2) oraz wdrożenie odpowiednich technik zarządzania i ograniczania emisji (zob. sekcja 3.1.3.1).

#### 3.1.2.1.5 Rtęć

Rtęć może pojawić się w wsadach odpadów, głównie w strumieniach materiałów takich jak:

- wyłączniki rtęciowe niektórych WEEE zawierających czynniki chłodnicze, takich jak lodówki i zamrażarki (ilustracja 3.10), lub innych urządzeń (przełączniki czasowe, wyłączniki pływakowe, schodowe wyłączniki światła);



Źródło: [26. Podgrupa mech. 2014]

**Ilustracja 3.10:** Przelicznik rtęciowy

- niektóre podświetlenia płaskich ekranów LCD/LED (ilustracja 3.11);





Źródło: [26. Podgrupa mech. 2014]

**Ilustracja 3.11: Podświetlająca lampa rtęciowa**

- niektóre ogniwa/baterie, chociaż rtęć nie może być stosowana w Europie od 2000 r. (rysunek 3.12);



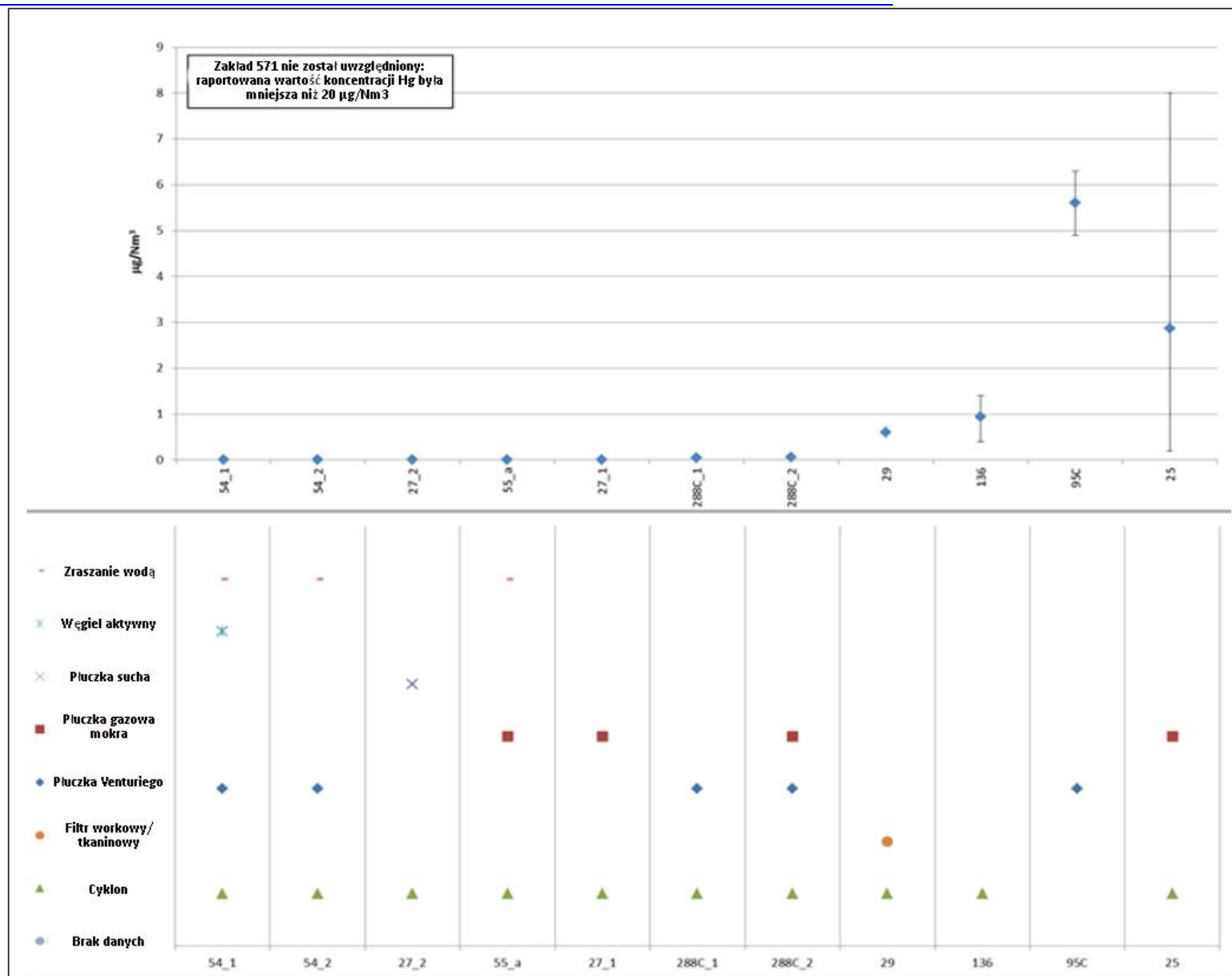
Źródło: [26. Podgrupa mech. 2014]

**Ilustracja 3.12: Ogniwa/baterie rtęciowe**

- gazowe lampy wyładowcze;
- zimno katodowe lampy fluorescencyjne (CCFL) ze skanerów oraz fotokopiarek.

Przetwarzanie tych strumieni odpadów jest objęte dyrektywą WEEE, która wymaga podjęcia wstępnych, rygorystycznych kroków mających na celu oczyszczenie z zanieczyszczeń. Odpady metalowe, o których wiadomo lub co do których istnieje podejrzenie, że zawierają rtęć, przetwarzane są w specjalnych zakładach (zob. sekcja 5.8.2) i zazwyczaj nie są przetwarzane w rozdrabniaczach metali mieszanych. [26. Podgrupa mech. 2014]

Niemniej jednak, rtęć może być obecna w emisjach do atmosfery pochodzących z mechanicznej obróbki w rozdrabniaczach odpadów metalowych, jak to pokazano na ilustracji 3.13.



Ilustracja 3.13: Emisje rtęci do atmosfery z mechanicznego przetwarzania w rozdrabniaczach odpadów metalowych

Podobnie jak w przypadku PCB oraz dioksyn, głównym sposobem zapobiegania emisji rtęci do powietrza z mechanicznej obróbki w rozdrabniaczach odpadów metalowych jest zapobieganie przedostawaniu się odpadów zawierających rtęć do procesu.

### 3.1.2.2 Emisje do wody oraz zużycie wody

[\[42. WT TWG 2014\]](#)

#### 3.1.2.2.1 Emisje do wody

Woda deszczowa jest zbierana i odprowadzana, podobnie jak każda woda uwalniana przez procesy zachodzące na terenie zakładu, w tym woda służąca do tłumienia zapylenia lub woda technologiczna. Odpływ wód powierzchniowych obejmuje również wody, które przesączają się przez magazynowane ścieki wejściowe oraz wyjściowe (po przetworzeniu). Podczas przesączania woda może wypłukiwać składniki rozpuszczalne oraz przenosić nierozpuszczalne materiały do systemu drenażowego.

Zakłady powinny posiadać nieprzepuszczalne powierzchnie składające się z kostki betonowej, z których ciecz jest odprowadzana za pomocą wychwytywaczy z piasku lub zbiorników osadowych do kolektorów wody oleistej, a następnie do punktu odprowadzania.

Celem jest zmniejszenie ilości wody, która ma być odprowadzona z zakładu, oraz zmniejszenie stopnia narażenia tej wody na potencjalne zanieczyszczenia.

W przypadku, gdy nie są ponownie wykorzystywane, ścieki odprowadzane są do kanalizacji. Tylko w przypadku, gdy lokalizacja lub inne ograniczenia techniczne uniemożliwiają podłączenie do kanalizacji, ścieki odprowadzane są bezpośrednio do akwenu odbiorczego. [\[26. Podgrupa mech. 2014\]](#)

W tabeli 3.6 podsumowano poziomy emisji do wody, które zostały zgłoszone w ramach gromadzenia danych. Należy je odczytywać razem z tabelą 3.7, która wskazuje zastosowane techniki i pochodzenie emisji do wody.

Tabela 3.6: Raportowane emisje do wody z mechanicznego przetwarzania w rozdrabniaczach odpadów metalowych

Parametr mierzony	Rodzaj monitorowania	Zakłady dostarczające dane	Zakres (mg/l z wyjątkiem pH oraz przepływu)	Ilość pomiarów dokonanych w 3-letnim okresie referencyjnym (2010 – 2012)
Przepływ (m <sup>3</sup> /h)	Ciągłe	54, 441, 478,	6.8–13	NA
	24-godzinna próbka złożona, proporcjonalna do przepływu	95, 455	9.7–36.9	NA
	Oszacowane	364-365	7	NA
pH	24-godzinna próbka złożona, proporcjonalna do przepływu	455	8.2–8.4	NA
	Próbka zbiorcza	54, 136	7.5-8.2	3–22
	Próbka chwilowa	137, 282, 289, 293, 364-365, 441, 464, 478, 571	6.5–8.1	1–12
ChZT	24-godzinna próbka złożona, proporcjonalna do przepływu	455	210–298	NA
	Próbka zbiorcza	54, 136	59–174	3–35
	Próbka chwilowa	137, 364-365, 441, 478, 571	38–697	1–10
OWO	Próbka chwilowa	289, 293, 478	8.4–112	4–13
BZT <sub>5</sub>	24-godzinna próbka złożona, proporcjonalna do przepływu	455	35–98	NA
	Próbka zbiorcza	54, 136	5.2-38	NA
	Próbka chwilowa	137, 293, 441, 571	16–280	1–10
Azot ogólny	Próbka chwilowa	293, 441, 478	5.4–51	4–7
Fosfor ogólny	Próbka chwilowa	293, 364-365, 441, 571	0.9–5.7	6–8
TSS	24-godzinna próbka złożona, proporcjonalna do przepływu	455, 456	17–129	NA
	Próbka zbiorcza	54, 136	9-41	3–32
	Próbka chwilowa	137, 282, 293, 364-365, 441, 464, 478, 571	0.1–49	1–10
THC	Próbka zbiorcza	136	3.3	3
	Próbka chwilowa	28, 137, 282, 364-365, 441, 464, 478	0.2–8.7	3–7
HOI	Próbka chwilowa	441, 478	1.1–9.5	10–11
WWA	Próbka zbiorcza	136	0.002	1
	Próbka chwilowa	137	0.000004	1
Cd	24-godzinna próbka złożona, proporcjonalna do przepływu	455	0.005–0.006	NA
	Próbka zbiorcza	54	0.002	19
	Próbka chwilowa	95, 282, 293, 364-365, 478, 571	0.0008–0.05	1–13
Hg	24-godzinna próbka złożona, proporcjonalna do przepływu	455	0.00007–0.002	NA
	Próbka zbiorcza	54	0.00007	19
	Próbka chwilowa	95, 364-365, 478, 571	0.0001–0.004	1–13
As	24-godzinna próbka złożona, proporcjonalna do przepływu	455	0.005	NA

	Próbka zbiorcza	54	0.001	17
	Próbka chwilowa	137, 364-365, 478, 571	0.001-0.01	1-13
Pb	24-godzinna próbka złożona, proporcjonalna do przepływu	455, 456	0.06-0.3	NA
	Próbka zbiorcza	54, 136	0.04-0.1	3-31
	Próbka chwilowa	28, 95, 137, 282, 289, 293, 364-365, 478, 571	0.01-0.3	1-13
Cr	24-godzinna próbka złożona, proporcjonalna do przepływu	455, 456	0.02-0.03	NA
	Próbka zbiorcza	54	0.0008	14
	Próbka chwilowa	95, 137, 282, 293, 364-365, 478, 571	0.005-0.13	1-13
Cr(VI)	24-godzinna próbka złożona, proporcjonalna do przepływu	455	0.05	NA
	Próbka chwilowa	571	0.01	1
Cu	24-godzinna próbka złożona, proporcjonalna do przepływu	455, 456	0.1-0.2	NA
	Próbka zbiorcza	54, 136	0.07-0.1	3-32
	Próbka chwilowa	28, 95, 137, 282, 293, 364-365, 441, 478, 571	0.04-0.4	1-13
Mn	24-godzinna próbka złożona, proporcjonalna do przepływu	455	0.11-0.14	NA
	Próbka zbiorcza	136	0.2	3
	Próbka chwilowa	137, 364-365	0.006-0.1	1-6
Ni	24-godzinna próbka złożona, proporcjonalna do przepływu	455, 456	0.01-0.03	NA
	Próbka zbiorcza	54, 136	0.009-0.02	2-31
	Próbka chwilowa	95, 137, 282, 293, 364-365, 478	0.00001-0.09	1-13
V	Próbka chwilowa	478	0.008	2
Zn	24-godzinna próbka złożona, proporcjonalna do przepływu	455, 456	0.6-1.5	NA
	Próbka zbiorcza	54, 136	0.2-0.6	3-31
	Próbka chwilowa	28, 95, 137, 289, 282, 293, 364-365, 464, 478, 571	0.00007-2.2	1-13
Fe	24-godzinna próbka złożona, proporcjonalna do przepływu	455, 456	0.8-7.6	NA
	Próbka chwilowa	282, 464, 441	1.4-2.4	6-12
PCB	Próbka zbiorcza	54	0	3
	Próbka chwilowa	478	0.02	6
Chlor	Próbka chwilowa	478	109	9
AOX	Próbka zbiorcza	28, 54, 137, 282, 289	< 0.2	2-12
EOX	Próbka chwilowa	478	0.01	2
BTEX	Próbka chwilowa	478	0.02	2
Surfaktant	Próbka chwilowa	571	0.1	1

Uwaga: Zakład 455 raportował poziomy emisji jako średnie dobowe. Okres Uśrednienia dla zakładu 456 nie został pokazany.  
NA = Nie dotyczy.

**Tabela 3.7: Mechaniczne przetwarzanie w rozdrabniaczach odpadów metalowych - stosowane techniki, pochodzenie emisji do wody oraz rodzaj zrzutu**

Numer zakładu	Stosowane techniki	Źródło emisji do wody	Rodzaj zrzutu
25	NI	NI	NI
26	NI	NI	NI
27	NI	NI	NI
28	NI	Cała instalacja, w tym woda odpływowa	Odprowadzanie pośrednie (wspólna instalacja do oczyszczania ścieków poza terenem zakładu)
29	NA	Brak emisji	NA
30	NI	NI	NI
54	Zbiorniki buforowe, filtracja przez piasek, przetwarzanie biologiczne	Cała instalacja	Odprowadzanie pośrednie (wspólna instalacja do oczyszczania ścieków poza terenem zakładu)
55	Dekantacja, absorpcja, filtracja przez piasek	Uzdatnianie wody na składowisku złomu	Odprowadzanie bezpośrednie za pośrednictwem wspólnej instalacji oczyszczania ścieków na terenie zakładu.
95	Separator API	Woda odpływowa	Odprowadzanie pośrednie (wspólna instalacja do oczyszczania ścieków poza terenem zakładu)
100	NA	Brak emisji	NA
136	Zbiorniki buforowe, dekantacja, system przechwytyjący z równoległymi płytami	Woda odpływowa	Odprowadzanie bezpośrednie za pośrednictwem wspólnej instalacji oczyszczania ścieków na terenie zakładu.
137	Dekantacja, filtracja	Rozdrabniacz	NI
282	Zbiornik retencyjny z wbudowanym wychwytem osadu, separator koalescencyjny	Woda odpływowa	Odprowadzenie pośrednie (miejski system kanalizacji)
285	NI	Woda odpływowa	Odprowadzenie pośrednie (miejski system kanalizacji)
286	NI	Woda odpływowa	Odprowadzenie pośrednie (miejski system kanalizacji)
288	Przesiewanie (wylapywacz osadu), separacja oleju	Woda odpływowa	Odprowadzenie pośrednie (miejski system kanalizacji)
289	Przesiewanie (wylapywacz osadu), separacja oleju	Woda odpływowa	Odprowadzenie pośrednie (miejski system kanalizacji)
290	Przesiewanie (wylapywacz osadu), separacja oleju	Woda odpływowa	Odprowadzenie pośrednie (miejski system kanalizacji)
291	Przesiewanie (wylapywacz osadu), separacja oleju	Woda odpływowa	Odprowadzenie pośrednie (miejski system kanalizacji)
293	Separator koalescencyjny z wbudowanym wychwytem osadu	Woda odpływowa	Odprowadzenie pośrednie (miejski system kanalizacji)
294	Sedymentacja (stawy)	NI	NI
364	Utlenianie chemiczne, wytrącanie chemiczne, redukcja chemiczna, koagulacja, dekantacja, filtracja	Cała instalacja	Odprowadzenie pośrednie (miejski system kanalizacji)
432	NI	Rozdrabniacz	NI
441	Sedymentacja (stawy), separator API	Cała instalacja	Odprowadzanie bezpośrednie za pośrednictwem wspólnej instalacji oczyszczania ścieków na terenie zakładu.
455	Dekantacja, separacja oleju	Przechowywanie oraz procesy o charakterze ogólnym	Odprowadzenie pośrednie (miejski system kanalizacji)
456	Dekantacja, separacja oleju	Przechowywanie	Odprowadzenie pośrednie (miejski system kanalizacji)

		oraz procesy o charakterze ogólnym	system kanalizacji)
464	Dekantacja, separacja oleju	Storage	Odprowadzanie bezpośrednie za pośrednictwem wspólnej instalacji oczyszczania ścieków na terenie zakładu.
478	Sedymentacja (stawy), separator API	Rozdrabniacz	Odprowadzanie bezpośrednie za pośrednictwem wspólnej instalacji oczyszczania ścieków na terenie zakładu.
516	NI	NI	NI
517	NI	NI	NI
571	Dekantacja, flotacja, prasa filtracyjna, separacja węglowodorów	Woda odpływająca z składowiska (magazynu) na wolnym powietrzu	Odprowadzanie pośrednie (wspólna instalacja do oczyszczania ścieków poza terenem zakładu)
Uwaga: NI = Brak danych NA = Nie dotyczy			

Spośród 31 zakładów, które uczestniczyły w gromadzeniu danych, pięć (zakłady 55, 136, 441, 464 i 478) zgłosiło zrzuty bezpośrednie do środowiska. Z wyjątkiem zakładu 364 (zrzut pośredni do miejskiego systemu kanalizacji), zgłoszone wdrożone techniki mają na celu zmniejszenie emisji cząstek stałych (TSS) oraz węglowodorów (oleje).

Trzy zakłady (55, 136 i 464) wskazały, że źródłem emisji do wody są wody deszczowe, dwa (441 i 478) wskazały, że źródłem emisji do wody jest cała instalacja.

Tabela 3.8 przedstawia zgłoszone wartości stężenia dla emisji do wody odprowadzanej bezpośrednio do środowiska.

Tabela 3.8: Mechaniczne przetwarzanie w rozdrabniaczach odpadów metalowych - bezpośredni zrzut do wody

Parametr (mg/l)	Źródło emisji do wody			
	Woda deszczowa		Cała instalacja	
	Zakład 136	Zakład 464 <sup>(1)</sup>	Zakład 441	Zakład 478
TSS	41	74	42	19.6
BZT5	38	NI	18.4	NI
ChZT	174	NI	105.8	328
OWO	NI	NI	NI	95.9
THC	3.3	3.9	8.7	0.2
HOI	NI	NI	9.5	1.1
WWA	0.0023	NI	NI	NI
Azot ogólny	NI	NI	5.4	7.23
Fosfor ogólny	NI	NI	0.975	NI
Cd	NI	NI	NI	0.00083
Hg	0.0005	NI	NI	0.00013
Sb	NI	NI	NI	0.003
As	NI	NI	NI	0.002
Pb	0.13	NI	NI	0.03
Cr	NI	NI	NI	0.0063
Cr(VI)	NI	NI	NI	NI
Cu	0.073	NI	0.22	0.053
Ni	0.009	NI	NI	0.02
Zn	0.6	0.8	NI	0.5
Fe	NI	3	2	NI

<sup>(1)</sup> Dane liczbowe to maksymalne zgłoszone wartości (średnia z trzech lat referencyjnych) trzech punktów uwolnienia wskazanych w kwestionariuszu.  
Uwaga: Nie dostarczono danych dla Zakładu 55.  
NI = Brak danych.

### 3.1.2.2.2 Zużycie wody

Rozdrabniacze odpadów metalowych nie zużywają dużo wody, a wiele obiektów pracuje bez wody. Jednakże woda może być używana do wstrzykiwania do młyna lub do płuczki gazowej mokrej. Po oczyszczeniu, jest ona często ponownie używana w obiegu zamkniętym. Dopływ świeżej wody jest ograniczony do wody dodawanej celem uzupełnienia strat spowodowanych odparowaniem lub wodą pozostającą w zbiorniku osadu. Zastosowanie nowszych metod, takich jak dodanie środka spieniającego do wtrysku do młyna, zmniejsza ilość wykorzystywanej wody. [\[26. Podgrupa mech. 2014 \]](#)

Raportowana ilość wody wykorzystywanej w systemach rozdrabniaczy półmokrych lub mokrych (woda wtryskiwana do młyna lub używana przez płuczkę gazową mokrą (Venturiego) wynosi 1-10 litrów na tonę przetworzonych odpadów.



### 3.1.2.3 Hałas oraz wibracje

Eksploatacja rozdrabniaczy powoduje emisję hałasu, spowodowanego przez maszyny oraz technologię obsługi materiałów, jak również dostarczanie materiału wsadowego do rozdrabniacza i transport materiału wyjściowego.

W niektórych państwach członkowskich przeprowadzono monitorowanie zarówno poziomów hałasu w czasie pracy rozdrabniacza/przetwarzania, jak i w czasie jego bezczynności, nieprzetwarzania oraz podczas wyłączenia młyna. Uzyskane dane wskazują, że młyn jest głównym źródłem hałasu na terenie zakładu, pomimo że inne operacje również znacząco przyczyniają się do powstawania hałasu.

### 3.1.2.4 Zużycie energii

Zużycie energii elektrycznej zależy bezpośrednio od mocy wirnika oraz rodzaju zastosowanych procesów i technologii. Jest ono zatem bardzo specyficzne dla każdego indywidualnego przypadku i można go porównać jedynie w ograniczonym zakresie. Monitorowanie i raportowanie całkowitego zużycia brutto mogą być przeprowadzane celem skalkulowania kosztów, a na przykład szybkość, z jaką młyn czerpie prąd na miejscu, może być monitorowana, ale nie zawsze jest rejestrowana.

Szczegółowe monitorowanie/mierzenie mocy wykorzystywanej przez operatorów rozdrabniaczy do zasilania zakładów jest ograniczone, chociaż Biuro Międzynarodowego Recyklingu, światowa federacja branży recyklingu, rozpoczęło analizę porównawczą efektywności energetycznej rozdrabniaczy.

Informacje od producenta sugerują, że szacunki dotyczące wykorzystania mocy opierają się na wielkości (wielkość wsadu i obudowy młyna) oraz mocy znamionowej młyna i jego zdolności produkcyjnej. Rozdrabniacz odpadów metalowych o mocy 2 200 kW (3000 KM) mógłby przetworzyć około 100-130 ton/godzinę, a zatem zużycie energii wyniosłoby 17-22 kWh na tonę. Pozwoli to wyprodukować 70-90 ton produktu żelaznego na godzinę. Rzeczywiste zużycie energii zmienia się w zależności od dnia i materiału. Średnie zużycie energii wynosi około 27.2 kWh/t, przy zakresie 17-47 kWh/t. [\[26. Podgrupa mech. 2014\]](#)

Zgodnie z danymi, średnie jednostkowe zużycie energii elektrycznej wynosi około 30 kWh/t, przy zakresie 7-60 kWh/t.

## 3.1.3 Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT

### 3.1.3.1 Techniki zapobiegające lub ograniczające emisje do atmosfery

#### 3.1.3.1.1 Ograniczanie emisji gazów odlotowych przy użyciu cyklonu, płuczki Venturiego oraz filtra workowego, w kombinacji lub osobno

##### Opis

Urządzenia stosowane w rozdrabniaczu (tj. młynek, separator densymetryczny, przenośniki) są obudowane (zamknięte) i połączone rurami. Powietrze odlotowe jest zbierane z młyna i separatora densymetrycznego, a następnie poddawane obróbce przed uwolnieniem celem zmniejszenia emisji pyłów i metali związanych z cząstkami stałymi PCDD/F oraz dioksynopodobnych PCB.

##### Szczegóły techniczne

W zależności od typu rozdrabniacza istnieją różne rodzaje systemów zbierania i przetwarzania powietrza. Niektóre z tych technik lub ich kombinacji to:

- system rozdrabniający z pojedynczym cyklonem;
- system rozdrabniający z cyklonem(ami), płuczką Venturiego i pojedynczym wyciągiem powietrza;

- system rozdrabniacza z cyklonem, filtrem workowym i pojedynczym wyciągiem powietrza;
- system rozdrabniacza z dwoma cyklonami (jeden odbierający z młyna, drugi odbierający z następującego po nim separatora densymetrycznego), filtrem workowym/tkaninowym i pojedynczym wyciągiem powietrza;
- system rozdrabniacza z płuczką Venturiego;
- system rozdrabniacza z cyklonem(ami), płuczką Venturiego, filtrem workowym i dwoma wyciągami;
- system rozdrabniacza z wtryskiem wody do młyna i cyklonu(ów) i/lub płuczka gazowa mokra.

We wszystkich typach systemów materiały sklasyfikowane jako unoszące się w powietrzu (lekka frakcja rozdrabniacza) są odprowadzane z cyklonów/stropu poprzez zawory obrotowe na zakryte przenośniki taśmowe, które transportują materiał do bunkra, pojemnika, ciężarówki lub wagonu kolejowego.

Opisy poszczególnych technik ograniczania pylenia, np. cyklon, płuczka Venturiego i filtr tkaninowy, podano w sekcji 2.3.4.

System redukcji emisji może być połączony z działaniem zakładu, tak więc zakład nie może działać, jeśli system redukcji emisji nie działa.

#### **Korzyści dla środowiska**

Osiągnięte korzyści dla środowiska wynikające z zastosowania omówionych technik obejmują:

- ograniczenie emisji do atmosfery pyłu oraz cząstek metali;
- poprawa wskaźnika recyklingu poprzez usunięcie lekkiej frakcji rozdrabniacza (SLF) z rozdrobnionego materiału.

W dużym rozdrabniaczu może wystąpić zjawisko deflagracji. Oprócz odpylania powietrza odlotowego i oddzielania SLF od rozdrobnionych materiałów, technika płuczki gazowej mokrej ma tę ważną zaletę, że jest w stanie wytrzymać fale uderzeniowe do 3 barów w przypadku deflagracji. [\[26. Podgrupa mech. 2014\]](#)

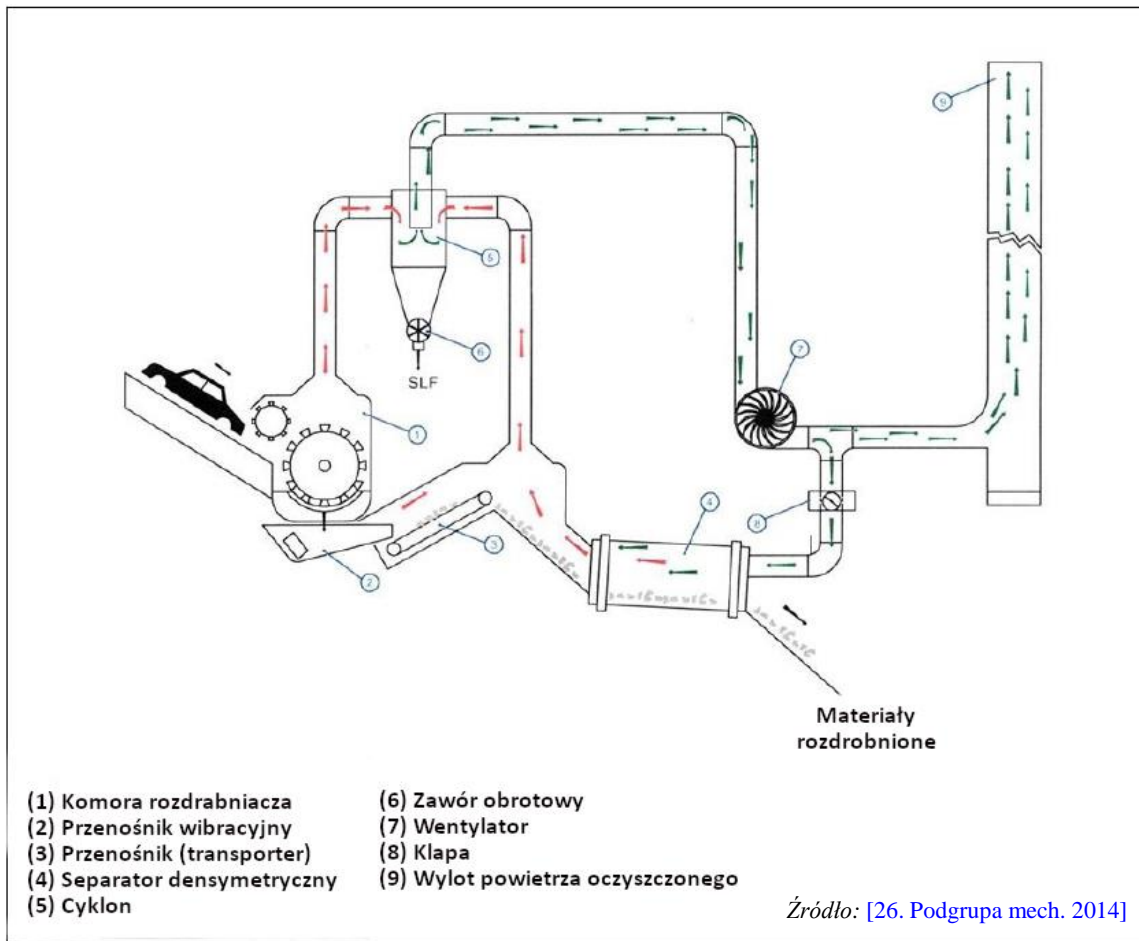
Wtrysk wody do komory rozdrabniacza sam w sobie nie zapobiega deflagracji, ale może je stłumić.

#### **Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Zobacz tabela 3.9.

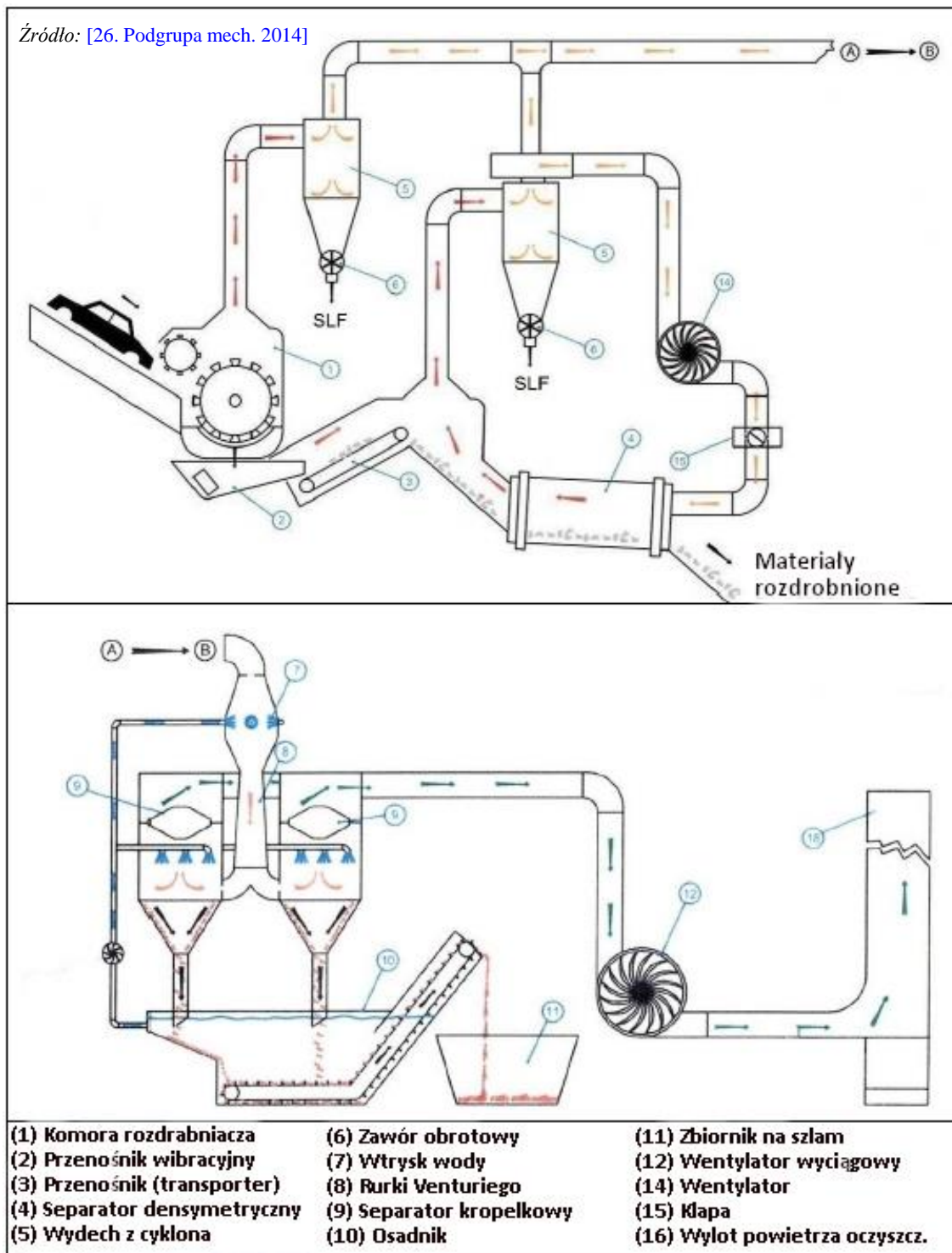
Przykłady czterech typów rozdrabniaczy podano poniżej.

- System rozdrabniacza z pojedynczym cyklonem: odbiór powietrza wyciągowego z młyna oraz z następującego po nim separatora powietrzem do pojedynczego cyklonu i jednego wylotu czystego powietrza (zobacz ilustracja 3.14). System ten jest najczęściej spotykany w starych nieremontowanych zakładach i generalnie wykazuje niską skuteczność redukcji emisji. Faktycznie, głównym zastosowaniem cyklonów jest w zasadzie wstępne oddzielenie gruboziarnistego pyłu.



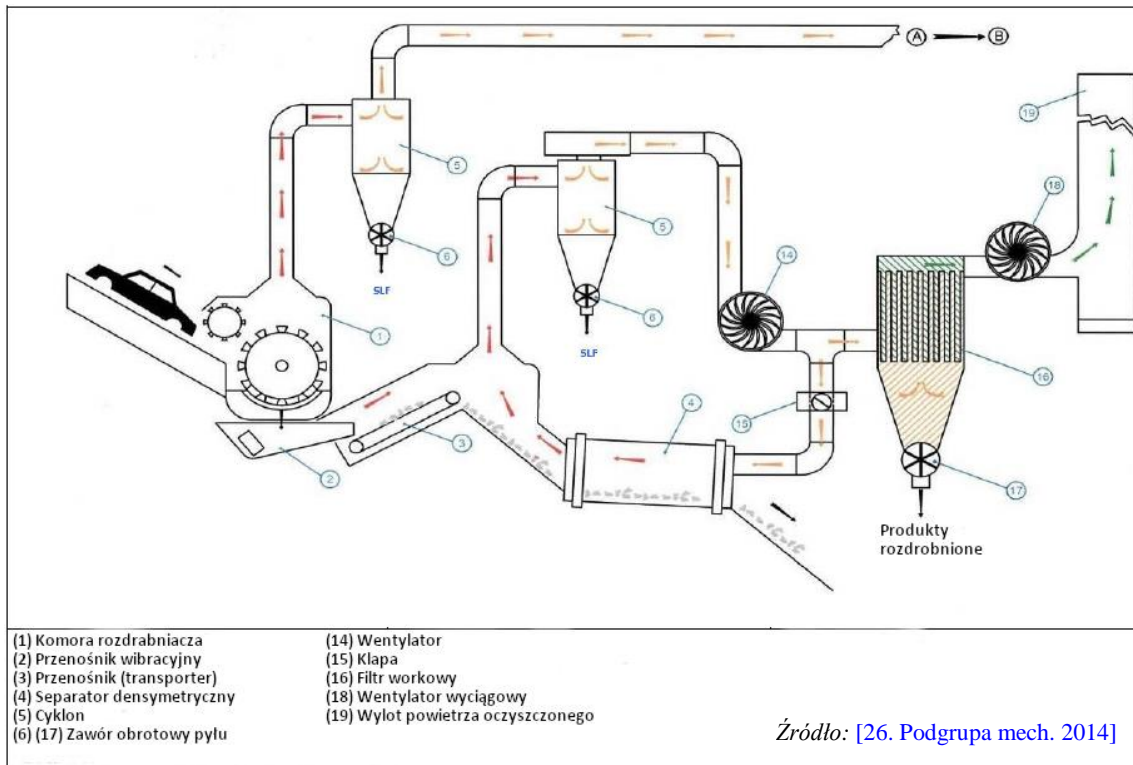
**Ilustracja 3.14: System rozdrabniacza z pojedynczym cyklonem**

- System rozdrabniacza z dwoma cyklonami, płuczką Venturiego i pojedynczym wyciągiem powietrza: odbiór powietrza wyciągowego z młyna oraz z następującego po nim separatora powietrzem do dwóch cyklonów/komory nad nimi przed skierowaniem go do płuczki Venturiego i jednego wylotu czystego powietrza (zobacz ilustracja 3.15).



Ilustracja 3.15: System rozdrabniacza z dwoma cyklonami, płuczką Venturiego i pojedynczym wyciągiem

- System rozdrabniacza z dwoma cyklonami, płuczką Venturiego, filtrem workowym i podwójnym wyciągiem: odbiór powietrza wyciągowego z młyna do cyklonu/komory na nim, a następnie do płuczki Venturiego oraz zebranie strumienia powietrza z separatora powietrzem do oddzielnego cyklonu, po którym następuje filtr workowy; następnie dwa wyciągi oczyszczonego powietrza (zobacz ilustracja 3.16).



**Ilustracja 3.16: System rozdrabniacza z dwoma cyklonami, płuczką Venturiego, filtrem workowym i podwójnym wyciągiem**

Powietrze obciążone pyłem jest wstępnie oczyszczane w cyklonie (5) przed ponownym przetworzeniem w płuczce Venturiego (A → B). Powietrze z separatora powietrzem jest wstępnie oczyszczane w innym cyklonie (5) przed ponownym oczyszczeniem w filtrze workowym (16).

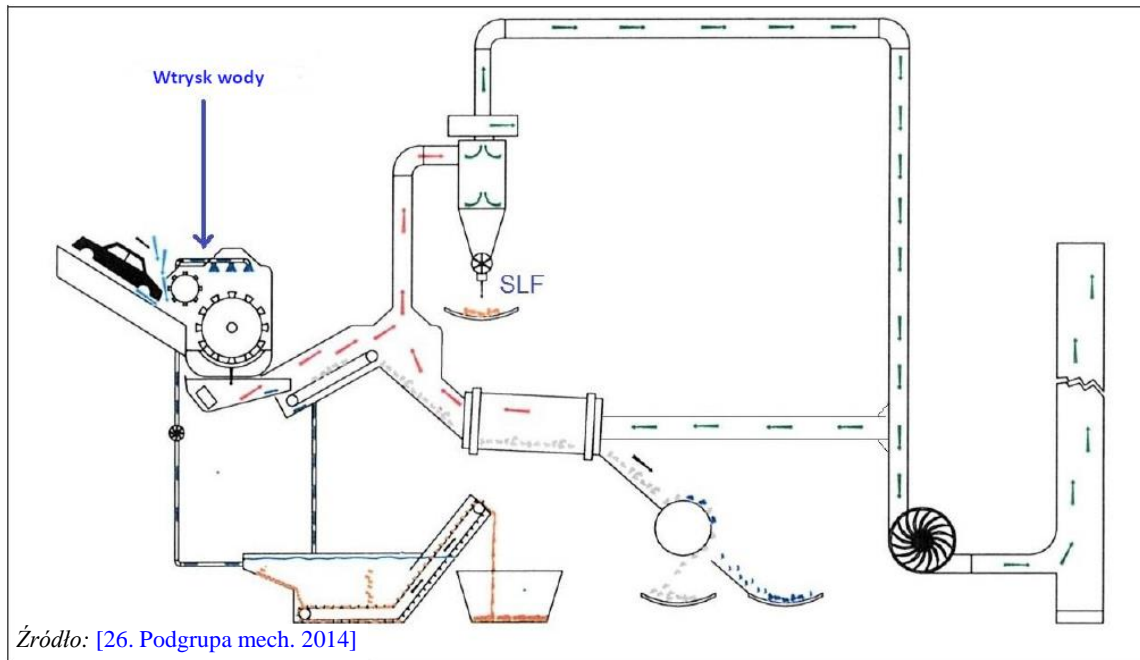
Duża część wstępnie oczyszczonego powietrza z drugiego cyklonu jest zwracana do klasyfikatora powietrznego (bębna lub kaskady) przez wentylator recykulacyjny (14).

W płuczce zawartość pyłu w powietrzu wywiewanym na wylocie cyklonu jest redukowana do zalecanej wartości. Proces ten odbywa się poprzez wstrzyknięcie wody do szyjki Venturiego (zobacz (7) na ilustracji 3.15), w którym woda jest przekształcana w drobne krople, pochłaniające cząsteczki pyłu.

Zanieczyszczona woda jest kierowana do osadnika (zob. 10 na ilustracji 3.15) celem oczyszczenia. Podczas gdy oczyszczona woda powraca do pompy Venturiego, substancje stałe są usuwane do pojemników przenośnika (wydobyty szlam).

Oprócz płuczek Venturiego do usuwania pyłu na mokro w dużych rozdrabniaczach można stosować inne techniki (np. płuczki pierścieniowe). Wspólną cechą jest ich wytrzymałość i odporność na szoki ciśnieniowe.

- System rozdrabniacza z wtryskiem wody do młyna: nie ma odsysania powietrza z młyna - wstępne tłumienie pyłu w komorze rozdrabniacza uzyskuje się przez rozpylanie mgły wodnej. Przepływające powietrze, które zawiera pył resztkowy, może być następnie oczyszczone za pomocą cyklonu(ów) lub płuczki Venturiego. Wtryskiwana woda jest wychwytywana głównie przez lekką frakcję rozdrabniacza (zob. ilustracja 3.17).



**Ilustracja 3.17: System rozdrabniacza z wtryskiem wody do młyna**



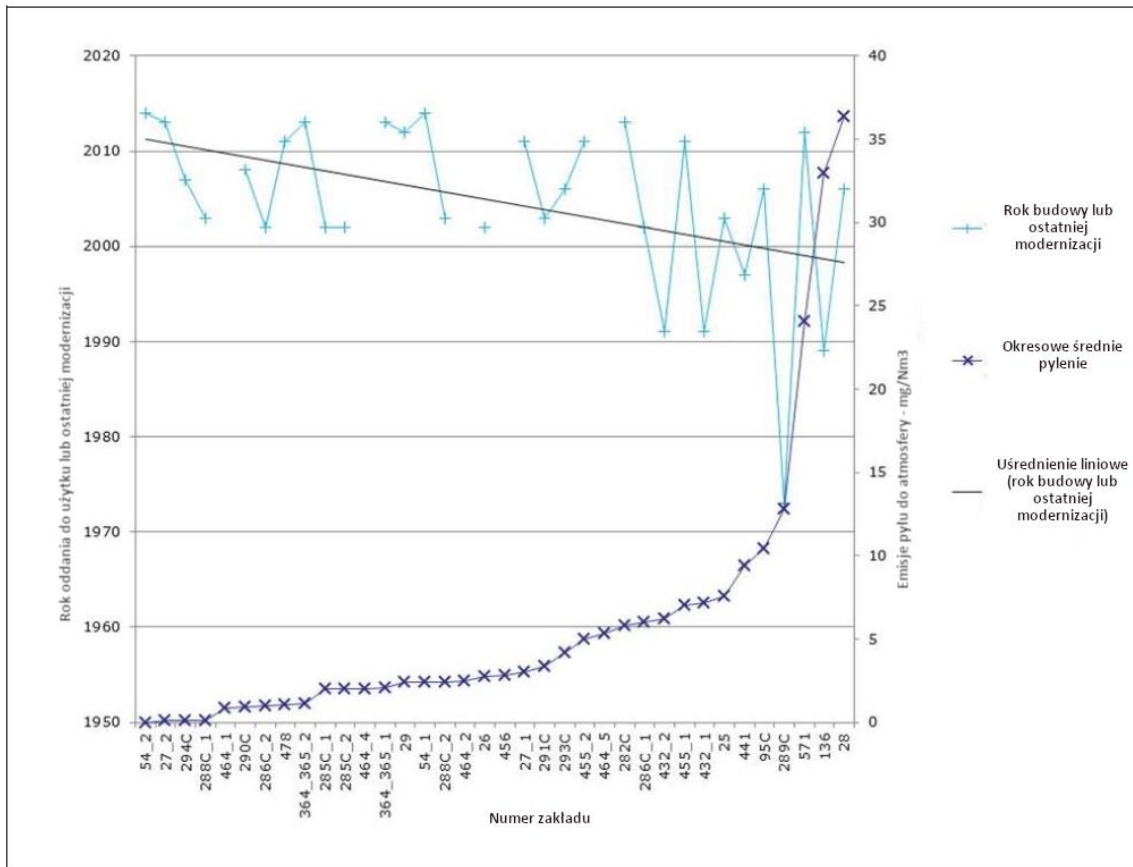
**Ilustracja 3.18: Wtrysk wody do rozdrabniacza**

Odpady przeznaczone do rozdrobnienia są zwilżane przez wtrysk wody do rozdrabniacza (rysunek 3.18). Ilość wtryskiwanej wody jest regulowana w zależności od ilości rozdrabnianych odpadów (które mogą być monitorowane za pomocą energii zużywanej przez silnik rozdrabniacza). Jeżeli mgła wodna jest właściwie kontrolowana, separacja powietrzem nie zostanie zakłócona. System powietrzny działa bez systemów filtrujących, a pył jest oddzielany od strumienia powietrza za pomocą cyklonu(ów) i/lub płuczki gazowej mokrej.

W okresie zimowym w północnej Europie surowiec wsadowy może być na tyle mokry (od śniegu, lodu i deszczu), że nie będzie potrzeby włączania dodatkowej wody do rozdrabniacza.

W niektórych krajach konieczne może być ogrzewanie niektórych komponentów, takich jak śluzy powietrzne czy przewody do wtrysku wody.

Z zebranych danych wynika, że wdrożenie opisanych powyżej typów rozdrabniaczy jest związane z wiekiem zakładu. Niewiele jest przykładów zakładów w Europie wyposażonych w system rozdrabniacza z wtryskiem wody do młyna (tylko jeden zakład zlokalizowany w Szwecji w bazie danych). Ilustracja 3.19 poniżej przedstawia związek pomiędzy emisją pyłu a wiekiem zakładu.



**Ilustracja 3.19: Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych - zależność pomiędzy wiekiem zakładu a emisją pyłu do atmosfery**

Poziomy emisji pyłu mogą być postrzegane jako wskaźnik wszystkich innych emisji, ponieważ wszystkie istotne emisje są bezpośrednio związane z pyłem. Wraz z redukcją zapylenia, inne emisje, w szczególności emisje metali, są również redukowane. Dlatego też skuteczny system redukcji zapylenia redukuje również emisję metali do atmosfery. Tabele 3.9 i 3.10 przedstawiają wydajność środowiskową mechanicznego przetwarzania w rozdrabniaczach odpadów metalowych w zakresie emisji pyłu, ołowiu i miedzi do atmosfery.

Tabela 3.9: Efektywność środowiskowa obróbki mechanicznej w rozdrabniaczach odpadów metalowych (emisja pyłu do atmosfery)

Numer zakładu	Koncentracja minimalna (mg/Nm <sup>3</sup> )	Koncentracja średnia (mg/Nm <sup>3</sup> )	Koncentracja maksymalna (mg/Nm <sup>3</sup> )	Główne techniki stosowane do uniknięcia/redukcji emisji	Rodzaj pomiaru	Ilość pomiarów dokonana w 3 letnim okresie referencyjnym (2010-2012)
025	4.50	7.59	9.90	Separacja cyklonem, oczyszczanie (płukanie) na mokro	Okresowy	9
026	2.00	2.73	3.40	Separacja cyklonem, oczyszczanie (płukanie) na mokro	Okresowy	9
027_1	3.00	3.00	3.00	Separacja cyklonem, oczyszczanie (płukanie) na mokro	Okresowy	1
027_2	< 0.1	< 0.1	0.10	Separacja cyklonem, oczyszczanie (płukanie) na mokro	Okresowy	1
028_2	4.40	4.40	4.40	Separacja cyklonem, oczyszczanie (płukanie) na mokro	Okresowy	1
029	2.40	2.40	2.40	Filtr workowy/tkaninowy, separacja cyklonem	Okresowy	1
054_1	2.40	2.40	2.40	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego, separacja cyklonem, zraszanie wodą (pył), płuczka Venturiego	Okresowy	1
054_2	0.00	0.00	0.00	Separacja cyklonem, zraszanie wodą (pył), płuczka Venturiego	Okresowy	1
055_a	3.40	3.40	3.40	Separacja cyklonem, zraszanie wodą (pył), oczyszczanie (płukanie) na mokro	NI	NI
055_b	3.50	3.50	3.50	Separacja cyklonem, zraszanie wodą (pył), oczyszczanie (płukanie) na mokro	NI	NI
282C	5.80	5.80	5.80	Separacja cyklonem, płuczka Venturiego, zraszanie wodą (pył)	Okresowy	1
285C_1	2.00	2.00	2.00	Separacja cyklonem, oczyszczanie (płukanie) na mokro	Okresowy	1
285C_2	2.00	2.00	2.00	NI	Okresowy	1
286C_1	6.00	6.00	6.00	NI	Okresowy	1
286C_2	1.00	1.00	1.00	NI	Okresowy	1
288C_1	0.10	0.10	0.10	Płuczka Venturiego, separacja cyklonem	Okresowy	3



288C_2	1.20	2.43	4.60	Separacja cyklonem, oczyszczanie (płukanie) na mokro, płuczka Venturiego	Okresowy	3
290C	0.80	0.92	1.04	Separacja cyklonem, płuczka Venturiego	Okresowy	3
291C	2.00	3.37	4.60	Separacja cyklonem, płuczka Venturiego	Okresowy	3
293C	4.20	4.20	4.20	Separacja cyklonem, filtr workowy/tkaninowy, zraszanie wodą (pył)	Okresowy	1
294C	0.10	0.10	0.10	Separacja cyklonem, filtr workowy/tkaninowy, zraszanie wodą (pył)	Okresowy	1
316	0.30	0.40	0.50	Filtr workowy/tkaninowy	Okresowy	1
364_365_1	0.30	2.09	6.10	Filtr workowy/tkaninowy, płuczka Venturiego, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Okresowy	12
364_365_2	0.12	1.12	3.44	Filtr workowy/tkaninowy	Okresowy	9
432_1	2.53	7.17	9.95	Płuczka Venturiego, filtr workowy/tkaninowy	Okresowy	6
432_2	1.10	6.21	9.95	Płuczka Venturiego, filtr workowy/tkaninowy	Okresowy	6
455_2	5.00	5.00	5.00	Separacja cyklonem, filtr workowy/tkaninowy	Okresowy	3
456	2.80	2.80	2.80	Separacja cyklonem, oczyszczanie (płukanie) na mokro	Okresowy	1
464_1	0.85	0.85	0.85	Separacja cyklonem, filtr workowy/tkaninowy	Okresowy	1
464_2	1.20	1.20	1.20	Separacja cyklonem, filtr workowy/tkaninowy	Okresowy	3
464_3	1.00	1.00	1.00	Separacja cyklonem, filtr workowy/tkaninowy	Okresowy	1
464_4	2.01	2.01	2.01	Filtr workowy/tkaninowy	Okresowy	1
464_5	9.60	9.60	9.60	Separacja cyklonem	Okresowy	2
478	0.40	1.05	1.70	Separacja cyklonem	Okresowy	2

Uwaga: NI = Brak danych

**Tabela 3.10: Efektywność środowiskowa obróbki mechanicznej w rozdrabniaczach odpadów metalowych (pył, emisje Pb i Cu do atmosfery)**

Typ rozdrabniacza	Wydajność (tony/dzień)	Strumień wywiewanego powietrza (Nm <sup>3</sup> /godz.)	Średnia koncentracja pyłu (mg/Nm <sup>3</sup> )	Średnia koncentracja Pb (mg/Nm <sup>3</sup> )	Średnia koncentracja Cu (mg/Nm <sup>3</sup> )	Ilość pomiarów dokonana w 3 letnim okresie referencyjnym (2010-2012)
Typ 1 (cyklon pojedynczy)	80	12 000	9.6	NI	NI	Pył: 1
Typ 2 (cyklon, płuczka Venturiego)	220 – 1 100	16 000 – 106 000	0.1–10.4	< 0.0002 – .02	0.008 – 0.02	Pył: do 12 Pb: do 9 Cu: do 9
Typ 3 (cyklon, płuczka Venturiego oraz filtr workowy)	70 <sup>(1)</sup>	9 000 – 83 000	0.1–5	0.002 – 0.2	0.003 – 0.12	Pył: do 9 Pb: do 9 Cu: do 9
Typ 4 (wtrysk wody do młyna)	800	128 400	1.1	0.003	0.002	Pył: 2 Pb: 2 Cu: 2

<sup>(1)</sup> Tylko jeden zakład (zakład 29) podał wydajność dobową.  
 Uwagi:  
 Typ 1: 464-5.  
 Typ 2: 25, 26, 27, 28, 54, 55, 95, 282, 285, 288, 290, 291, 441, 455-1, 456, 464-3.  
 Typ 3: 29, 293, 294, 364, 455-2, 464-1, 464-2, 464-4  
 Typ 4: 478.  
 NI = Brak danych.

Filtry workowe znajdują się zazwyczaj w nowszych rozdrabniaczach z oddzielnymi przepływami powietrza odlotowego dla wirnika i separatora oraz odpowiednią technologią separacji (np. separacja powietrzna).

Płuczki Venturiego są uznanymi i sprawdzonymi w praktyce technologiami.

Systemy płuczek/oczyszczania na mokro są zazwyczaj stosowane na etapie separacji. Ogólnie rzecz biorąc technologie odpylania na mokro są testowane i nadają się do stosowania w dużych zakładach rozdrabniających.

Zużyta woda z płuczki gazowej mokrej może być ponownie użyta po uzdatnieniu za pomocą sita bębnowego i płuczki błotnej.

#### Oddziaływanie na procesy i środowisko

- Zużycie wody gdy jest ona wstrzykiwana do młyna.
- Zależnie od lokalnych warunków (np. sezon zimowy w krajach leżących na północy), zużycie energii do podgrzewania rur systemu wtrysku wody.
- Może być wygenerowany muł w przypadku gdy system wtrysku wody nie jest odpowiednio kontrolowany.
- Gruntowna separacja zwiększa ilość pyłu (filtr workowy) i szlamu (płuczka gazowa mokra) do przetwarzania i spalania.

#### Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Filtr tkaninowy może nie mieć zastosowania do kanałów powietrza odlotowego podłączonych bezpośrednio do rozdrabniacza, gdy nie można złagodzić skutków deflagracji filtra tkaninowego (np. poprzez zastosowanie zaworów nadmiarowych ciśnienia).

Systemy rozdrabniające z wtryskiem wody do rozdrabniacza mogą nie mieć zastosowania ze względu na warunki lokalne (np. niska temperatura zimą w krajach północnych lub susza latem w krajach południowych).

### **Ekonomika**

Koszty inwestycji zależą od zastosowanej techniki, ale cyklon i płuczka z wszystkimi urządzeniami kosztuje około 1 000 000 EUR.

Koszty eksploatacji oraz utrzymania zależą od wydajności, wielkości i zużycia wody i wahają się od 350 000 EUR do 500 000 EUR rocznie.

### **Sila napędowa wdrażania**

Prawodawstwo dotyczące ochrony środowiska.

### **Przykładowe zakłady**

Zobacz tabela 3.9.

### **Literatura źródłowa**

[\[26. Podgrupa mech. 2014\]](#), [\[42. WT TWG 2014\]](#)

#### **3.1.3.1.2 Ultrafiltracja**

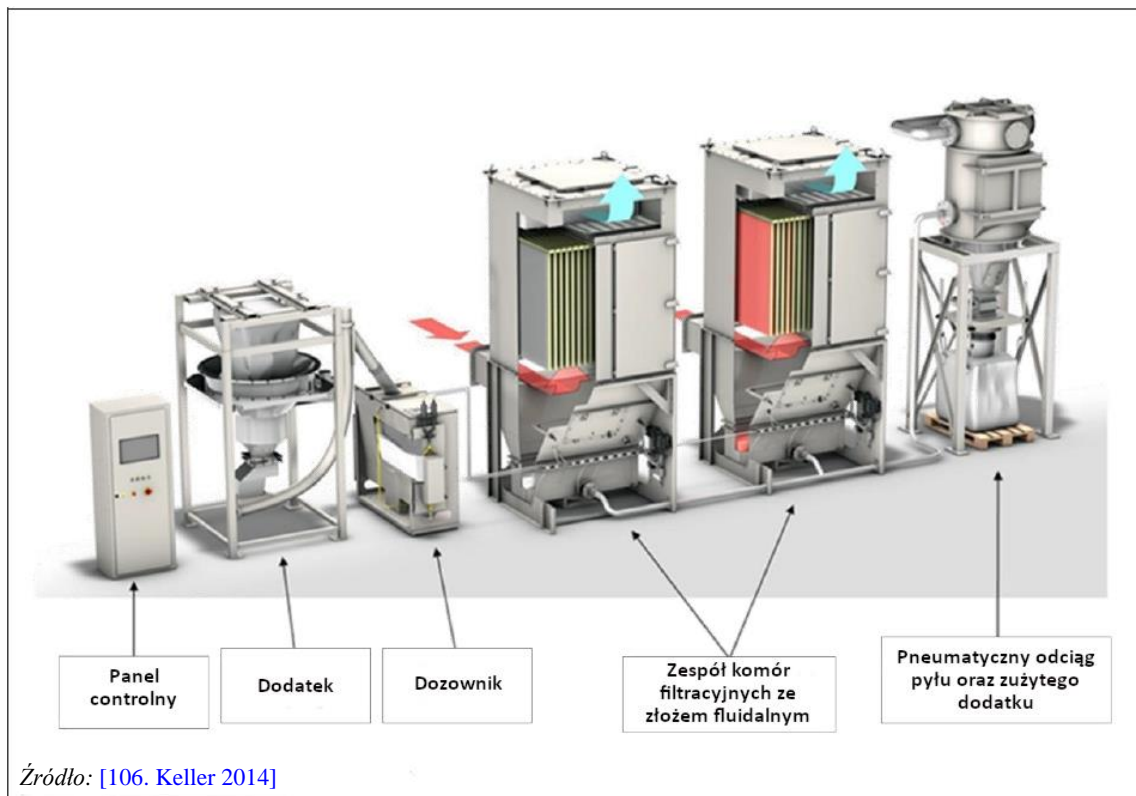
##### **Opis**

Wtrysk węgla aktywnego oraz ultrafiltracja.

##### **Szczegóły techniczne**

Zasada takiego zautomatyzowanego systemu filtracji powstała z myślą o zastosowaniu w malarniach i obejmuje ogniwa z filtracją membranową PTFE, z uprzednią absorpcją PCB i LZO przez porowaty dodatek. Dodatek zapobiega przedostawaniu się LZO i PCB do membrany. Niemniej jednak membrana wymagana jest do wychwytywania resztek chemikaliów. Dodatek jest regenerowany w złożu fluidalnym, a gdy nie nadaje się już do zwrotu do systemu, wychwytywany w dużych workach do utylizacji lub odzysku energii. System ten jest kompatybilny z pierwszym przepływem w cyklonie. Sześć jednostek powinno wystarczyć do obsługi przepływu powietrza wynoszącego około 60 000 m<sup>3</sup>/godz.

Ilustracja 3.20 poniżej przedstawia przykład techniki ultrafiltracji.



**Ilustracja 3.20: Przykład ultrafiltracji**

#### Korzyści dla środowiska

Korzyści dla środowiska tej techniki obejmują:

- zmniejszenie emisji lotnych związków organicznych do atmosfery;
- zmniejszenie emisji PCB do atmosfery.

#### Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Technologia ta stosowana jest tylko w jednym zakładzie rozdrabniającym, w Belgii. [107. Podgrupa mech. 2014]

Emisje zgłoszone przez zakład 54 w 2010 r. odniesieniu do pyłu i PCB są następujące:

- pył:  $2.4 \text{ mg/Nm}^3$ ;
- PCB:  $0.0093 \text{ ng/Nm}^3$ .

#### Oddziaływanie na procesy i środowisko

Nie dostarczono danych.

#### Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Węgiel aktywny w pewnych temperaturach ma tendencję do samozapłonu.

#### Ekonomika

Koszt operacyjny tej techniki wynosi mniej niż 1 EUR na tonę przetworzonego złomu [BE - zakład 54].

Ultrafiltracja zwiększa koszty produkcji o 3-5 %. [26. Podgrupa mech. 2014].

#### Siła napędowa wdrażania

Prawodawstwo w zakresie ochrony środowiska dotyczące PCB (przenoszonych drogą powietrzną lub magazynowanych).

#### Przykładowe zakłady

Zakład 54.

#### Literatura źródłowa

[26. Podgrupa mech. 2014], [42. WT TWG 2014]

### 3.1.3.1.3 Zapobieganie lub ograniczanie emisji rozproszonych

#### 3.1.3.1.3.1 Specyficzna procedura odbioru

##### **Opis**

Ogólne techniki zapobiegania emisjom rozproszonym opisano w sekcji 2.3.5. W przypadku mechanicznego przetwarzania w rozdrabniaczach odpadów metalowych obowiązują szczególne procedury odbioru.

##### **Szczegóły techniczne**

Procedura obejmuje:

- przeprowadzenie szczegółowej kontroli belowanych odpadów przed ich rozdrobieniem;
- usuwanie elementów niebezpiecznych ze strumienia wejściowego odpadów (np. butli gazowych, nie oczyszczonych z substancji szkodliwych pojazdów wycofanych z eksploatacji (EoLV) oraz WEEE, elementów zanieczyszczonych PCB lub rtęcią, elementów radioaktywnych) oraz ich bezpieczne usuwanie;
- obróbka pojemników tylko wtedy, gdy towarzyszy im deklaracja czystości.

##### **Korzyści dla środowiska**

Osiągnięte korzyści dla środowiska wynikające z tej techniki obejmują zapobieganie rozproszonym emisjom spowodowanym wypadkami oraz incydentami.

##### **Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Nie dostarczono danych.

##### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Brak.

##### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Technika ogólnie dostępna.

##### **Ekonomika**

Nie dostarczono danych.

##### **Siła napędowa wdrażania**

Bezpieczeństwo urządzeń technicznych oraz pracowników, a także wymogi prawne i wymagania dotyczące pozwoleń.

##### **Przykładowe zakłady**

Nie dostarczono danych.

##### **Literatura źródłowa**

[\[21. WT TWG 2016\]](#)

#### 3.1.3.1.3.2 Klapy bezpieczeństwa

##### **Opis**

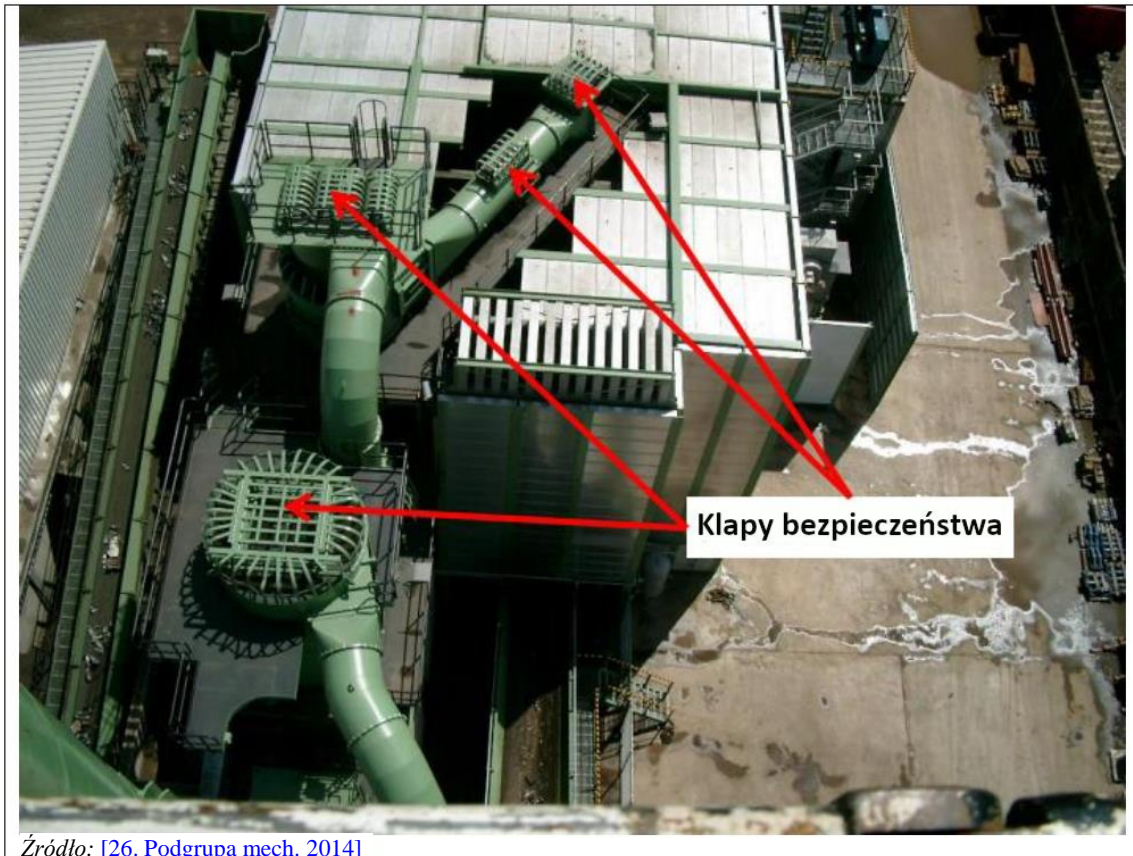
W celu zabezpieczenia przed nadmiernym ciśnieniem pochodzącym z deflagracji, które w przeciwnym razie spowodowałyby poważne szkody oraz późniejsze emisje, instalowane są klapy bezpieczeństwa.

##### **Szczegóły techniczne**

W przypadku deflagracji klapy bezpieczeństwa uwalniają nadmiar ciśnienia. W niektórych przypadkach są to gumowe klapy, które pomagają uniknąć wycieku powietrza w normalnych warunkach pracy.

Ciśnieniowe urządzenia bezpieczeństwa, np. na ścianach bocznych lub na dachu, mogą zminimalizować otwarcia w budynku, które prowadzą do uwolnienia emisji rozproszonych.

Ilustracja 3.21 przedstawia przykład klapy bezpieczeństwa w zakładzie rozdrabniającym.



Źródło: [26. Podgrupa mech. 2014]

**Ilustracja 3.21:** Widok z lotu ptaka na klapy bezpieczeństwa w zakładzie rozdrabniającym

#### **Korzyści dla środowiska**

Zmniejszenie emisji rozproszonych.

#### **Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

W przypadku rur powierzchnia dla klapy bezpieczeństwa zazwyczaj obliczana jest jako 10% objętości rury (np. dla rury o objętości  $10 \text{ m}^3$ , powierzchnia  $1 \text{ m}^2$  dla klapy bezpieczeństwa jest już odpowiednia).

#### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Nie dostarczono danych.

#### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Technika ogólnie dostępna.

#### **Ekonomika**

Nie dostarczono danych.

#### **Siła napędowa wdrażania**

Ochrona urządzeń zakładu.

#### **Przykładowe zakłady**

Nie dostarczono danych.

#### **Literatura źródłowa**

[26. Podgrupa mech. 2014]

#### 3.1.3.1.3.3 Plan zarządzania deflagacją

#### **Opis**

Wdrożenie planu zarządzania deflagacją w ramach planu zarządzania wypadkami (zob. sekcja 2.3.13, 2.3.1.1).

**Szczegóły techniczne**

Plan zarządzania deflagracją obejmuje:

- protokół reagowania na incydenty związane z deflagracją;
- program ograniczania deflagracji, mający na celu identyfikację źródła (źródeł) oraz wdrożenie środków zapobiegających wystąpieniu deflagracji (np. kontrola ilości wprowadzanych odpadów czy usuwanie elementów niebezpiecznych (zob. sekcja 3.1.3.1.3.1));
- przegląd dotychczasowych przypadków deflagracji i środków zaradczych oraz upowszechnianie wiedzy na temat deflagracji.

**Korzyści dla środowiska**

Korzyści dla środowiska omawianej techniki obejmują:

- zabezpieczenie przed deflagracją;
- minimalizacja emisji rozproszonych w przypadku wystąpienia deflagracji (np. pyłu, LZO, PCB oraz dioksyn o ile występują).

**Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Deflagracja powodowana jest głównie przez zamknięte pojemniki, takie jak butle gazowe lub zbiorniki paliwa, które nie zostały wykryte podczas dostawy, a następnie nie zostały rozpoznane przy wprowadzaniu do rozdrabniacza. Zgłoszona liczba deflagracji w zakładach rozdrabniających uczestniczących w zbieraniu danych została podana w tabeli 3.11.

**Tabela 3.11: Obróbka mechaniczna w rozdrabniaczach odpadów metalowych - ilość deflagracji rocznie**

Numer zakładu	Ilość deflagracji		
	2010	2011	2012
25	14	14	4
26	8	16	4
27	NI	70	47
28	NI	NI	9
29	0	0	0
54	0	0	0
95	NI	21	53
100	0	0	0
136	0	0	0
137	0	0	0
285	11	12	10
286	10	14	13
288	0	0	0
289	0	0	0
290	0	0	0
291	0	1	0
293	NI	42	43
294	22	6	4
364-365	0	0	0
432	NI	0	0
464	0	0	0
516 <sup>(1)</sup>	60	30	220 <sup>(2)</sup>
517 <sup>(1)</sup>	50	NI	NI
571	NI	NI	0
(1) Obliczone na podstawie zgłoszonej liczby deflagracji/ton odpadów oraz zgłoszonych ilości odpadów wejściowych.			
(2) W zakładzie tym wdrożono specjalny proces kontroli w czasie przyjęcia odpadów, pozwalający na obniżenie wskaźnika do 2.5 deflagracji/10 000 ton odpadów przetworzonych w 2014 r.			
Uwaga: NI = brak danych.			

Z wyjątkiem Zakładu 516 w 2012 r., liczba deflagracji rocznie wzrosła do 70. Maksymalna liczba deflagracji na 10 000 ton przetworzonych odpadów wynosi około 2.5.

Trzy zakłady ( Zakłady 25, 28 i 516) poinformowały, że skupienie się na kontroli odbioru odpadów wejściowych, rejestrowaniu deflagracji i określaniu ich pochodzenia poprawiło dane liczbowe dotyczące deflagracji (w 2013 r. dla Zakładu 516).

#### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Nie dostarczono danych.

#### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Technika ogólnie dostępna.

#### **Ekonomika**

Nie dostarczono danych.

#### **Siła napędowa wdrażania**

Ochrona urządzeń zakładu.

#### **Przykładowe zakłady**

Zakłady 29, 25, 28, 364, 516 oraz 571.

#### **Literatura źródłowa**

[\[26. Podgrupa mech. 2014\]](#), [\[42. WT TWG 2014 \]](#)

#### 3.1.3.1.3.4 Rozdrabnianie wstępne

##### **Opis**

Stosowanie rozdrabniacza pracującego z niską prędkością, zainstalowanego przed rozdrabniaczem głównym.

##### **Szczegóły techniczne**

Rozdrabniacz wstępny lub rozpruwacz (zobacz Ilustracja 3.2) jest wolnoobrotową maszyną zainstalowaną przed głównym rozdrabniaczem. Rozdrabniacz wstępny rozrywa materiał podawany do rozdrabniacza, zapewniając tym samym maksymalny rozmiar materiału wejściowego.

##### **Korzyści dla środowiska**

Osiągnięte korzyści dla środowiska wynikające z tej techniki obejmują zapobieganie deflagracjom i wynikającym z nich emisjom rozproszonym do atmosfery.

##### **Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Zakłady 29, 364 i 571 zgłosiły, że są wyposażone w rozdrabniacz wstępny. Zgodnie z kwestionariuszami, w zakładach tych nie wystąpiły deflagracje (patrz tabela 3.11). Należy zauważyć, że zakład 571 został oddany do użytku w 2012 r., a w zakładzie 364 rozdrabniacz wstępny zainstalowano w roku 2013.

##### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Zużycie energii przez rozdrabniacz wstępny.

##### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Technika ta jest ogólnie stosowana w przypadku nowych zakładów, w zależności od materiału wejściowego. Ma ona również zastosowanie w przypadku istotnych modernizacji instalacji, w przypadku których udokumentowano znaczną liczbę deflagracji.

##### **Ekonomika**

Nie dostarczono danych.

##### **Siła napędowa wdrażania**

Ochrona urządzeń zakładu.

##### **Przykładowe zakłady**

Zakłady 29, 364 oraz 571



### Literatura źródłowa

[26. Podgrupa mech. 2014], [42. WT TWG 2014]

### 3.1.3.2 Techniki zapobiegania i ograniczania hałasu oraz wibracji

#### 3.1.3.2.1 Plan ograniczania wibracji

##### Opis

Wdrożenie planu ograniczania wibracji jako części systemu zarządzania środowiskowego (EMS) (patrz sekcja 2.3.1.1 oraz sekcja 2.3.10.1).

##### Szczegóły techniczne

Plan ograniczania wibracji obejmuje:

- protokół zawierający odpowiednie działania oraz harmonogramy;
- protokół prowadzenia monitoringu wibracji;
- protokół postępowania ze zidentyfikowanymi incydentami związanymi z wibracją;
- program redukcji wibracji mający na celu identyfikację źródła (źródeł), pomiar emisji wibracji, pomiar/oszacowanie narażenia na wibracje, scharakteryzowanie udziału poszczególnych źródeł oraz wdrożenie środków eliminacji i/lub redukcji (tłumienie oraz eliminacja rezonansu);
- przegląd historycznych incydentów związanych z drganiami i zastosowanych środków zaradczych oraz upowszechnianie wiedzy na temat incydentów związanych z wibracją.

##### Korzyści dla środowiska

Unikanie lub redukcja emisji związanych z wibracjami (drganiami).

##### Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Zakłady rozdrabniające instalują elementy izolacyjne (patrz ilustracja 3.22), dostosowane do indywidualnych obszarów oraz warunków ich zastosowania, aby zapobiec głównym wibracjom wynikającym z działania instalacji.



#### Ilustracja 3.22: Elementy izolacyjne (pierścieniowe) do redukcji drgań

Podczas załadunku oraz rozładunku materiałów pierwotnych i wyrobów gotowych wykrywalne są drgania, ale są one ograniczone obszarowo do miejsca uderzenia materiału sypkiego w płytę podłogową.

**Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Nie dostarczono danych.

**Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Możliwość zastosowania jest ograniczona do przypadków, w których oczekuje się wystąpienia uciążliwości związanych z wibracjami w obszarach wrażliwych i/lub w odniesieniu do których zgłoszono takie przypadki.

**Ekonomia**

W przypadku rozdrabniacza o mocy 5 000 KM, koszty związane z instalacją oraz konserwacją elementów wibroizolujących wynoszą około 50 000 EUR na pięć lat, nie wliczając w to przestojów/straty czasu w produkcji. [\[21. WT TWG 2016\]](#)

**Siła napędowa wdrażania**

Prawodawstwo związane z ochroną środowiska.

**Przykładowe zakłady**

Pośród 329 zakładów referencyjnych 69 zgłosiło, że posiada plan zarządzania hałasem oraz wibracjami. Połowa z tych zakładów prowadziła różne rodzaje działań związanych z przetwarzaniem odpadów.

**Literatura źródłowa**

[\[26. Podgrupa mech. 2014\]](#)

**3.1.3.2.2 Bariery akustyczne****Opis**

Umieszczenie ekranów akustycznych (ścian akustycznych) pomiędzy źródłem a odbiorcą.

**Szczegóły techniczne**

Młyn rozdrabniający generuje hałas, którego dopuszczalne poziomy są często określone w pozwoleniu na eksploatację. Główne środki łagodzące/tłumiące hałas to odległość, obudowa oraz stosowanie ekranów akustycznych. Ważne jest, aby uwzględnić wszystkie rodzaje źródeł hałasu, w tym obsługę materiału, załadunek i rozładunek, samą rozdrabniacz, hałas powodowany przez wentylatory, deflagracje itp.

W celu zmniejszenia poziomu hałasu konieczne mogą być bariery dźwiękochłonne w postaci obudowy, ścian dźwiękoszczelnych, tłumików itp. (zobacz przykłady na ilustracjach 3.23 oraz 3.24). Zamknięta konstrukcja rozdrabniacza też jest skuteczna w redukcji hałasu.

Inną alternatywą jest umieszczenie ekranów pomiędzy obiektem a wrażliwymi odbiorcami. Są one wykonane z materiału odbijającego hałas, znajdującego się jak najbliżej instalacji i o wysokości wystarczającej do zabezpieczenia operacji. Istnieją przykłady tego typu ekranów rozmieszczone na całej długości rozdrabniaczy i obejmujące całe place recyklingu metali w celu kontrolowania oraz ograniczania poziomu hałasu.



Źródło: [26. Podgrupa mech. 2014]

**Ilustracja 3.23:** Ekrany ochronne w zakładzie rozdrabniającym Schrott-Bosch GmbH, Niemcy



Źródło: [26. Podgrupa mech. 2014]

**Ilustracja 3.24:** Tłumiki hałasu na stropie rozdrabniacza

**Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Lokalne ekrany ochronne oraz lokalne bariery akustyczne umieszczone wokół konkretnych działań lub procesów pozwalają na osiągnięcie znacznej redukcji hałasu. Przy zastosowaniu odpowiednich materiałów pochłaniających dźwięk, redukcja może wynosić do 5-10 dB po ekranowanej stronie.

**Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Całkowite zamknięcie mieszanych rozdrabniaczy złomu jest zaprojektowane w taki sposób, aby uwzględnić możliwe deflagracje (np. za pomocą kontroli ciśnienia).

**Korzyści dla środowiska**

Redukcja emisji hałasu.

**Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Nie dostarczono danych.

**Ekonomia**

Koszt barier ochronnych to około 15 EUR/m<sup>2</sup>.

**Siła napędowa wdrażania**

Prawodawstwo związane z ochroną środowiska.

**Przykładowe zakłady**

Następujące zakłady zgłosiły stosowanie barier ochronnych przed hałasem: 54, 55, 100, 137, 282, 288, 289, 290, 291, 294, 364\_365, 455 oraz 456.

**Literatura źródłowa**

[\[26. Podgrupa mech. 2014\]](#)

**3.1.3.3 Techniki ograniczające zużycie energii****3.1.3.3.1 Sterowanie podawaniem materiału do rozdrabniacza****Opis**

Wsad do rozdrabniacza jest korygowany poprzez uniknięcie przerw w dostawie odpadów lub przeciążenia dostawą odpadów, co prowadzioby do niepożądanych przestojów i ponownego rozruchu rozdrabniacza.

**Szczegóły techniczne**

Kluczem do kontrolowania i minimalizowania zużycia energii elektrycznej jest operacja rozdrabniania. Proces wymaga, aby komora/skrzynia młyna była pełna a wsad spójny. Młyn w takich warunkach pobiera stały prąd. Jeśli wsad jest bardzo zróżnicowany pod względem gęstości lub wielkości, wówczas rotor zwolni podczas dużego obciążenia a przyspieszy podczas małego.

W sytuacji okresowego dużego obciążenia wirnik zwalnia, tracąc moment obrotowy z powodu większej odporności materiału. Wymaga to większej mocy silnika celem zwiększenia prędkości obrotowej wirnika i zastąpienia utraconego momentu obrotowego. Wydajność młyna jest również zmniejszana, gdy jest on pozostawiony pusty lub gdy wskaźnik obciążenia spada poniżej wartości optymalnej.

**Korzyści dla środowiska**

Efektywne wykorzystanie energii.

**Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Nie dostarczono danych.

**Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Nie dostarczono danych.

**Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Technika ogólnie dostępna.

**Ekonomika**

Nie dostarczono danych.

**Siła napędowa wdrażania**

Redukcja kosztów zużytej energii elektrycznej.

**Przykładowe zakłady**

Nie dostarczono danych.

**Literatura źródłowa**

[\[26. Podgrupa mech. 2014\]](#)

**3.1.3.4 Gospodarka wodna w mechanicznym przetwarzaniu odpadów metalowych w rozdrabniaczach****Opis**

Zarządzanie ściekami pochodzącymi z mechanicznego oczyszczania w rozdrabniaczach odpadów metalowych celem zmniejszenia emisji do wody oraz zmniejszenia zużycia wody.

### **Szczegóły techniczne**

Technika ta obejmuje :

- ponowne wykorzystanie w obiegu zamkniętym wody wtryskiwanej do młyna;
- gromadzenie wody odpływowej oraz wody używanej do tłumienia zapylenia;
- wdrożenie odpowiedniej kombinacji technik oraz urządzeń ograniczających emisje, takich jak:
  - separator wód zaolejonych (zobacz sekcja 2.3.6.2.3.1),
  - system sedymentacji (zobacz sekcja 2.3.6.2.3.4),
  - system filtracji (zobacz sekcja 2.3.6.2.3.6).

### **Korzyści dla środowiska**

Korzyści dla środowiska tej techniki obejmują:

- redukcję zużycia wody;
- redukcję zawiesiny ogólnej (TSS) oraz emisji węglowodorów (HOI) do wody.

### **Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Zobacz w sekcji 2.3.6.1.1.

### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Zobacz w CWW BREF [\[45. COM 2016\]](#).

### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Zobacz w CWW BREF [\[45. COM 2016\]](#).

### **Ekonomika**

Zobacz w CWW BREF [\[45. COM 2016\]](#).

### **Siła napędowa wdrażania**

Prawodawstwo dotyczące ochrony środowiska.

### **Przykładowe zakłady**

Patrz tabele 3.7 oraz 3.8.

### **Literatura źródłowa**

[\[26. Podgrupa mech. 2014 \]](#), [\[45. COM 2016\]](#) [\[42. WT TWG 2014\]](#)

## 3.2 Przetwarzanie zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego (WEEE) zawierającego lotne węglowodory (VHC) i/lub wodorofluorowęglowodory (VFC)

### 3.2.1 Stosowane procesy oraz techniki

[\[23. Podgrupa mech. 2014\]](#), [\[107. EERA 2015\]](#)

#### Cel oraz zasada działania

W przypadku przetwarzania urządzeń zawierających czynniki chłodnicze, takie jak lotne (wodoro)fluorowęglowodory (VFC) lub lotne węglowodory (VHC), po usunięciu luźnych wewnętrznych części urządzeń służących do zmiany temperatury oraz po odpowiednim wyekstrahowaniu oleju, VFC i/lub VHC (etap 1) celem dalszego przetworzenia (tj. zgodnie z rozporządzeniem WE/1005/2009 w przypadku substancji zubożających warstwę ozonową oraz rozporządzeniem (WE/517/2014 w przypadku fluorowanych gazów cieplarnianych), urządzenia są rozdrabniane w zamkniętej instalacji (etap 2) ma mniejsze komponenty materiałowe. Składniki te (złom żelazny, mieszany złom nieżelazny, pianka oraz tworzywa sztuczne) są oddzielane od siebie w późniejszym procesie sortowania. W ramach etapu 1 i etapu 2, VHC i/lub VFC zawarte w piance izolacyjnej są usuwane i wychwytywane. Stopień usuwania oraz monitorowania stopnia oczyszczenia z zanieczyszczeń WEEE zawierających czynniki chłodnicze jest znormalizowany (np. EN 50574 i EN 50625 oraz powiązane specyfikacje techniczne).

#### Wsad oraz strumienie wyjściowe

Zakład przetwarzania urządzeń służących do utrzymywania stałej temperatury akceptuje (jako wsad) urządzenia gospodarstwa domowego, które zawierają czynniki chłodnicze i porotwórcze VFC (CFC, HCFC, HFC) i VHC (HC). Chłodziarki i zamrażarki domowe produkowane przed 1995 r. zazwyczaj zawierają chlorofluorowęglowodory (CFC, np. R11 i R12) oraz wodorochlorofluorowęglowodory (HCFC, np. R22) w obiegu i w izolacji jako środki porotwórcze. CFC i HCFC są substancjami zubożającymi warstwę ozonową (ODS) oraz silnymi gazami cieplarnianymi. Chłodziarki i zamrażarki produkowane od 1995 r. zawierają przyjazne dla warstwy ozonowej czynniki chłodnicze z zawartością wodorofluorowęglodorów (HFC), jednak czynniki te nadal wymagają uważnego obchodzenia się z nimi, ponieważ są to ciągle gazy cieplarniane. Od połowy lat 90. producenci stosują również węglowodory (HC, np. R600a) jako czynniki chłodnicze oraz cyklopentan lub izopentan jako środki porotwórcze. Substancje te są usuwane i wychwytywane zgodnie z dyrektywą 2012/19/UE w sprawie zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego (WEEE).

Wsad rozdrabniacza obejmuje:

- lodówki i zamrażarki;
- urządzenia klimatyzacyjne;
- urządzenia redukujące wilgotność;
- chłodziarki wody;
- dozowniki zimnych produktów;
- suszarki z pompą ciepła.

W wyniku procesu przetwarzania otrzymuje się następujące substancje oraz materiały:

- olej
- czynniki chłodnicze VFC/VHC oraz środki porotwórcze;
- przełączniki zawierające rtęć;
- złom żelaza i stali;
- złom nieżelazny, frakcje aluminium oraz miedzi;
- frakcję plastików, głównie polistyren i poliuretan;
- piankę poliuretanową (piankę PUR) w granulach lub proszku (jedna lodówka zawiera około 4.5 kg pianki PUR);
- lekką frakcję z rozdrabniacza (SLF).

### Opis procesu

#### [\[23. Podgrupa mech. 2014\]](#)

Przed rozdrobnieniem urządzeń służących do utrzymywania temperatury usuwane są zewnętrzne kable elektryczne oraz luźne części wewnętrzne, w tym szyby, plastikowe stojaki itp.

#### *Etap 1: usunięcie oleju oraz chłodziwa*

Olej i czynniki chłodnicze są usuwane. Czynniki chłodnicze VFC i VHC uzyskane z urządzeń do zmiany temperatury zostają odzyskane do gazoszczelnych zbiorników ciśnieniowych. Zazwyczaj urządzenia stacjonarne, takie jak lodówki czy małe klimatyzatory, nie posiadają przyłącza do węża serwisowego (zaworu serwisowego). W takich przypadkach odzysk czynnika chłodniczego uzyskuje się za pomocą specjalnych szczypiec do przebijania lub głowic wiertarek. Po przebiciu przewodu lub kompresora, mały zawór zapobiega wypływowi czynnika chłodniczego. Węże serwisowe wyposażone w zawory kulowe na jednym końcu zapobiegają przypadkowemu uwolnieniu do atmosfery fluorowęglowodorów lub węglowodorów i pomagają w bezpiecznym usuwaniu węży serwisowych (zob. sekcja 2.3.5.3 dotycząca redukcji emisji rozproszonych).

Ekstrakcja oleju i czynników chłodniczych w tym samym kroku za pomocą odsysania próżniowego pozwala na osiągnięcie najlepszego możliwego rezultatu.

Olej sprężarkowy zawiera wysokie stężenie rozpuszczonego czynnika chłodniczego i dlatego jest przechowywany w układzie zamkniętym, aż do całkowitego odgazowania. Odgazowanie to może być wykonane przez ogrzewanie, mieszanie, próżniowo lub w drodze kombinacji wymienionych.

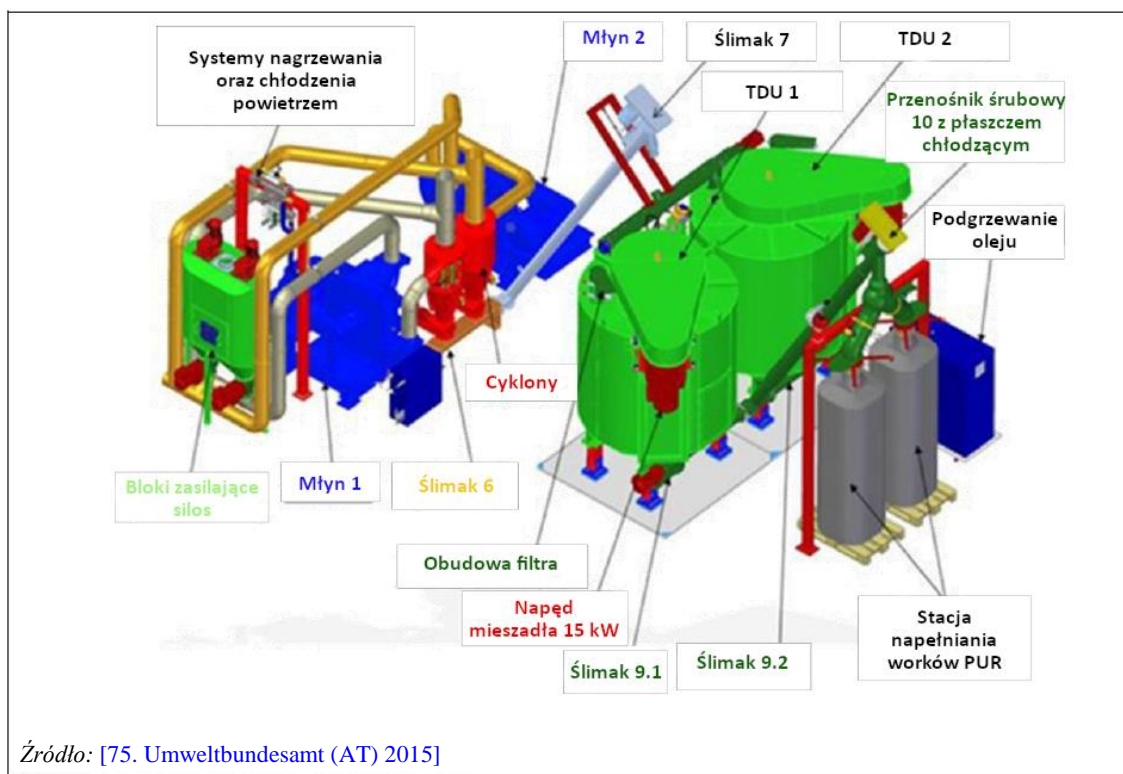
Kompresor zostaje usunięty, a obudowa automatycznie przeniesiona do systemu rozdrabniania (etap 2) poprzez podwójną blokadę. Pozostały w kompresorze olej jest usuwany pod strumieniem powietrza. Odciągnięte powietrze jest oczyszczane w celu zminimalizowania emisji VFC/VHC.

#### *Etap 2: ekstrakcja środków porotwórczych VFC i VHC z materiału izolacyjnego na etapie rozdrabniania.*

Typowy w pełni zautomatyzowany zakład będzie obsługiwał od 35 do 75 urządzeń chłodniczych na godzinę. Chłodziarki są automatycznie przenoszone do rozdrabniacza za pomocą hydraulicznego podnośnika i/lub przenośnika taśmowego. Rozdrabnianie odbywa się w zamkniętej komorze rozdrabniania.

Odgazowanie obszaru rozdrabniania odbywa się przed usunięciem rozdrobnionych kawałków z komory rozdrabniacza (patrz poniżej). Rozdrobnione materiały wysyłane są na przykład do klasyfikatora powietrznego, gdzie rozdrobnione kawałki pianki PUR są oddzielane. Pianka PUR jest następnie albo ściskana w prasie do granulatu, albo mielona w systemie młynnym celem uzyskania drobnego proszku. W niektórych przypadkach granulowana pianka poliuretanowa jest podgrzewana do temperatury około 110 °C w zamkniętej spirali grzewczej w celu usunięcia całego pozostałego środka porotwórczego. Powietrze odlotowe z tego etapu procesu jest również pompowane do systemu czyszczącego.

Ilustracja 3.25 przedstawia przykład systemu odgazowywania pianki poliuretanowej.



**Ilustracja 3.25:** Przykład systemu odgazowującego piankę poliuretanową (PUR)

Rozdrobnione części żelazne, nieżelazne i plastikowe są oddzielane po klasycznym etapie sortowania za pomocą separatora magnetycznego, separatora wiroprowadowego, klasyfikatora powietrznego, sita, hydrocyklonu itp.

#### Przetwarzanie gazu zawierającego VFC/VHC

Przetwarzanie gazu zawierającego VFC/VHC otrzymanego w wyniku odgazowania na etapie 1 lub 2 przeprowadza się za pomocą jednej z następujących technik (zob. sekcja 3.2.3.1.2):

1. Technika kriogeniczna: obszar rozdrabniania znajduje się w obszarze zasysania powietrza, a VFC/VHC są usuwane wewnątrz jednostki kriogenicznej, w której są skraplane.
2. Technika konwersji katalitycznej: obszar rozdrabniania jest zasilany powietrzem w sposób ciągły, a gaz jest przetwarzany w dwóch katalizatorach połączonych szeregowo, gdzie, po pierwsze, związki węglowodorowe są termicznie utleniane, a po drugie, VFC są przekształcane w chlorowódor oraz fluorowódor. W zakładach, w których przetwarzane są tylko lodówki zawierające węglowodory, pierwszy konwerter (utleniacz termiczny) może być stosowany samodzielnie.
3. Technika adsorpcji: gazy zawierające VFC/VHC są pompowane do filtrów adsorpcyjnych. Mechaniczne chłodzenie może być stosowane przed adsorpcją, aby uniknąć szybkiego nasycenia poprzez zmniejszenie ilości wody w gazie technologicznym. Filtry mogą być regenerowane w systemie automatycznego odzysku lub w innych specjalistycznych instalacjach.

#### Ryzyko eksplozji

Czynniki chłodnicze VHC i środki protwórcze mają charakter wybuchowy. Urządzenia do przetwarzania, które przetwarzają VHC zawierające urządzenia do zmiany temperatury, muszą spełniać standardy ochrony przeciwwybuchowej (dyrektywa 1999/92/WE i 94/9/WE).

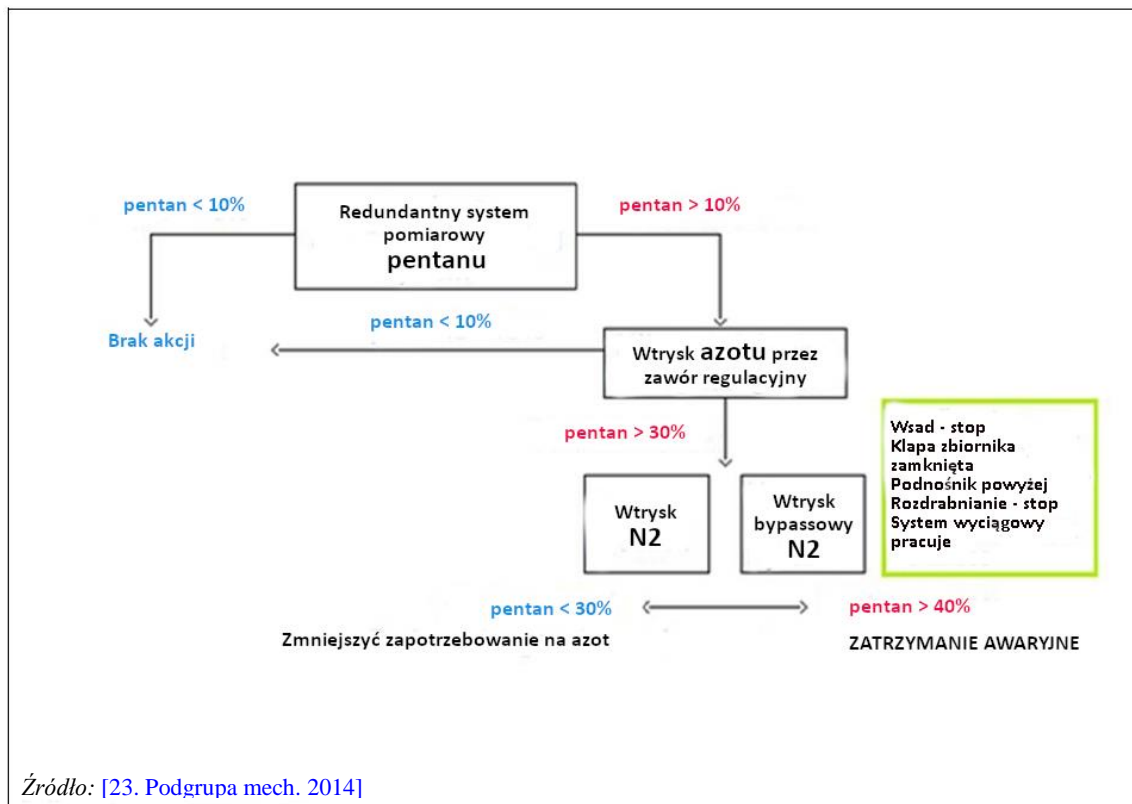
Stężenie gazów jest kontrolowane, aby zapobiec ryzyku wybuchu. W większości przypadków odbywa się to poprzez jedno z dwóch:

- utrzymywanie stężenia tlenu poniżej wartości granicznej poprzez wtłaczanie azotu do rozdrabniacza, kruszarki i odpylacza; lub



- utrzymywanie stężenia węglowodorów poniżej dolnej granicy zagrożenia wybuchem poprzez wymuszone napowietrzanie.

Ilustracja 3.26 poniżej przedstawia przykład środków bezpieczeństwa w zakresie zapobiegania wybuchom poprzez wtryskiwanie azotu ( $N_2$ ).



Ilustracja 3.26: Działania w zakresie ochrony przeciwwybuchowej (schemat decyzyjny)

Jednocześnie w przypadku wysokich temperatur w rozdrabniaczu i kruszarce można stosować rozpylacze wodne.

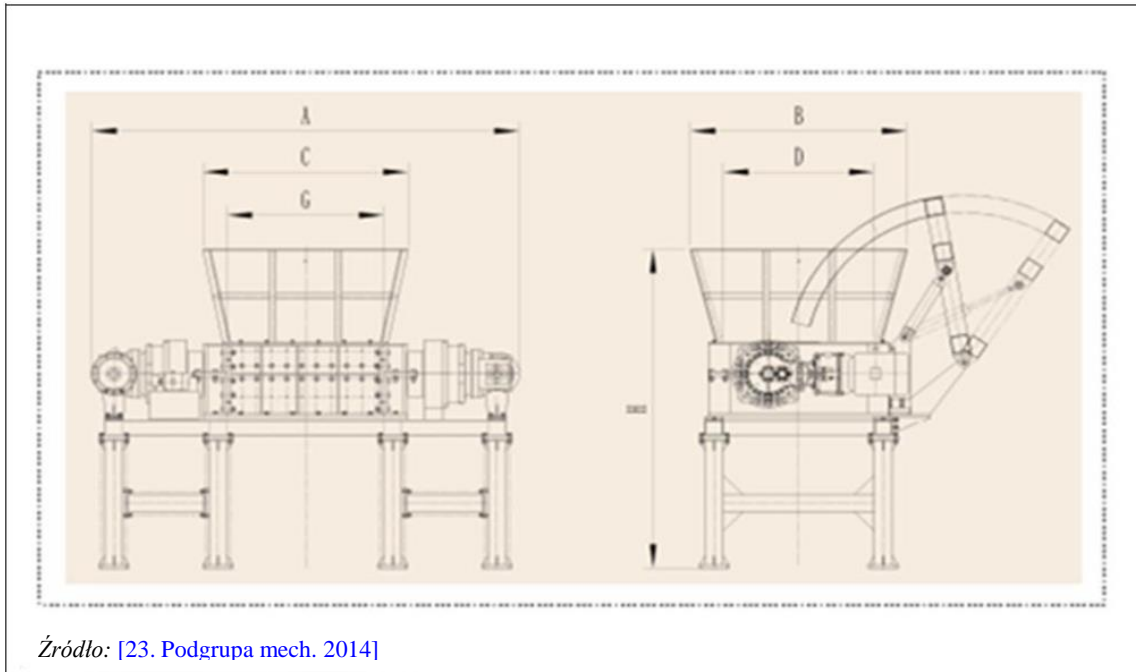
### Rodzaje stosowanych rozdrabniaczy

#### Rozdrabniacz wstępny

Rozdrabniacz wstępny jest wykorzystywany głównie do przetwarzania urządzeń klimatyzacyjnych oraz dużych i profesjonalnych urządzeń chłodzących i mrozących. Napędzany jest przez przekładnię obiegową, zazwyczaj z silnikami hydraulicznymi. Wirniki mogą być rewersowane gdy rozdrabniacz jest zablokowany.

#### Rozdrabniacz dwuwałowy (zob. ilustracja 3.27)

Głównym celem rozdrabniacza dwuwałowego jest rozdrabnianie wielkogabarytowych oraz twardych materiałów z równomierną i kontrolowaną wydajnością. Dwuwałowe rozdrabnianie charakteryzuje się niską prędkością i wysokim momentem obrotowym, zdolnym do uzyskania dużej przepustowości. Obie osie są obsługiwane różnicowo, z funkcją cięcia. Małe rozdrabniacze dwuwałowe są czasami używane do wtórnego rozdrabniania celem lepszego oddzielenia pozostałości pianki izolacyjnej od rozdrobnionego materiału. Rozdrabniacz może być używany z przesiewaczem lub bez przesiewacza pod nożami.



**Ilustracja 3.27: Rozdrabniacz dwuwałowy**

Rozdrabniacz czterowalowy (zob. ilustracja 3.28)

Rozdrabniacze czterowalowe posiadają zalety w zakresie standaryzacji i modułowej konstrukcji oraz wysoką wymiennność komponentów. Mają też niską prędkość obrotową, duży moment obrotowy oraz niski poziom hałasu. Rozdrabniacze czterowalowe mogą być stosowane z przesiewaczem lub bez przesiewacza pod nożami celem zmniejszenia wielkości elementów wyjściowych.



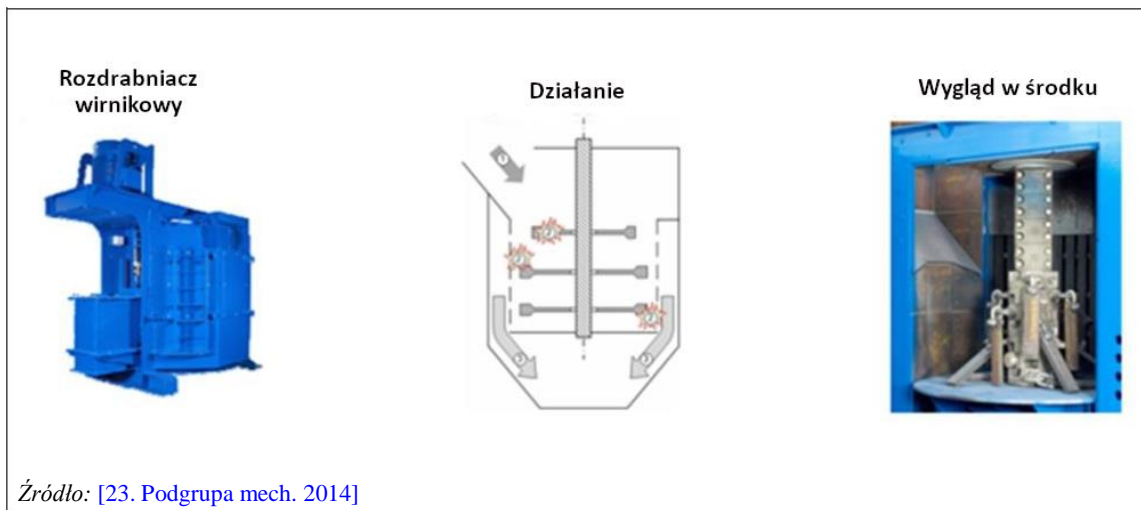
**Ilustracja 3.28: Rozdrabniacz czterowalowy**

Super siekacz

Super siekacze są wysokowydajnymi rozdrabniaczami wstępnymi zaprojektowanymi jako pierwszy krok w niektórych procesach recyklingu lodówek.

### Rozdrabniacz wirnikowy (zob. ilustracja 3.29)

Rozdrabniacze te mogą obrabiać sprzęt o masie do 300 kg, w zależności od warunków zasilania. Komora rozdrabniacza wirnikowego zawiera obrotowe młotki lub łańcuchy (zwane w tym przypadku rozdrabniaczami krzyżowymi) zamocowane przegubowo na szybkoobrotowym wale pionowym. Są one ułożone jeden nad drugim i ustawione poziomo oraz stabilizowane siłą odśrodkową. W miarę jak urządzenia chłodnicze wchodzą w zakres młotów lub łańcuchów, są one poddawane intensywnym uderzeniom, wykrawaniu i siłom tnącym, rozdrabniającym je na małe kawałki. Po osiągnięciu przez pokruszone kawałki żądanej wielkości, opuszczają one komorę przez wytrzymałą bramę szczelinową. Materiał jest kruszony w bardzo krótkim czasie i bez przerw, co skutkuje wysoką sprawnością energetyczną.



**Ilustracja 3.29: Rozdrabniacz wirnikowy**

#### **Użytkownicy**

Na podstawie dostarczonych danych: Zakłady 138, 397, 458, 470, 629, 630 oraz 636.

#### **Literatura źródłowa**

[23. Podgrupa mech. 2014], [107. EERA 2015], [21. WT TWG 2016]

### **3.2.1.1 Procesy innowacyjne**

#### **3.2.1.1.1 Przetwarzanie bezhalogenowych urządzeń chłodzących oraz zamrażających**

#### **Cel**

Rozdrabnianie urządzeń chłodzących i zamrażających, zawierających wyłącznie węglowodory.

#### **Zasada działania**

Technologia ta może zastąpić etap 2 opisany w sekcji 3.2.1 w sytuacji, gdy jako środki porotwórcze stosowane są wyłącznie węglowodory.

Po odzyskaniu płynów z układu chłodzenia (wypompowanych z układu chłodzenia oraz sprężarki) na etapie 1 procesu recyklingu (zob. sekcja 3.2.1) oraz demontażu sprężarki i wyparownika, konieczne jest przeanalizowanie rodzaju środka porotwórczego w obudowie oraz drzwiczkach urządzenia, ponieważ badania laboratoryjne wykazały około 1 % niedokładność w oznakowaniu urządzeń.

Pomiar typu środka porotwórczego jest na chwilę obecną możliwy oraz niezawodny. Potrzebny jest jednak dalszy postęp celem wprowadzenia tej testowanej techniki w skali przemysłowej, aby zagwarantować, że tylko obudowy bezhalogenowe będą poddawane specjalistycznemu procesowi rozdrabniania pianki.

Proces rozdrabniania z wychwytywaniem pianki odbywa się w specjalistycznym rozdrabniaczu otwartym na odpady elektroniczne, który jest skonfigurowany do przetwarzania tylko obudów bezhalogenowych urządzeń chłodzących i zamrażających. Proces ten łączy w sobie kontrolę prędkości obrotowej rozdrabniacza, przepływu powietrza i materiału, aby zoptymalizować wychwytywanie pianki bez ryzyka wybuchu. Sama pianka jest utrzymywana w możliwie największych rozmiarach, tak aby mogła nadal zatrzymywać środek porotwórczy, jak to miało miejsce przez cały okres użytkowania urządzenia chłodzącego lub zamrażającego. Wychwytyjąc piankę bezpośrednio po wstępnym rozdrobnieniu obudowy oraz drzwiczek urządzenia, ponad 90% gazów węglowodorowych pozostaje w porach poliuretanowej pianki izolacyjnej PUR. Emisje rozproszone węglowodorów są zatem ograniczone do minimum, a emisje kontrolowane są zgodne z wymogami prawnymi. Usuwanie węglowodorowego środka porotwórczego odbywa się razem z pianką PUR, a więc jest to strumień materiału identyfikowalny spośród innych frakcji materiałowych takich jak metale, szkło, tworzywa sztuczne itp.

#### Strumienie wyjściowe

Odzyskane kawałki pianki razem z gazami węglowodorowymi transportowane są do odpowiedniej jednostki spalania celem odzysku termicznego.

#### Użytkownicy

Proces ten znajduje się w zaawansowanym stadium rozwoju.

#### Literatura źródłowa

[\[108. EFR ESG 2016\]](#)

### 3.2.2 Aktualne poziomy emisji i zużycia

#### 3.2.2.1 Emisje do atmosfery

[\[42. WT TWG 2014 \]](#)

Emisje do atmosfery mogą być pyłem ( zawierającym ognioodporne włókna ceramiczne lub drobny pył, np. podczas rozdrabniania paneli izolowanych próżniowo) oraz VFC/VHC. Powszechnie stosowanymi technikami "końca rury" są filtry tkaninowe (lub workowe) służące do redukcji emisji pyłów oraz filtry z węglem aktywnym lub kondensacja kriogeniczna służąca redukcji emisji VFC/VHC.

Tabela 3.12 przedstawia przegląd parametrów monitorowanych w emisjach do atmosfery pochodzących z mechanicznego przetwarzania w rozdrabniaczach WEEE zawierających czynniki chłodnicze.

**Tabela 3.12: Monitorowanie emisji do atmosfery z przetwarzania WEEE zawierającego VFC i/lub VHC**

Zanieczyszczenie/parametr	Rodzaj pomiaru	Uwzględnione zakłady	Ilość pomiarów dokonana w 3 letnim okresie referencyjnym (2010-2012)
Przepływ (Nm <sup>3</sup> /h)	Ciągły ( <sup>1</sup> )	458, 629	NA
	Okresowy	138, 470, 630, 636	1–36
Pył	Ciągły ( <sup>1</sup> )	458	NA
	Okresowy	630, 636	1
Całkowite LZO	Okresowy	629	1
NMLZO	Ciągły ( <sup>1</sup> )	630, 636	NA
	Okresowy	138	3
CFC	Ciągły ( <sup>1</sup> )	458, 630	NA
	Okresowy	138, 470, 629, 636	1–5
HFC	Okresowy	629	1

(<sup>1</sup>) Średnia krótkookresowa, jeśli została określona.  
Uwaga: NA = Nie dotyczy.

### 3.2.2.1.1 Pył

Tabela 3.13 przedstawia zgłoszone poziomy emisji pyłów do atmosfery z mechanicznego przetwarzania w rozdrabniaczach WEEE zawierających czynniki chłodnicze oraz odpowiednie wdrożone techniki redukcji emisji.

**Tabela 3.13: Emisje pyłu do atmosfery z przetwarzania WEEE zawierającego VFC i/lub VHC**

Numer zakładu	Wydajność (tony/dobę)	Źródło emisji	Zastosowana technika	Natężenie przepływu powietrza odlotowego (Nm <sup>3</sup> /godz.)	Pył (mg/Nm <sup>3</sup> )
458	20	Rozdrabniacz	Z procesu rozdrabniania: adsorpcja z użyciem węgla aktywnego Z transportu materiału: system filtrów workowo-tkaninowych	800	0.12 ( <sup>1</sup> )
636	50	Odzysk środków porotwórczych	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego System filtrów workowo-tkaninowych	275	3 ( <sup>2</sup> )
630_1	50	Odzysk środków porotwórczych	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego System filtrów workowo-tkaninowych	250	3 ( <sup>2</sup> )
630_2	50	Separacja zmieszanych tworzyw sztucznych	System filtrów workowo-tkaninowych	5500	5 ( <sup>2</sup> )
630_3	50	Przetwarzanie zmieszanych metali	System filtrów workowo-tkaninowych	5500	5 ( <sup>2</sup> )
(1) Pomiary ciągłe.					
(2) Pomiary okresowe. Jeden pomiar w ciągu 3-letniego okresu referencyjnego.					

Co do emisji pyłu zob. ilustrację 2.5.

### 3.2.2.1.2 Lotne wodoro(fluorowęglowodory) (VFC)

Tabela 3.14 przedstawia zgłoszone poziomy emisji CFC do atmosfery z mechanicznego przetwarzania w rozdrabniaczach WEEE zawierającego VFC lub VHC oraz zastosowane techniki redukcji emisji.

Tabela 3.14: Emisje CFC do atmosfery z przetwarzania WEEE zawierającego VFC i/lub VHC

Numer zakładu	Technika odgazowania	Wydajność (t/dobę)	Źródło emisji	Zastosowana technika	Natężenie przepływu powietrza odlotowego (Nm <sup>3</sup> /godz.)	CFC (mg/Nm <sup>3</sup> )		Ilość pomiarów dokonana w 3 letnim okresie referencyjnym (2010-2012)
						Pomiary ciągłe	Pomiary okresowe	
458	Kondensacja kriogeniczna	20	Mechaniczny rozdrabniacz	Z procesu rozdrabniania: adsorpcja z użyciem węgla aktywnego. Z transportu materiału: system filtrów workowo-tkaninowych, kondensacja kriogeniczna.	800	1.5–12	NA	NA
470		35	Rozdrabniacz	Kondensacja kriogeniczna	135	NA	139	1
629-1		40	Etap 1: odzysk czynników chłodniczych (zbiornik z czynnikiem chłodniczym + rozdzielacz)	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	70	0	1.3	1
629-2		40	Etap 2: odzysk środków porotwórczych	Kondensacyjna adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	140	0.5–15.8	NA	NA
138		Węgiel aktywny	50	Baterie z węglem aktywnym	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	310	NA	11.3
630-1	50		Odzysk środków porotwórczych	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego, system filtrów workowo-tkaninowych	250	3–20	NA	NA
636	50		Odzysk porotwórczych	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego, system filtrów workowo-tkaninowych	270	NA	0.2	6

Uwaga: NA = Nie dotyczy.

W trakcie gromadzenia danych nie zgłoszono żadnego pomiaru emisji HCFC.

Emisje HFC były zgłaszane przez jeden zakład (zakład 629), na poziomie 10,6 mg/Nm<sup>3</sup> (jeden pomiar w ciągu trzech lat referencyjnych).

### 3.2.2.1.3 Lotne związki organiczne (LZO), niemetanowe lotne związki organiczne (NMLZO) oraz ogólny węgiel organiczny (OWO)

Dane (wykresy) dotyczące emisji LZO do atmosfery pochodziły z jednego zakładu (zakład 636), w ilości od około 2 mg/Nm<sup>3</sup> do 15 mg/Nm<sup>3</sup>.

Dane dotyczące emisji OWO do atmosfery pochodziły z jednego obiektu (zakład 629), i wynosiły 3.6 mg/Nm<sup>3</sup> (jeden pomiar w ciągu trzech lat referencyjnych).

Dane dotyczące emisji NMLZO zostały dostarczone przez trzy zakłady wykorzystujące technikę adsorpcji z użyciem węgla aktywnego:

- Zakład 138: 17 mg/Nm<sup>3</sup>, średnia z trzech pomiarów w trzyletnim okresie referencyjnym (minimum: 5 mg/Nm<sup>3</sup>, maksimum: 31 mg/Nm<sup>3</sup>);
- Zakład 630: 3-50 mg/Nm<sup>3</sup>, pomiar ciągły; oraz
- Zakład 636: 3-20 mg/Nm<sup>3</sup>, pomiar ciągły.

### 3.2.2.2 Emisje do wody

[\[42. WT TWG 2014\]](#)

Przetwarzanie WEEE zawierającego VFC i/lub VHC nie wymaga dużej ilości wody (woda może być dodawana do młyna w celu zapobiegania wysokim temperaturom w rozdrabniaczu i kruszarce), a zatem generuje ograniczone emisje.

Spośród siedmiu zakładów, które uczestniczyły w gromadzeniu danych, trzy (zakłady 138, 630 i 636, wykorzystujące technikę odgazowania z użyciem węgla aktywnego) zgłosiły emisje do wody:

- Zakład 138: woda deszczowa zbierana jest wokół zakładu; nie dochodzi do emisji wody z samego procesu, a woda z dachu jest uwalniana bezpośrednio do pobliskiej rzeki.
- Zakład 630:
  - skondensowana woda z etapu odzysku środków porotwórczych (60 l/h; zmierzone parametry: indeks węglowodorowy oleju (HOI) i trichlorofluorometan (R11)); ścieki są przechowywane w zamkniętym zbiorniku wyposażonym w system filtracji z użyciem węgla aktywnego i przesyłane do oczyszczalni ścieków poza terenem zakładu;
  - etap separacji mieszanych tworzyw sztucznych (1 m<sup>3</sup>/h; mierzone parametry: Cu, Zn i AOX); ścieki są filtrowane i przesyłane do oczyszczalni ścieków poza terenem zakładu.
- Zakład 636: skondensowana woda z etapu odzysku środków porotwórczych (60 l/h; mierzone parametry: HOI, AOX i R11). Ścieki są przechowywane w zamkniętym zbiorniku wyposażonym w system filtracji z użyciem węgla aktywnego i przesyłane do oczyszczalni ścieków znajdującej się poza terenem zakładu.

### 3.2.2.3 Zużycie energii

Zużycie energii elektrycznej podczas przetwarzania WEEE zawierającego VFC i/lub VHC wynosi średnio od 0,1 MWh do 0,2 MWh na tonę przetworzonych odpadów.

[\[42. WT TWG 2014\]](#)

### 3.2.3 Techniki do uwzględnienia przy określaniu BAT

#### 3.2.3.1 Techniki zapobiegania lub ograniczania emisji do atmosfery

##### 3.2.3.1.1 Usuwanie środków chłodzących i olejów

###### Opis

Zoptymalizowane usuwanie i wychwytywanie czynników chłodniczych i olejów zawartych w WEEE zawierającym VFC i/lub VHC w celu zmniejszenia późniejszych emisji do atmosfery.

###### Szczegóły techniczne

W celu zmniejszenia emisji na późniejszych etapach przetwarzania odpadów, wszystkie czynniki chłodnicze i oleje usuwane są z WEEE zawierającego VFC i/lub VHC na początkowym etapie i wychwytywane przez system odsysania podciśnieniowego (osiągnięto usunięcie czynnika chłodniczego na poziomie co najmniej 90 %). Cynniki chłodnicze są oddzielane od olejów, a oleje są odgazowywane.

Ilość oleju pozostająca w sprężarce jest zredukowana do minimum, tak aby z niej nie kapłał.

###### Korzyści dla środowiska

Redukcja rozproszonych i ukierunkowanych emisji VFC i/lub VHC z przetwarzania odpadów.

###### Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Istnieją dwie możliwości usuwania czynników chłodniczych i olejów:

- W jednym etapie ze specjalnie zaprojektowaną jednostką (np. przez przebicie podstawy sprężarki i wyjęcie czynnika chłodniczego i oleju). W tym przypadku, przy typowych temperaturach 5-10 °C, ponad 90 % mieszanki oleju i czynnika chłodniczego można usunąć z obiegu chłodzenia i sprężarki.
- W dwóch etapach, np. najpierw usuwając czynnik chłodniczy przez wyciśnięcie go z obiegu, a następnie wypompowując olej ze sprężarki.

Ekstrakcja olejów i czynników chłodniczych w tym samym kroku za pomocą systemu ssania podciśnieniowego pozwala na uzyskanie najlepszej wydajności usuwania.

###### Oddziaływanie na procesy i środowisko

Nie dostarczono danych.

###### Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie dostępna.

###### Ekonomika

Nie dostarczono danych.

###### Siła napędowa wdrażania

- Prawodawstwo w zakresie ochrony środowiska, takie jak:
  - Rozporządzenie (UE) nr 517/2014 w sprawie fluorowanych gazów cieplarnianych;
  - Rozporządzenie (WE) nr 1005/2009 w sprawie substancji zubożających warstwę ozonową;
  - Dyrektywa 2012/19/UE w sprawie zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego (WEEE).
- Wzrost wskaźników recyklingu i wykorzystania.

###### Przykładowe zakłady

Technika ta jest stosowana w zakładach specjalizujących się w przetwarzaniu WEEE zawierających VFC i/lub VHC.

###### Literatura źródłowa

[\[26. Podgrupa mech. 2014\]](#), [\[23. Podgrupa mech. 2014\]](#), [\[107. EERA 2015\]](#), [\[42. WT TWG 2014\]](#)



### 3.2.3.1.2 Przetwarzanie gazów zawierających związki organiczne, takie jak VFC/VHC

#### Opis

Przetwarzanie gazu zawierającego VFC/VHC pochodzącego z odgazowania etapu 1 (usunięcie oleju i czynników chłodniczych) lub etapu 2 (ekstrakcja VFC i VHC z środków porotwórczych na etapie rozdrabniania) poprzez:

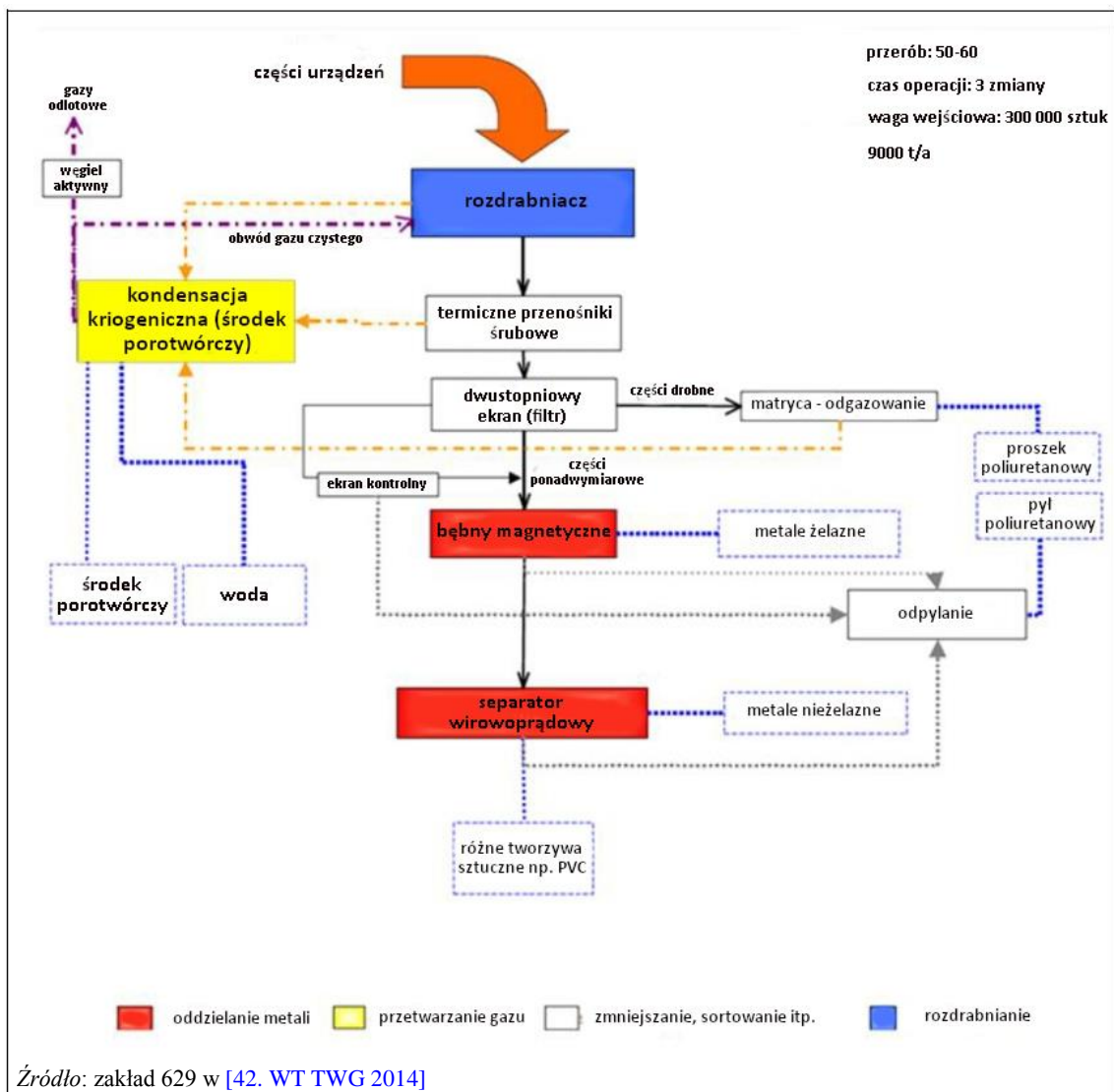
- technikę kriogeniczną; lub
- technikę adsorpcyjną; lub
- technikę konwersji katalitycznej.

#### Szczegóły techniczne

Gaz zawierający VFC/VHC jest przetwarzany przy użyciu jednej z poniższych metod:

- Technika kriogeniczna (patrz również sekcja 2.3.4.8): gaz zawierający VFC/VHC jest zasysany i przesyłany do jednostki kondensacji kriogenicznej, gdzie jest skraplany. Gazy ciekłe przechowywane są w zbiornikach gazoszczelnych do dalszego przetwarzania zgodnie z rozporządzeniem 1005/2009/WE. Gaz obojętny podlega odzyskaniu i ponownemu wykorzystaniu.

Na ilustracji 3.30 podano przykład odgazowania i oczyszczania gazów odlotowych poprzez kondensację kriogeniczną.

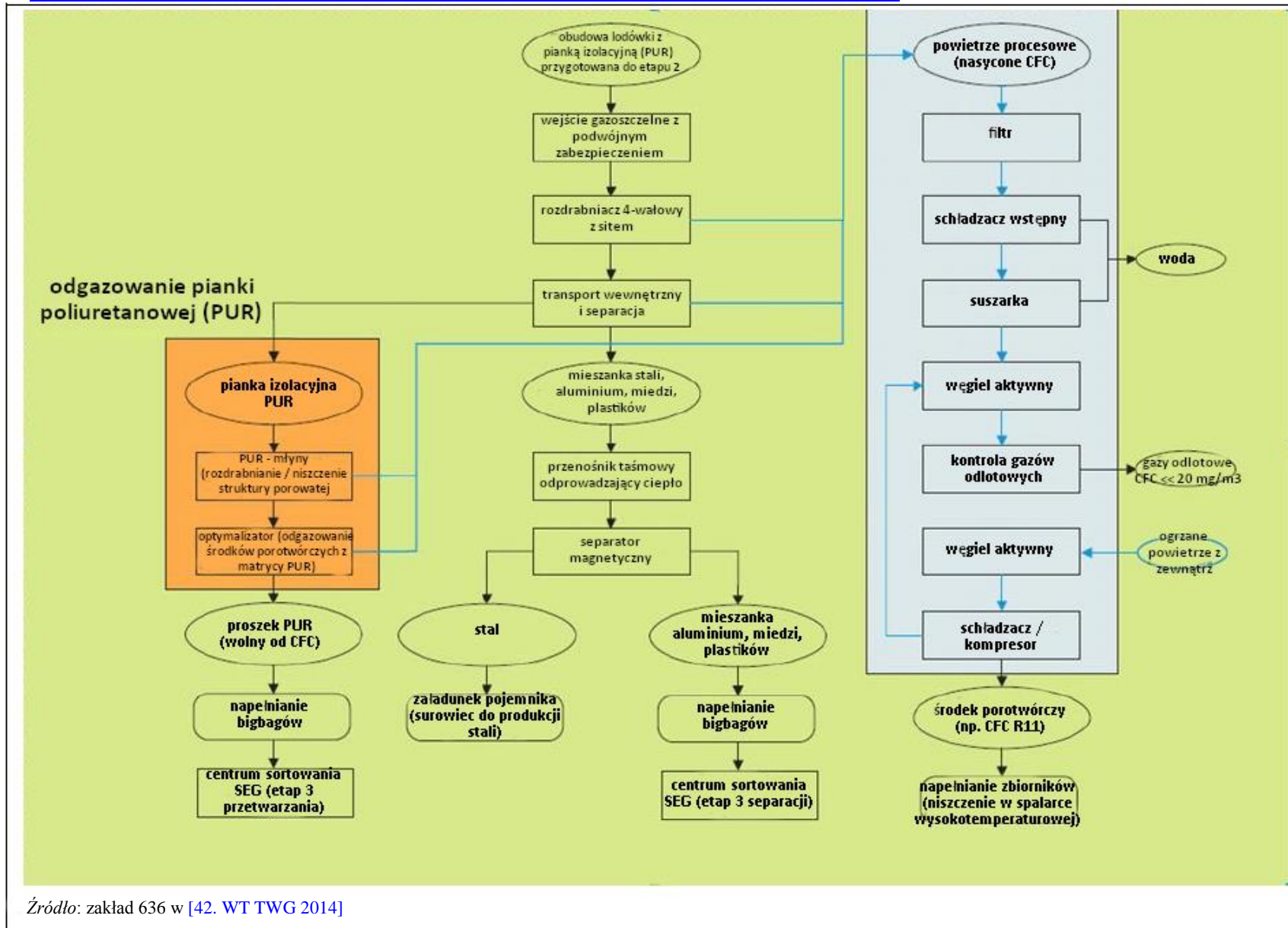


---

**Ilustracja 3.30: Odgazowanie etap 2 – kondensacja kriogeniczna**

Ogólny opis technik redukcji metodą kondensacji kriogenicznej można znaleźć w dokumencie BREF CWW. [\[45. COM 2016\]](#)

- Technika adsorpcyjna (zobacz również sekcja 2.3.4.9): gazy są pompowane do filtrów adsorpcyjnych. W procesie adsorpcji używane są zazwyczaj co najmniej dwa filtry, które są przełączane równolegle tak, że co najmniej jeden z nich jest adsorbującym, a jeden się regeneruje. Zużyty węgiel aktywny jest regenerowany za pomocą podgrzanego powietrza pompowanego do filtra w celu odparowania uwieczonych VFC i VHC. Po filtrze, regenerujący gaz odlotowy jest sprężany i chłodzony w celu skroplenia VFC i VHC (w niektórych przypadkach poprzez kondensację kriogeniczną). Skroplone gazy są przechowywane w naczyniach gazoszczelnych. Pozostałe gazy odlotowe są zazwyczaj doprowadzane z powrotem do filtra adsorbującego celem zminimalizowania emisji VFC lub VHC. Filtry adsorpcyjne czasami są również stosowane po jednostkach kriogenicznych aby poprawić ich wydajność. Na ilustracji 3.31 pokazano przykład odgazowania i przetwarzania gazów odlotowych z adsorpcją przy użyciu węgla aktywnego.



Źródło: zakład 636 w [42. WT TWG 2014]

Ilustracja 3.31: Odgazowanie etap 2 – adsorpcja z użyciem węgla aktywnego

Ogólny opis technik adsorpcji z użyciem węgla aktywnego można znaleźć w dokumencie BREF CWW. [\[45. COM 2016\]](#).

- **Technika konwersji katalitycznej:** gaz przesyłany jest do dwóch katalizatorów połączonych szeregowo. Związki węglowodorowe (np. izobutan, pentan) są termicznie utleniane w pierwszym konwerterze, tworząc wodę i dwutlenek węgla (CO<sub>2</sub>). W drugim reaktorze VFC są przekształcane w chlorowodór (HCl), fluorowodór (HF) i CO<sub>2</sub>. Gazy HCl i HF są albo absorbowane w wodzie w celu wytworzenia rozcieńzonego kwasu, albo neutralizowane, na przykład ciekłymi roztworami alkalicznymi (wodorotlenek sodu) lub stałopostaciowym wodorotlenkiem sodu. Ponieważ proces w pierwszym reaktorze jest egzotermiczny, działa on jednocześnie jako podgrzewacz dla drugiego etapu katalizatora. Podobnie energia cieplna w gazach emitowanych z drugiego reaktora jest wykorzystywana do wstępnego podgrzewania nieprzetworzonych gazów przed ich wprowadzeniem do pierwszego reaktora.

#### **Korzyści dla środowiska**

Osiągnięte korzyści dla środowiska wynikające z zastosowania tych technik obejmują:

- ograniczenie rozproszonych i ukierunkowanych emisji VFC/VHC;
- ograniczenie rozproszonych i ukierunkowanych emisji LZO.

#### **Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

**Technika kriogeniczna:** Komora rozdrabniania jest zamknięta podczas zasysania, VFC/VHC są odsysane, a N<sub>2</sub> jest wdmuchiwany w celu zmniejszenia poziomu O<sub>2</sub> do < 4%. W przypadku komory rozdrabniania o wymiarach 2000 mm x 1200 mm x 1000 mm całkowita ilość odprowadzanego powietrza wynosi 400 m<sup>3</sup>/godz. VFC/VHC są następnie wydychane do wewnątrz urządzenia, które chłodzi je ciekłym azotem do -90 °C. W tej temperaturze gazy zamieniają się w ciecze. Skroplone gazy są następnie przechowywane w zbiornikach. Zbiornik jest umieszczony na wadze, która umożliwia sprawdzenie, ile gazu zostało odzyskane i kiedy zbiornik musi zostać wymieniony.

Średnie zużycie N<sub>2</sub> obliczone drogą zbierania danych wynosi około 0.06 t/tonę przetworzonych odpadów. [\[26. Podgrupa mech. 2014\]](#)

Zob. również sekcja 3.2.2.1.2 w odniesieniu do emisji CFC, HFC i HCFC do atmosfery oraz sekcja 3.2.2.1.3 w odniesieniu do emisji związków organicznych do atmosfery.

**Technika adsorpcyjna:** Gazy z obszaru rozdrabniania są pompowane do filtrów adsorpcyjnych. Chłodzenie może być stosowane przed adsorpcją w celu zmniejszenia ilości wody w gazie technologicznym. VFC i VHC są wychwytywane w filtrach adsorpcyjnych przez węgiel aktywny. Proces adsorpcji zawsze składa się z co najmniej dwóch filtrów, które są przełączane równolegle tak, że co najmniej jeden z nich jest adsorbujący, a drugi podlega regeneracji. Podczas regeneracji filtra podgrzane powietrze zewnętrzne jest pompowane do filtra w celu odparowania wychwyconych VFC i VHC. Po filtrze gaz jest sprężany i chłodzony w celu skroplenia VFC i VHC (w niektórych przypadkach poprzez kondensację kriogeniczną). Skroplone gazy są następnie przechowywane w zbiornikach gazoszczelnych.

Średnie zużycie węgla aktywnego obliczone drogą zbierania danych wynosi około 0.5 kg/tonę przetworzonych odpadów. [\[26. Podgrupa mech. 2014\]](#)

Zob. również sekcja 3.2.2.1.2 w odniesieniu do emisji CFC, HFC i HCFC do atmosfery oraz sekcja 3.2.2.1.3 w odniesieniu do emisji związków organicznych do atmosfery.

**Technika utleniania katalitycznego:** System ten obniża ogólne zapotrzebowanie energetyczne zakładu. Taki układ procesu prowadzi nawet do tego, że utlenianie katalityczne staje się w pełni samowystarczalne pod względem energetycznym, gdy udział pentanowych agregatów chłodniczych przekroczy określony próg. [\[26. Podgrupa mech. 2014\]](#)

#### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

- Zużycie energii przy zastosowaniu techniki kondensacji kriogenicznej i adsorpcji.

- Produkcja odpadów przeznaczonych do unieszkodliwienia przy użyciu techniki konwersji katalitycznej.

### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Technika ogólnie dostępna.

### **Ekonomika**

W przypadku zakupu azotu w butlach mamy do czynienia z kosztami wytwarzania i transportu, a w przypadku produkcji azotu na miejscu - z kosztami wytwarzania.

Przy aktualnym stanie rozwoju techniki, koszt procesu etapu 1 (ekstrakcja oleju i czynników chłodniczych) i etapu 2 (ekstrakcja VFC i VHC z środków porotwórczych materiału izolacyjnego) jest wyższy niż cena odzyskanych materiałów. W niektórych państwach członkowskich (np. we Francji) jest to uwzględniane poprzez widoczną opłatę za nowe urządzenia, takie jak lodówki. [\[109. INERIS 2015\]](#)

### **Siła napędowa wdrażania**

- Prawodawstwo w zakresie ochrony środowiska, takie jak
  - Rozporządzenie (UE) 517/2014 w sprawie fluorowanych gazów cieplarnianych;
  - Rozporządzenie (WE) nr 1005/2009 w sprawie substancji zubożających warstwę ozonową;
  - Dyrektywa 2012/19/UE w sprawie zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego (WEEE).
- Kwestie bezpieczeństwa.
- Wzrost wskaźników recyklingu i wykorzystania.

### **Przykładowe zakłady**

Kondensacja kriogeniczna: Zakład 458, 470 oraz 629.

Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego: Zakład 138, 630 oraz 636.

### **Literatura źródłowa**

[\[26. Podgrupa mech. 2014\]](#), [\[23. Podgrupa mech. 2014\]](#), [\[107. EERA 2015\]](#), [\[42. WT TWG 2014\]](#)

#### **3.2.3.1.3 Ograniczanie emisji pyłów**

##### **Opis**

Filtr materiałowy.

##### **Szczegóły techniczne**

Zobacz sekcja 2.3.4.4 oraz CWW BREF [\[45. COM 2016\]](#)

##### **Korzyści dla środowiska**

Redukcja emisji pyłów do atmosfery.

##### **Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Zobacz tabela 3.13.

##### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Zobacz CWW BREF [\[45. COM 2016\]](#).

##### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Zobacz CWW BREF [\[45. COM 2016\]](#).

##### **Ekonomika**

Zobacz CWW BREF [\[45. COM 2016\]](#).

##### **Siła napędowa wdrażania**

Prawodawstwo dotyczące ochrony środowiska.

##### **Przykładowe zakłady**

Zobacz tabela 3.13.

## Literatura źródłowa

[42. WT TWG 2014]

### 3.2.3.2 Techniki zapobiegające eksplozjom

#### Opis

Zapobieganie powstawaniu atmosfery wybuchowej w miejscu rozdrabniania i w przestrzeniach zamkniętych poprzez:

- utrzymywanie stężenia tlenu poniżej 4 %, na przykład poprzez wtrysk gazu obojętnego (np. azotu);
- utrzymywanie stężenia węglowodorów poniżej dolnej granicy wybuchowości (LEL) poprzez wentylację wymuszoną.

#### Szczegóły techniczne

Stężenie gazów jest kontrolowane w celu zapobiegania ryzyku wybuchu (np. ograniczenie stężenia pentanu lub stężenia tlenu). W większości przypadków do maszyny wtryskiwany jest azot (np. do rozdrabniacza, kruszarki, odpylacza czy kolektora piany) w zależności od stężenia pentanu. Stężenie pentanu jest automatycznie monitorowane przez czujniki podczerwieni w różnych punktach pomiarowych (redundancja), ustawione na LEL (dolna granica wybuchowości) w zbiorniku napełniającym.

W zależności od stężenia pentanu (patrz również ilustracja 3.26) mają zastosowanie następujące działania:

- < 10 %: brak akcji;
- 10–30 %: wtrysk azotu przez zawór regulujący; monitorowanie natężenia objętości przepływu;
- 30–40 %: wstrzymanie podawania wsadu, zamknięcie kłapy, kontynuowanie odsysania oraz jego ewentualne zwiększenie;
- > 40 %: zatrzymanie awaryjne; zatrzymanie rozdrabniania; kontynuacja systemu odsysania; kontynuacja wstrzykiwania azotu.

Jeżeli stężenie pentanu spadnie poniżej 30 %, instalacja będzie nadal działać, a poniżej 10 % zawór odcinający podawanie azotu zostanie zamknięty.

W większości przypadków azot jest ciągle wtryskiwany do rozdrabniacza, kruszarki i odpylacza, aby zapobiec wybuchom. Jednocześnie można stosować rozpylacze wodne, aby zapobiec wysokim temperaturom w rozdrabniaczu i kruszarce.

W przestrzeniach zamkniętych (np. granulATORY do odgazowywania pianki), inertyzacja nie jest wykonywana na podstawie stężenia pentanu, ale tlenu, który jest utrzymywany na poziomie niższym niż, na przykład, 4 %.

Gdy objętość odessanego gazu jest wystarczająco duża (głównie w systemach wykorzystujących konwersję katalityczną), dolna granica wybuchowości (LEL) pentanu nie może zostać osiągnięta. W takich przypadkach inertyzacja nie jest konieczna.

#### Korzyści dla środowiska

Zapobieganie powstawaniu wybuchowej atmosfery i związanych z nią niekontrolowanych emisji.

#### Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Nie dostarczono danych.

#### Oddziaływanie na procesy i środowisko

Nie dostarczono danych.

#### Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie dostępna.

#### Ekonomika

Nie dostarczono danych.

### **Siła napędowa wdrażania**

Względy bezpieczeństwa.

### **Przykładowe zakłady**

Zakład 138, 458, 470, 629, 630 oraz 636.

### **Literatura źródłowa**

[26. Podgrupa mech. 2014], [EERA komentarz #27 w [21. WT TWG 2016]]

## **3.3 Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej**

### **3.3.1 Przegląd**

Niniejsza sekcja obejmuje metody i procesy przetwarzania stosowane głównie w celu uzyskania materiału z odpadów innych niż niebezpieczne, tak aby mógł on zostać wykorzystany jako paliwo. Chociaż niektóre metody przetwarzania mogą dawać produkty, które mogą być wykorzystane do innych celów.

### **3.3.2 Stosowane procesy oraz techniki**

#### **Cel**

Głównym celem jest przygotowanie materiału palnego z odpadów stałych innych niż niebezpieczne, w niektórych przypadkach z stałych odpadów komunalnych (MSW). Niniejsza sekcja obejmuje również przygotowanie paliw stałych poprzez mieszanie/łączenie.

Główną funkcją przygotowawczą jest przekształcenie wybranych materiałów w określone paliwo. W przypadku surowców nie zawierających frakcji ulegającej biodegradacji, zakład przygotowuje surowiec głównie poprzez usunięcie materiałów niepalnych.

Kwestię materiału wsadowego z frakcją ulegającą biodegradacji, na którym dodatkowo do mechanicznej przeprowadzana jest obróbka biologiczna, omówiono w sekcji 4.4 dotyczącej przetwarzania mechaniczno-biologicznego (MBT).

#### **Zasada działania**

Wsad jest sortowany i rozdrabniany głównie w celu pozostawienia bardziej jednorodnego materiału palnego, który nie zawiera mokrych materiałów gnijących lub ciężkich materiałów obojętnych (kamieni, szkła, złomu itp.). Inne wykorzystywane urządzenia i operacje to na przykład sortowanie, separacja, kruszenie, przesiewanie i zbieranie.

Technologie przygotowania paliwa stałego różnią się znacznie w zależności od źródła i rodzaju odpadów oraz od specyfikacji użytkownika/instalacji spalania.

Należy pamiętać, że odpady są heterogeniczną mieszaniną materiałów, zwłaszcza stałych odpadów komunalnych. W związku z tym, przetwarzając odpady przy użyciu specjalnej technologii przygotowania paliwa, producent czyni to paliwo bardziej jednorodnym.

#### **Wsad oraz strumienie wyjściowe**

##### Material wsadowy

Odpady komunalne, odpady "handlowe" oraz odpady z budowy i rozbiórki to najczęstsze źródła. Tabela 3.15 przedstawia typowe wartości opałowe dla różnych rodzajów odpadów.

Tabela 3.15: Typowe wartości opalowe różnych rodzajów odpadów

Rodzaj odpadów	Wartość opalowa (MJ/kg)
Odpady jednorodne	15–25
Mieszane odpady przemysłowe / komercyjne	10–25
Stałe odpady komunalne	6–11
Odpady mieszane	10–20
Partie drewna	14–18
Osady ściekowe	3–10

Źródło: DE komentarz #21 w [21. WT TWG 2016]

#### Odpady z tworzyw sztucznych (plastik)

Demonstracja odzysku energii z określonych strumieni odpadów z tworzyw sztucznych w pełnych testach trwała przez wystarczająco długi okres, aby udowodnić powtarzalne i stabilne warunki operacyjne, udokumentować wpływ odpadów z tworzyw sztucznych na działania, a także wskazać, jakie materiały i emisje powstaną. Przegląd programu APME (Association of Plastics Manufacturers in Europe - Stowarzyszenie Producentów Tworzyw Sztucznych w Europie) TEC przedstawiono w poniższej tabeli 3.16.

Tabela 3.16: Wykorzystywanie jako paliwo odpadów z tworzyw sztucznych z różnych sektorów przemysłu

Technologia spalania	Wykorzystanie energii	Opakowania	Użycie komercyjne	Motoryzacja	Przemysł elektryczny i elektroniczny	Rolnictwo	Budownictwo
Kratownica	Ogrzewanie komunalne, ogrzewanie/prąd	MPW	NI	SR	NI	NI	Pianka
Złoże fluidalne (FB)	Ogrzewanie/prąd	MPW, SR	NI	NI	NI	NI	NI
Węgiel sproszkowany (pył węglowy)	Prąd	MPW	NI	NI	NI	Folie	NI
Piec obrotowy	Cement	MPW	NI	NI	Pianka	NI	NI
Spalanie przemysłowe	Metale nieżelazne	NI	NI	NI	ESR	NI	NI
Cyrkulacyjne złoże fluidalne (CFB)	Pulpa papierowa	MPW	Kosze na śmieci	SR	NI	NI	NI

Uwagi: MPW = odpady komunalne z tworzyw sztucznych (czasami należy je rozdrobnić przed wykorzystaniem); SR = pozostałości z rozdrabniania; ESR = pozostałości z rozdrabniania sprzętu AGD; NI = brak danych.  
Źródło: [24. CEFIC 2002], [11. WT TWG 2003], [18. WT TWG 2004]

#### Stałe paliwo odpadowe zastępujące węgiel

Głównymi różnicami pomiędzy węglem a paliwami stałymi są zawartość siarki, chloru i metali ciężkich. W wielu przypadkach, na przykład, jeśli weźmie się pod uwagę i porówna paliwa stałe zawierające tworzywa sztuczne z węglem, zawartość chloru w paliwach z odzysku jest wyższa (zazwyczaj 0,5-1,0 %) a siarki niższa. Ponadto zawartość metali ciężkich będzie generalnie zbliżona (zakres ppm) lub może nawet wzrosnąć. Paliwo odpadowe stałe sprzedawane jest w różnych formach fizycznych. Tabela 3.17 przedstawia przegląd różnych form fizycznych paliwa odpadowego.



Tabela 3.17: Przegląd różnych form fizycznych paliwa odpadowego (produkcja)

Paliwo odpadowe	Określenie właściwości fizycznych i chemicznych
Puch	Wielkość cząstek, gęstość luzem, wilgotność, wartość opałowa, zawartość popiołu, skład chemiczny
Pellet miękki	
Pellet twardy	
Wióry	
Proszek	
Źródło: [17. Pretz i inni 2003], [19. WT TWG 2004]	

Produkt wyjściowy

W procesie pozyskiwania paliwa z odpadów stałych rozróżnia się frakcję kaloryczną i frakcję nie kaloryczną zawartą we wsadach odpadów. Frakcja nie kaloryczna, która pozostaje po tej operacji, może stanowić wysoki odsetek ilości przetwarzanych odpadów (np. odpadów komunalnych).

Produkt wyjściowy obejmuje:

- Paliwo stałe np.:
  - Paliwo stałe z odzysku (SRF), które jest paliwem stałym przygotowywanym z odpadów innych niż niebezpieczne do wykorzystania w celu odzyskania energii w spalarniach lub współspalarniach i które spełnia znormalizowane wymogi klasyfikacji i specyfikacji (EN 15359, opracowane przez CEN TC 343).
  - Paliwo odpadowe RDF; RDF różni się od SRF tym, że nie jest produkowane zgodnie ze znormalizowanymi wymogami klasyfikacji i specyfikacji. RDF zawiera wysokokaloryczne frakcje, które są bardziej znaczącymi frakcjami w strumieniach odpadów i zawierają materiały o wysokiej wartości opałowej nie przetworzone tak dokładnie jak frakcje dla elektrowni wykorzystujących paliwa wtórne, takie jak SRF.
  - Biopaliwa stałe; biopaliwa stałe dzielą się na dwie kategorie, a mianowicie wysokokaloryczne odpady ulegające biodegradacji, takie jak drewno, papier, tekstylia i mokre odpady gnilne (które zazwyczaj obejmują żywność) oraz odpady ogrodowe i szlamowe. Terminologia, definicje i opisy podano w normie EN 16559:2014 - Biopaliwa stałe, opracowanej przez CEN TC 335.

Paliwo stałe może być rozdrobnione w postaci puchu lub zagęszczone w granulkach, kostkach i brykietach.

- Odpady z tworzyw sztucznych, które mogą zastąpić inne paliwa stałe, takie jak węgiel, torf, drewno, koks. Obecnie prowadzonych jest szereg działań w zakresie zastępowania paliw, a także działa kilka zakładów pokazowych wykorzystujących odpady stałe z tworzyw sztucznych.
- Drewno do ponownego użytku.
- Materiały niepalne, takie jak metale, kamień i szkło, które mogą być przekazywane do odzysku.

[110. Podgrupa mech. 2014]

Typowy skład odpadów palnych oraz opakowań mieszanych przedstawiono w tabelach 3.18 oraz 3.19.

**Tabela 3.18: Typowy skład odpadów palnych (kod odpadów 19-12-10 z załącznika do COM 2000/532/WE) w oparciu o dużą liczbę pomiarów w zakładach stosujących CEN/TC 343**

Parametr	Jednostka	Minimum	Mediana	Średnie	Percentyl 80	Percentyl 90	Maksimum	Ilość pomiarów	Z których < LOD
Wartość kaloryczna	kJ/kg	4 400	16 700	16 178	19 100	20 500	25 700	503	0
Zawartość wody	%	1.5	8.8	14.0	27.9	33.4	41.3	503	0
Zawartość popiołu	%	6.6	13.8	14.4	17.4	19.4	46.7	486	0
Chlor ogółem	%	0.2	0.8	0.9	1.3	1.5	4.3	394	0
Fluor ogółem	mg/kg	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.09	216	213
Siarka ogółem	%	0.05	0.10	0.13	0.20	0.20	1.00	216	6
Kadm	mg/kg	0.10	2.10	4.11	5.60	9.20	55.00	341	66
Tal	mg/kg	0.01	0.18	0.20	0.19	0.19	5.90	277	276
Rtęć	mg/kg	0.06	0.28	0.35	0.43	0.57	3.39	341	77
Antymon	mg/kg	1.12	20.41	53.18	66.81	138.30	818.80	341	0
Arsen	mg/kg	0.31	0.48	1.00	1.46	2.02	7.33	341	197
Ołów	mg/kg	0.93	131.60	263.71	236.50	344.88	30 176.00	341	0
Chrom	mg/kg	3.35	82.73	144.57	208.61	303.27	3 029.40	341	0
Kobalt	mg/kg	0.47	4.23	5.92	6.32	9.10	127.68	341	2
Miedź	mg/kg	10	481	1 979	2 500	5 538	24 174	341	0
Mangan	mg/kg	11.76	105.00	115.26	143.36	173.66	464.28	341	0
Nikiel	mg/kg	0.47	14.19	43.41	27.33	50.82	3 658.20	341	1
Wanad	mg/kg	1.02	5.19	6.42	7.63	9.08	134.95	340	0
Cyna	mg/kg	2.46	16.64	31.86	34.26	54.87	1 450.50	341	0
Beryl	mg/kg	0.06	0.09	0.11	0.10	0.18	0.63	226	202
Selen	mg/kg	0.04	0.46	0.45	0.47	0.48	1.29	226	225
Tellur	mg/kg	0.01	0.18	0.23	0.19	0.20	3.39	226	206

Uwaga: Wszystkie wartości oparte są na stanie mokrym.  
 LOD = granica wykrywalności  
 Źródło: DE komentarz # 22 w [21. WT TWG 2016]

**Tabela 3.19: Typowy skład opakowań mieszanych (kod odpadów 15-01-06 z załącznika do COM 2000/532/WE) oparty na dużej liczbie pomiarów w zakładach stosujących CEN/TC**

Parametr	Jednostka	Minimum	Mediana	Średnie	Percentyl 80	Percentyl 90	Maksimum	Ilość pomiarów
Wartość kaloryczna	kJ/kg	15 883	20 274	22 952	27 730	30 215	32 700	3
Zawartość wody	%	3.30	4.80	4.80	5.70	6.00	6.30	2
Zawartość popiołu	%	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Chlor ogółem	%	0.04	0.08	0.08	0.11	0.12	0.13	NI
Fluor ogółem	mg/kg	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Siarka ogółem	%	0.06	0.10	0.10	0.12	.12	0.13	NI
Kadm	mg/kg	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	2
Tal	mg/kg	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	2
Rtęć	mg/kg	0.10	0.14	0.14	0.17	0.18	0.19	2
Antymon	mg/kg	0.29	1.48	1.48	2.19	2.43	2.67	2
Arsen	mg/kg	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	2
Ołów	mg/kg	0.95	5.71	5.71	8.57	9.52	10.47	2
Chrom	mg/kg	4.76	6.19	6.19	7.04	7.33	7.62	2
Kobalt	mg/kg	0.95	5.71	5.71	8.57	9.52	10.47	2
Miedź	mg/kg	3.81	8.09	8.09	10.66	11.52	12.38	2
Mangan	mg/kg	4.76	6.19	6.19	7.04	7.33	7.62	2
Nikiel	mg/kg	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	2
Wanad	mg/kg	0.95	1.43	1.43	1.71	1.81	1.90	2
Cyna	mg/kg	0.95	2.38	2.38	3.24	3.52	3.81	2
Beryl	mg/kg	0.10	0.52	0.52	0.78	0.87	0.95	2
Selen	mg/kg	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	2
Tellur	mg/kg	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	2

Uwaga: Wszystkie wartości oparte są na stanie mokrym.

NA = Nie dotyczy.

NI = Brak danych.

Źródło: DE komentarz # 23 w [21. WT TWG 2016]

Wymagania użytkownika często określają wymaganą jakość i charakterystykę paliwa odpadowego. Elektrownie, cementownie i wapienniki, zakłady gazyfikacji, kotły wielopaliwowe itp. mają różne standardy wykorzystania paliw stałych w zależności od zastosowanej technologii, przetwarzania gazów odlotowych oraz specyfikacji urządzenia.

Zapewnienie odpowiedniej jakości przygotowania odpadów przeznaczonych do wykorzystania jako paliwo wynika z potrzeby spełnienia specyfikacji określonych przez zakład przyjmujący. Jest to związane z charakterystyką składu odpadów (zob. sekcja 2.3.2.2) oraz z systemem zarządzania jakością produkcji (zob. sekcja 2.3.2.6). Ważną rolę w tej kwestii odgrywa również mieszanie i łączenie (patrz punkt 2.3.2.8).

Niektóre z praktyk obejmują:

- dostarczenie klientowi raportu obejmującego w szczególności następujące główne właściwości fizyczne i chemiczne paliwa odpadowego:
  - pochodzenie i numer LoW (europejski wykaz odpadów),
  - wartość opałową netto,
  - zawartość popiołu
  - zawartość wody,
  - zawartość substancji lotnych,

- zawartość biomasy,
- skład chemiczny (w szczególności C, H, O, N, S, P, Cl, F, Al, K, Na, metale ciężkie);
- ograniczanie ilości odpowiednich parametrów dla wszelkich odpadów, które mają być wykorzystywane jako paliwo w dowolnej współspalarni (np. chrom (VI), chrom ogółem, ołów, kadm, rtęć, tal, PCB, siarka oraz całkowita zawartość halogenu przy wykorzystaniu w piecach cementowych).

[\[111. Ministerstwo Środowiska NZ 2000\]](#), [\[9. UK EA 2001\]](#), [\[112. ENDS 2002\]](#), [\[11. WT TWG 2003\]](#), [\[18. WT TWG 2004\]](#), [\[19. WT TWG 2004\]](#)

### Opis procesu

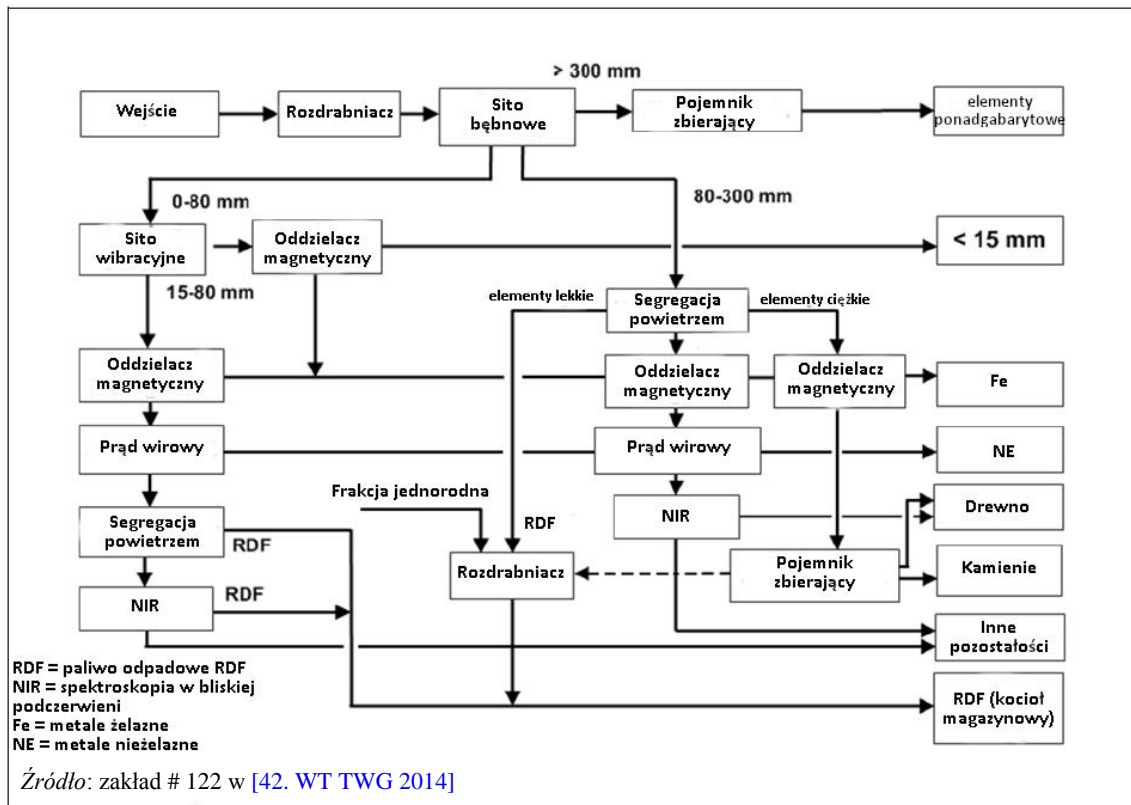
W zależności od źródła odpadów wejściowych i wymagań dotyczących produktu wyjściowego, odpady te są rozdrabniane, rozdzielane, mieszane i pelletowanie.

Selekcja u źródła może być pierwszym działaniem, które należy uwzględnić w przypadku odpadów jednorodnych. Wstępna selekcja może również zostać włączona do systemu zbiórki mieszanych odpadów przemysłowych. Obszar odbioru odpadów jest pierwszym ważnym obiektem w odniesieniu do systemu zarządzania jakością i tam właśnie przeprowadzana jest kontrola odbioru. Wszystkie rodzaje kłopotliwych materiałów, które mogą powodować problemy operacyjne lub jakościowe, są usuwane na tym wczesnym etapie.

Proces pozyskiwania paliwa z odpadów stałych można podzielić na kilka etapów wymienionych poniżej. Jednakże lista ta przedstawia jedynie przegląd możliwych kroków: każdy krok niekoniecznie musi być częścią każdego procesu:

- obszar surowca wejściowego/odpadów, magazynowanie;
- selekcja wstępna/separacja substancji zanieczyszczających;
- urządzenia zasilające - ładowarki kołowe lub dźwigi są zwykle stosowane do zasilania procesu przetwarzania;
- rozdrabnianie - rozdrabnianie może być osiągnięte przez młyny młotkowe, rozdrabniacze nożycowe, rozdrabniacze jednowałowe, nożyce obrotowe, rozdrabniacze rozrządowe i młyny kaskadowe;
- sortowanie (np. oddzielanie metali żelaznych i nieżelaznych, przesiewanie, separacja powietrzna, spektroskopia w bliskiej podczerwieni (NIR), selekcja); ogólny opis etapów sortowania znajduje się w sekcji 2.3.2.9;
- zagęszczanie/pelletyzowanie może być wykonywane przez prasy płaskie, prasy pierścieniowe lub aglomeratory dyskowe (patrz również sekcja 5.3);
- magazynowanie;
- załadunek oraz transport.

Przykład przepływu w przypadku mechanicznego przetwarzania odpadów o wartości opałowej z paliwem odpadowym RDF na wyjściu przedstawiono na ilustracji 3.32.



**Ilustracja 3.32:** Schemat przepływu dla mechanicznego przetwarzania odpadów o wartości opałowej

Po ostatnim etapie przetwarzania otrzymuje się stałe paliwo odpadowe. W niektórych przypadkach mogą być wymagane dodatkowe etapy przetwarzania w celu zaprojektowania stałego paliwa odpadowego zgodnie z życzeniami konsumentów. Na przykład, może być wymagane dalsze zagęszczanie lub rozdrabnianie. Tabela 3.20 przedstawia korelację pomiędzy różnymi procesami przygotowania paliwa a jego końcowym zastosowaniem do różnych celów.

**Tabela 3.20:** Dodatkowe etapy przetwarzania wymagane zgodnie z właściwościami fizycznymi odpadów stosowane celem dostarczenia paliwa odpadowego zgodnego ze specyfikacją konsumentów

Postać ostateczna paliwa	Proces spalania			
	Piec cementowy	Cyrkulacyjne złożo fluidalne	Elektrownia na pył węglowy	Zgazowanie i elektrownia na pył węglowy
Bale	Rozdrabnianie (puch), magazynowanie pod przykryciem	Rozdrabnianie (puch), magazynowanie pod przykryciem	Pelletowanie, magazynowanie, sproszkowanie	Rozdrabnianie (puch), magazynowanie pod przykryciem
Pellet miękki/puch	Magazynowanie pod przykryciem	Magazynowanie pod przykryciem	Magazynowanie pod przykryciem	Magazynowanie pod przykryciem
Pellet twardy	Magazynowanie pod przykryciem, proste zgniatanie	Magazynowanie pod przykryciem	Magazynowanie pod przykryciem, sproszkowanie	Magazynowanie pod przykryciem

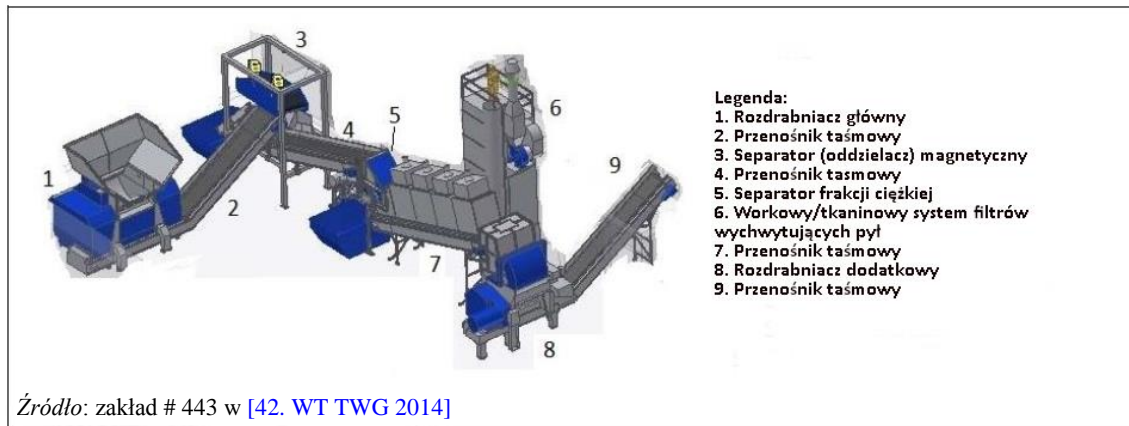
Źródło: [17. Pretz i inni 2003], [18. WT TWG 2004]

Po oddzieleniu materiału palnego jest on rozdrabniany i albo wysyłany do klienta, albo pelletyzowany przed wysłaniem go do spalania (zazwyczaj ma to miejsce, gdy materiał jest spalany poza zakładem, ponieważ zagęszczone paliwo zmniejsza koszty transportu).

Emisje do atmosfery z mechanicznej obróbki odpadów o wartości opałowej mogą być pyłem. Emisje odorów i związków organicznych mogą wystąpić również wtedy, gdy wsad odpadów zawiera substancje organiczne (np. stałe odpady komunalne (MSW)).

W niektórych przypadkach zapobieganie/redukcja emisji rozproszonych pyłów pochodzących z magazynowania odpadów odbywa się poprzez rozpylanie wody. Natomiast redukcja emisji ukierunkowanych pyłu osiągnana jest głównie dzięki zastosowaniu filtra tkaninowego.

Ilustracja 3.33 przedstawia przykład mechanicznej obróbki odpadów o wartości opałowej z filtrem tkaninowym.



**Ilustracja 3.33: Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej, z użyciem filtra workowego/tkaninowego**

### Użytkownicy

Materiał palny jest zazwyczaj spalany w specjalnych instalacjach lub współpalany w instalacjach, w których przeprowadzany jest proces spalania. Głównym zastosowaniem paliwa jest produkcja cementu/wapienia oraz wytwarzanie energii elektrycznej. W zależności od zastosowania końcowego, istnieją różne wymagania dla paliw odpadowych.

Ten typ instalacji znajduje się w Holandii, Włoszech, Niemczech, Austrii i Belgii i stanowi podstawowy wzorzec dla niektórych "zintegrowanych instalacji" planowanych w Wielkiej Brytanii. Mieszanie dużych ilości odpadów stałych jest powszechną praktyką w wielu krajach UE (np. w Belgii, Francji, Niemczech, Danii).

Zakłady z listy, które przeprowadzają tego typu obróbkę, to: 024, 031, 032, 034, 035, 115, 116, 117, 122C, 133, 219, 269, 270, 273, 277, 278, 279, 280C, 312, 325C, 326C, 361\_363, 425\_426, 442C, 443C, 472, 487, 493, 574, 615, 627, 632, 633.

### 3.3.3 Aktualne poziomy emisji oraz zużycia

[42. WT TWG 2014], [113. Umweltbundesamt (AT) 2015],

#### 3.3.3.1 Emisje do atmosfery

Tabela 3.21 przedstawia różne parametry mierzone w zakładach mechanicznego przetwarzania odpadów o wartości opałowej. Tabela ta powinna być odczytywana razem z tabelą 3.22, która pokazuje, dla każdego zakładu, pochodzenie emisji i związane z nimi techniki redukcji.

Najczęściej mierzonym parametrem jest pył, który jest oczyszczany głównie za pomocą systemu workowo-tkaninowego. Niektóre zakłady wyposażone w adsorpcję z użyciem węgla aktywnego i/lub biofiltr mierzą również związki organiczne (OWO, całkowite LZO) oraz odory.

Tabela 3.21: Emisje do atmosfery z mechanicznego przetwarzania odpadów o wartości opalowej

Mierzone zanieczyszczenie	Rodzaj pomiaru	Uwzględnione zakłady	Zakres (mg/Nm <sup>3</sup> z wyjątkiem przepływu oraz odoru)	Ilość pomiarów dokonana w 3 letnim okresie referencyjnym (2010-2012)
Przepływ (Nm <sup>3</sup> /h)	Ciągły	35, 161, 280	10 000–125 000	NA
	Okresowy	24, 32, 122, 269, 270, 277, 279-1, 278, 326, 361, 442, 615, 627, 632	1.8–190 000	max 6
	Oszacowane	133	NI	NA
Pył	Ciągły <sup>(1)</sup>	280, 426-426	0.4–0.6	NA
	Okresowy	24, 31, 32, 35, 122, 270, 273, 277, 279-1, 312, 326, 361, 442, 615, 627, 632	0.09–8.8 <sup>(2)</sup>	max 12
	Oszacowane	133	NI	NA
HCl	Ciągły	425-426	0.1–0.2	NA
	Okresowy	277, 278	0.3–1.3	max 4
Całkowite LZO	Okresowy	361	3.5	5
OWO	Ciągły <sup>(1)</sup>	280, 425-426	31.9–34.5	NA
	Okresowy	277, 278, 361, 615	3.5–29	max 5
Odory (OU <sub>F</sub> /m <sup>3</sup> )	Okresowy	32, 35, 278	274–1020	max 8
Cd	Okresowy	24	0.003	6
Hg	Ciągły <sup>(1)</sup>	280	0.004–0.005	NA
	Okresowy	24, 361	0.004–0.008	max 6
As	Okresowy	24	0.004	6
Pb	Okresowy	24	0.07	6
Cr	Okresowy	24	0.006	6
Co	Okresowy	24	0.005	6
Ni	Okresowy	24	0.003	6
Zn	Okresowy	24	0.09	6

(1) Średnia roczna, jeżeli została określona.  
(2) Dla wartości 8.8 mg/Nm<sup>3</sup>, dziewięć z dwunastu dostarczonych wartości szacuje się na 10 mg/Nm<sup>3</sup>. Średnia trzech pomiarów rzeczywistych wynosi 5.3 mg/Nm<sup>3</sup>.  
Uwagi: W przypadku pomiarów okresowych wartości są wartościami średnimi z trzech lat referencyjnych.  
NA = Nie dotyczy.  
NI = Nie dostarczono danych.

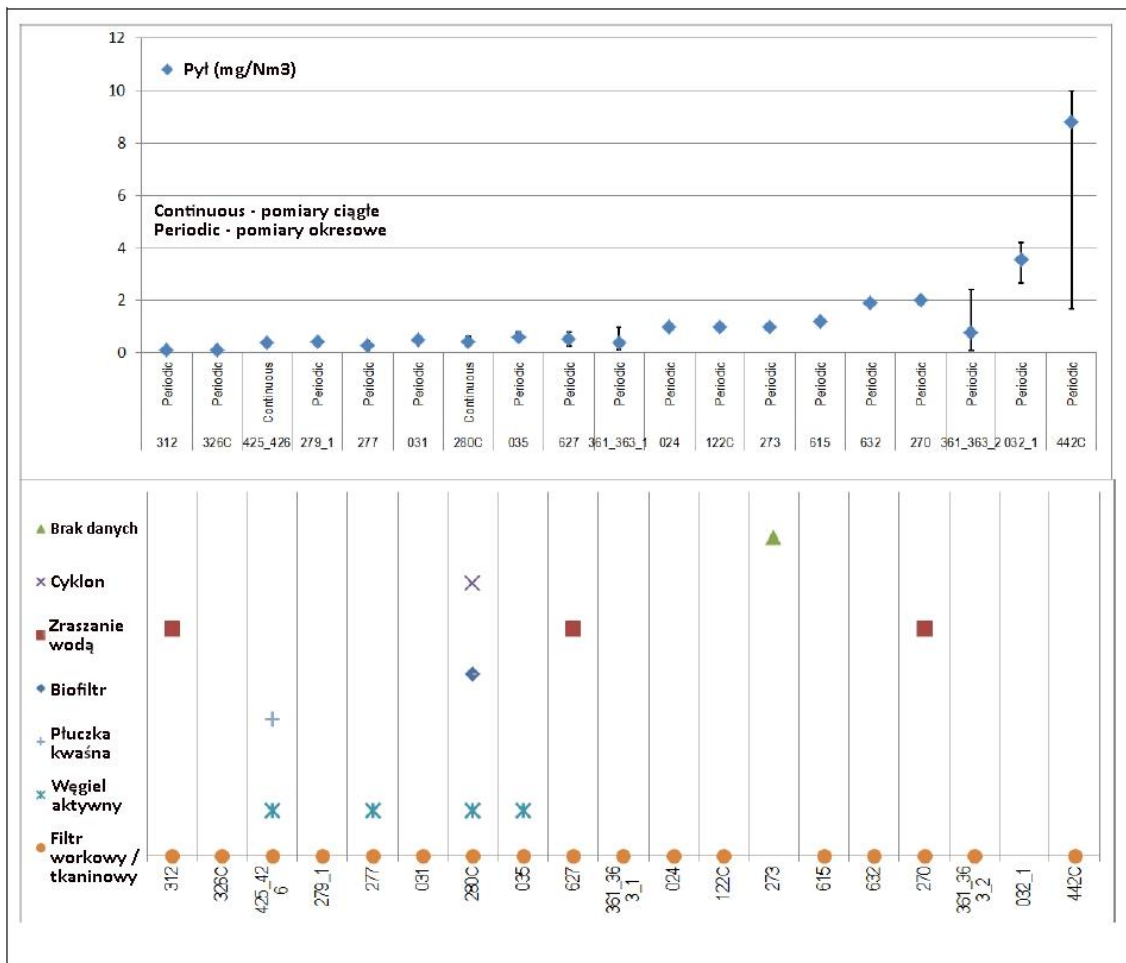
**Tabela 3.22: Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opalowej - źródła emisji do atmosfery i związane z tym techniki redukcji**

Numer zakładu	Źródło emisji do atmosfery	Zastosowana technika redukcji
24	Procesy mechaniczne	System filtrów workowych/tkaninowych
31	Procesy mechaniczne	System filtrów workowych/tkaninowych
32	Procesy mechaniczne	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego
	Procesy mechaniczne	Biofiltracja
34	Procesy mechaniczne	System filtrów workowych/tkaninowych
35	Magazynowanie oraz procesy mechaniczne	System filtrów workowych / tkaninowych Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego Powietrze odlotowe jest wykorzystywane jako powietrze zasilające proces spalania
115	Brak emisji do atmosfery z procesów mechanicznych	NA
116	Procesy mechaniczne	Zraszanie wodą (pył)
117	NI	NI
122	NI	System filtrów workowych/tkaninowych
133	Procesy mechaniczne	System filtrów workowych / tkaninowych Separacja z użyciem cyklonu Zraszanie wodą (pył)
219	Brak emisji do atmosfery	System wysokociśnieniowej mgły wodnej
269	Magazynowanie oraz procesy mechaniczne	System filtrów workowych/tkaninowych
270	Magazynowanie oraz procesy mechaniczne	System filtrów workowych / tkaninowych Zraszanie wodą (pył)
273	Magazynowanie oraz procesy mechaniczne	Powietrze odlotowe kierowane jest do instalacji spalania
277	Magazynowanie oraz procesy mechaniczne	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego System filtrów workowych / tkaninowych
278	Magazynowanie oraz procesy mechaniczne	System filtrów workowych / tkaninowych Biofiltracja Płuczka gazowa mokra
279-1	Procesy mechaniczne	System filtrów workowych/tkaninowych
280	Procesy mechaniczne	Biofiltracja Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego Separacja z użyciem cyklonu System filtrów workowych / tkaninowych
312	Procesy mechaniczne	Zraszanie wodą (pył) System filtrów workowych / tkaninowych
325	Brak emisji do atmosfery	NA
326	Procesy mechaniczne	System filtrów workowych / tkaninowych
361	Procesy mechaniczne	System filtrów workowych / tkaninowych
425-426	Procesy mechaniczne	System filtrów workowych / tkaninowych Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego Utlenianie termiczne System płuczki kwasowej
442	Procesy mechaniczne, sortowanie produktu wyjściowego, etapy magazynowania oraz transportu	System filtrów workowych/tkaninowych
443	Rozdrabniacz odpadów mieszanych	System filtrów workowych/tkaninowych
472	NI	NI
487	Brak emisji zorganizowanych do atmosfery	NA
493	Brak emisji do atmosfery	NA
574	Brak emisji do atmosfery	NA
615	Magazynowanie oraz procesy mechaniczne	System filtrów workowych/tkaninowych
627	Magazynowanie oraz procesy mechaniczne	Zraszanie wodą (pył) System filtrów workowych / tkaninowych
632	Procesy mechaniczne	System filtrów workowych/tkaninowych
633	NI	NI

Uwagi: NI = Nie dostarczono danych. NA = Nie dotyczy.

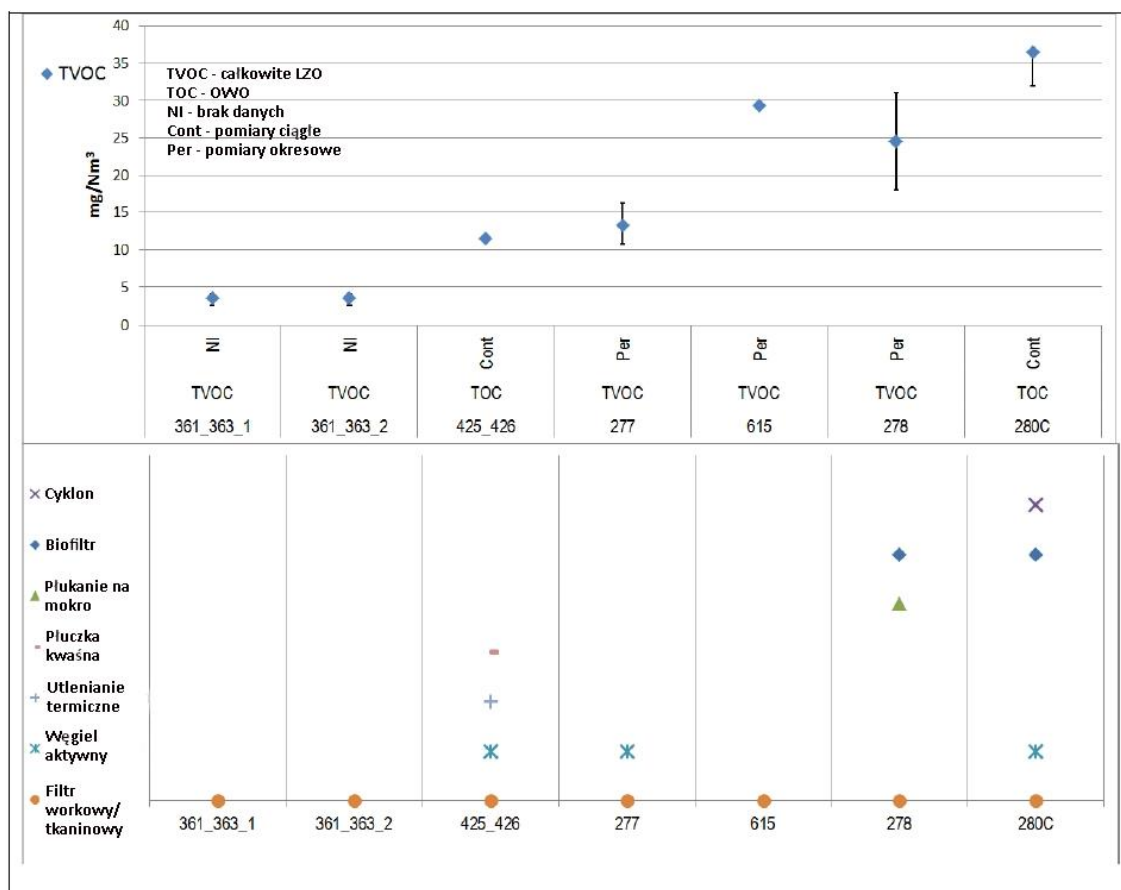
Ilustracja 3.34 przedstawia poziom emisji pyłów do atmosfery z mechanicznej obróbki odpadów o wartości opalowej, a także stosowane techniki redukcji.





**Ilustracja 3.34:** Emisja pyłu do atmosfery z mechanicznego przetwarzania odpadów o wartości opałowej

Ilustracja 3.35 przedstawia poziom emisji związków organicznych do atmosfery z mechanicznej obróbki odpadów o wartości opałowej oraz stosowane techniki redukcji emisji.



Ilustracja 3.35: Emisja związków organicznych do atmosfery z mechanicznego przetwarzania odpadów o wartości opałowej

### 3.3.3.2 Emisje do wody

Tabela 3.23 przedstawia różne parametry mierzone w zakładach mechanicznego przetwarzania odpadów o wartości opałowej. Tabelę tę należy odczytywać wraz z tabelą 3.24, która dla każdego zakładu pokazuje pochodzenie emisji, związane z nimi techniki redukcji oraz rodzaj zrzutu (bezpośredni lub pośredni).

Spośród 33 zakładów, które uczestniczyły w gromadzeniu danych, 17 zgłosiło brak emisji do wody z procesu mechanicznego. Spośród 11 zakładów, które zgłosiły emisje do wody (z procesu mechanicznego i/lub magazynowania lub innych wspólnych etapów procesu), 10 zgłosiło uwolnienie do systemu kanalizacyjnego (zrzut pośredni). Jeden zakład (zakład 31) zgłosił zrzut bezpośrednio do środowiska i monitorowanie THC (zgłoszone średnie stężenie: 0,24 mg/l).

W skali globalnej najczęściej mierzone parametry to pH, TSS i ChZT.

Tabela 3.23: Emisje do wody z mechanicznego przetwarzania odpadów o wartości opalowej

Mierzone zanieczyszczenie	Rodzaj pomiaru	Uwzględnione zakłady	Zakres (mg/l z wyjątkiem pH oraz przepływu)	Ilość pomiarów dokonana w 3 letnim okresie referencyjnym (2010-2012)
Przepływ (m <sup>3</sup> /h)	Oszacowane	278, 361	0.07–7	3
pH	Pomiar ciągły	425-426	7.2–7.4	NA
	Pobrano próbki	280, 361, 632	7.3–8.1	5–29
TSS	Pobrano próbki	280, 361, 632	19–58	6–30
BZT <sub>5</sub>	Pobrano próbki	632	25	26
ChZT	Pobrano próbki	280, 361, 632	38.3–95.7	6–30
OWO	Pomiar ciągły	425-426	10–16	NA
THC	Pobrano próbki	31, 361	0.2–1.3	3–6
Fosfor ogólny	Pobrano próbki	361	2.9	6
Cd	Pobrano próbki	361	0.006	6
Hg	Pobrano próbki	361	0.0005	6
As	Pobrano próbki	361	0.01	6
Pb	Pobrano próbki	361	0.01	6
Cr	Pobrano próbki	361	0.005	6
Cu	Pobrano próbki	361	0.04	6
Mn	Pobrano próbki	361	0.1	6
Ni	Pobrano próbki	361	0.006	6
Zn	Pobrano próbki	361	0.1	6

Uwaga: Wartości stanowią minimalną i maksymalną zgłoszoną średnią pomiarów z trzech lat referencyjnych. Zakład 487 nie jest wykazany w tabeli, ponieważ zgłaszane wartości stężenia dla TSS, ChZT/OWO, N ogółem, P ogółem, metali itp. dla emisji do wody odnoszą się do wartości po wspólnym oczyszczeniu ścieków powstających w wyniku wszystkich czynności wykonywanych na jego terenie, w tym ze składowiska odpadów.

**Tabela 3.24: Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opalowej - źródła emisji do wody, zastosowane techniki ich redukcji oraz rodzaj odprowadzenia**

Numer zakładu	Źródło emisji do wody	Zastosowana techniki	Rodzaj zrzutu
24	Brak emisji do wody z procesu	Zużyta woda podlega recykulacji	NA
31	Magazynowanie oraz etapy ogólne	Separator oleju	Zrzut bezpośredni ze wspólnego zakładu oczyszczania ścieków
32	Brak emisji do wody z procesu	NA	NA
34	Brak emisji do wody z procesu	NA	NA
35	NI	NI	NI
115	NI	Brak techniki specyficznej dla mechanicznego przetwarzania odpadów o wartości opalowej.	Zrzut pośredni (miejski system kanalizacyjny)
116	Magazynowanie oraz etapy ogólne	Brak	Zrzut pośredni (miejski system kanalizacyjny)
117	Brak emisji do wody. Odciek z magazynu jest transportowany samochodami ciężarowymi do miejskiej oczyszczalni ścieków	NA	Zrzut pośredni (miejski system kanalizacyjny)
122	Brak emisji do wody z procesu	NA	NA
133	Procesy mechaniczne	System separacji oleju i wody API	NI
219	Brak emisji do wody z procesu	NA	NA
269	Brak emisji do wody z procesu	NA	NA
270	NI	NI	NI
273	Brak emisji do wody z procesu	NA	NA
277	NI	NI	NI
278	Płuczka gazowa mokra. Brak emisji do wody z procesów.		Zrzut pośredni (miejski system kanalizacyjny)
279	NI	NI	NI
280	Segregacyjny system odwadniania	Sedymentacja (stawy)	Zrzut pośredni (miejski system kanalizacyjny)
312	Brak emisji do wody z procesu, tylko deszczówka.	NI	Zrzut pośredni (miejski system kanalizacyjny)
325	Brak emisji do wody z procesu	NA	NA
326	Brak emisji do wody z procesu	NA	NA
361	Magazynowanie oraz procesy mechaniczne	Utlenianie chemiczne, opad chemiczny, redukcja chemiczna, koagulacja, dekantacja filtracja	Zrzut pośredni (miejski system kanalizacyjny)
425-426	NI	Brak	NI
442	Brak emisji do wody	NA	NA
443	Magazynowanie	Dekantacja	Pośredni zrzut z instalacji do wspólnej oczyszczalni ścieków na terenie zakładu
472	NI	NI	NI
487	Wszystkie działania wykonywane na terenie zakładu, w tym ze składowiska odpadów.	System z osadem czynnym - SBR, wytrącanie chemiczne, infiltracja odcieku w komórkach odpadowych.	Zrzut pośredni (miejski system kanalizacyjny)
493	Brak emisji do wody z procesu	NA	NA
574	Brak emisji do wody z procesu	NA	NA
615	Brak emisji do wody z procesu	NA	NA
627	Brak emisji do wody z procesu	NA	NA
632	Woda z drogi, woda z dachu	NI	Zrzut pośredni (miejski system kanalizacyjny)
633	NI	NI	NI

Uwaga: NI = Nie dostarczono danych  
NA = Nie dotyczy.

### 3.3.3.3 Zużycie wody

Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej jest procesem suchym. Woda może być używana do czyszczenia, płuczki gazowej mokrej lub rozpylania (zmniejszanie zapylenia). Roczna ilość zużytej wody, zgodnie z danymi, wynosi od 22 m<sup>3</sup> do 16 400 m<sup>3</sup> (z czego 5000 m<sup>3</sup>/rok poddawane jest recyklingowi).

Odpowiada to konkretnemu zużyciu wody w zakresie od 2 litrów do 800 litrów na tonę oczyszczonych odpadów.

### 3.3.3.4 Zużycie energii

Elektryczność jest głównym źródłem energii. Niektóre zakłady dostarczyły również informacji na temat wykorzystania energii z paliw kopalnych. Z dostarczonych danych wynika, że zakres zużycia energii wynosi od około 700 MWh/rok do 12 000 MWh/rok, przy średniej wynoszącej około 3 000 MWh/rok.

Jednostkowe zużycie energii jest bardzo zróżnicowane, od 11.7 kWh do 260 kWh na tonę przetworzonych odpadów, przy średniej wynoszącej około 54 kWh/t.

Jednostkowe zużycie energii elektrycznej waha się od 6.3 kWh/t do 152 kWh/t, przy średniej wynoszącej około 43 kWh/t.

## 3.3.4 Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT

### 3.3.4.1 Techniki zapobiegające lub ograniczające emisje do atmosfery

#### 3.3.4.1.1 Ograniczanie emisji pyłów

##### Opis

Filtr tkaninowy.

##### Szczegóły techniczne

Zobacz sekcja 2.3.4.4 oraz dokument BREF CWW. [\[45. COM 2016\]](#)

##### Korzyści dla środowiska

Redukcja emisji pyłów do atmosfery.

##### Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

W tabeli 3.25. przedstawiono charakterystykę środowiskową zakładów zajmujących się mechanicznym przetwarzaniem odpadów o wartości opałowej i wyposażonych w system filtrów workowo-tkaninowych, pod względem emisji pyłów do atmosfery.

Tabela 3.25: Efektywność środowiskowa zakładów prowadzących mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opalowej i wyposażonych w system filtrów workowych/tkaninowych (emisja pyłu do atmosfery)

Numer zakładu	Wydajność (t/dobę)	Źródło emisji do atmosfery	Przepływ powietrza (Nm <sup>3</sup> /h) - średnia z trzech lat referencyjnych	Stężenie emisji pyłu (mg/Nm <sup>3</sup> )			Ilość pomiarów dokonana w 3 letnim okresie referencyjnym (2010-2012)	Odpady wejściowe	Produkt wyjściowy
				Minimalne	Średnie	Maksymalne			
24	300	Procesy mechaniczne	68 000	1	1	1	6	Fracja lekka i ciężka do rozdrabniacza	Metale żelazne, metale nieżelazne, tworzywa sztuczne mieszane, puch, pozostałości z sortowania
31	450	Procesy mechaniczne	NI	0.5	0.5	0.5	1	Mieszane odpady komunalne, tworzywa sztuczne, drewno itp.	SRF, pozostałości z rozdrabniania, metale żelazne, metale nieżelazne
35	1200	Magazynowanie oraz procesy mechaniczne	NI	0.5	0.6	0.8	6	Odpady z gospodarstw domowych, odpady przemysłowe, odpady masowe	RDF, metale żelazne, metale nieżelazne
122	400	NI	19 000	1	1	1	2	Odpady budowlane oraz z rozbiórek	Metale żelazne, SRF, drewno, metale nieżelazne, pozostałości z sortowania, frakcja drobna
270	320	Magazynowanie oraz procesy mechaniczne	50 000	2	2	2	1	Odpady wielkogabarytowe, mieszane tworzywa sztuczne, pozostałości po sortowaniu	SRF, pozostałości z sortowania, metale żelazne
277	280	Magazynowanie oraz procesy mechaniczne	45 000	0.09	0.3	0.4	4	Mieszane tworzywa sztuczne mieszane, plastiki, opakowania mieszane	SRF, pozostałości z sortowania, metale żelazne, metale nieżelazne
279	250	Procesy mechaniczne	36 000	0.4	0.4	0.4	1	Odpady wstępnie przetworzone w sortowni: wysokokaloryczne frakcje z odpadów komunalnych i odpadów masowych, odpady dostarczane bezpośrednio do zakładu	SRF, pozostałości z sortowania, metale żelazne, metale nieżelazne
280	800	Procesy mechaniczne	NI	0.6	0.6 <sup>(1)</sup>	0.6	NA	Odpady komunalne (odpady z gospodarstw domowych i podobne odpady handlowe)	RDF, metale żelazne, metale nieżelazne, immobilizowane odpady stałe

312	320	Procesy mechaniczne	NI	0.1	0.1	0.1	3	Niebezpieczne i inne niż niebezpieczne odpady drewniane	Drewno, metale żelazne, inne
326	120	Procesy mechaniczne	1.7	0.06	0.1	0.14	3	Niebezpieczne i inne niż niebezpieczne odpady drewniane. Odpady z mechanicznego przetwarzania odpadów (np. sortowanie, kruszenie, zagęszczanie, paletyzowanie), odpady budowlane i wyburzeniowe.	RDF, pozostałości z sortowania
361	1120	Procesy mechaniczne	32 000	0.1	0.4	1	9	Mieszane odpady zawierające tworzywa sztuczne, gumę, drewno itp.	Inne (odpady o wartości opałowej)
	1120	Procesy mechaniczne, sortowanie produktów wyjściowych, transport i magazynowanie	190 000	0.1	0.7	2.4	9	Mieszane odpady zawierające tworzywa sztuczne, gumę, drewno itp.	
615	400	Magazynowanie oraz procesy mechaniczne	45 000	1.2	1.2	1.2	1	Wysokokaloryczne odpady z przetwarzania mechanicznego, mieszane tworzywa sztuczne z sortowania opakowań	SRF
627	450	Procesy mechaniczne	16 000	0.3	0.5	0.8	3	Odpady drewniane	Drewno, metale żelazne, metale nieżelazne
632	300	Procesy mechaniczne	45 000	1.9	1.9	1.9	3	Mieszane odpady komunalne, pozostałości z selektywnej zbiórki, pozostałości z sortowania odpadów z działalności papierniczej	RDF, metale żelazne, papier, drewno, pozostałości z sortowania
<sup>(1)</sup> Pomiar ciągły. Średnia roczna. Uwaga: NA = Nie dotyczy									

**Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Zobacz CWW BREF [\[45. COM 2016\]](#).

**Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Zobacz CWW BREF [\[45. COM 2016\]](#).

**Ekonomika**

Zobacz CWW BREF [\[45. COM 2016\]](#).

**Siła napędowa wdrażania**

Prawodawstwo dotyczące ochrony środowiska.

**Przykładowe zakłady**

Zobacz tabela 3.25.

**Literatura źródłowa**

[\[45. COM 2016\]](#)

**3.3.4.1.2 Ograniczanie emisji związków organicznych****Opis**

Zbieranie emisji LZO pochodzących z procesu, magazynowania i czynności załadunkowych/rozładunkowych oraz redukcja emisji poprzez:

- biofiltrację (zobacz sekcja 2.3.4.7);
- utlenianie termiczne (zobacz sekcja 2.3.4.6);
- płuczkę gazową moką (zobacz sekcja 2.3.4.10);
- adsorpcję z użyciem węgla aktywnego (zobacz sekcja 2.3.4.9).

**Szczegóły techniczne**

Zobacz sekcje związane z indywidualnymi technikami redukcji emisji.

**Korzyści dla środowiska**

Redukcja emisji związków organicznych do atmosfery.

**Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Zobacz tabela 3.26.



**Tabela 3.26: Efektywność środowiskowa mechanicznego przetwarzania odpadów o wartości opalowej (emisje związków organicznych do atmosfery)**

Numer zakładu	Źródła emisji / jednostki	Zanieczyszczenie / parametr	Koncentracja minimalna (mg/Nm <sup>3</sup> )	Koncentracja średnia (mg/Nm <sup>3</sup> )	Koncentracja maksymalna (mg/Nm <sup>3</sup> )	Maksymalny przepływ powietrza (Nm <sup>3</sup> /godz.)	Główne techniki zapobiegania / redukcji emisji
277	Przetwarzanie oraz magazynowanie	Całkowite LZO	10.8	13.3	16.3	45 000	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego, system filtrów workowo-tkaninowych
278	Przetwarzanie oraz magazynowanie	Całkowite LZO	18	24.5	31	58 000	System filtrów workowo-tkaninowych, biofiltracja, płuczka gazowa mokra
425_426	Rozdrabnianie, granulowanie, mieszanie	LZO	11.5	11.5	11.5	11 650	System filtrów workowo-tkaninowych, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego, utlenianie termiczne, system płuczek kwaśnych

**Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Zobacz sekcje związane z indywidualnymi technikami redukcji emisji.

**Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Zobacz sekcje związane z indywidualnymi technikami redukcji emisji.

**Ekonomika**

Zobacz sekcje związane z indywidualnymi technikami redukcji emisji.

**Siła napędowa wdrażania**

Prawodawstwo dotyczące zanieczyszczenia atmosfery.

**Przykładowe zakłady**

Zobacz tabela 3.26.

**Literatura źródłowa**

[\[45. COM 2016\]](#), [\[42. WT TWG 2014\]](#)

---

## 4 BIOLOGICZNE PRZETWARZANIE ODPADÓW

[114. Greenpeace 2001], [115. DETR oraz DTI 2001], [116. ETSU 1998], [32. Inertec; dechets, F. oraz Sita 2002], [8. La Grega i inni 1994], [94. Vrancken i inni 2001], [9. UK EA 2001], [10. Babbie Group Ltd 2002], [90. Hogg i inni 2002], [117. Petts, J. oraz Eduljee, G. 1994], [86. VDI oraz Dechema 2002], [11. WT TWG 2003], [118. Hogg, D. 2001], [91. UBA Niemcy 2003], [119. Lanfranchi, B. 2003], [18. WT TWG 2004], [21. WT TWG 2016]

### 4.1 Przegląd ogólny

Biologiczne przetwarzanie wykorzystuje żywe mikroorganizmy do rozkładu odpadów organicznych na wodę, CO<sub>2</sub> i proste substancje nieorganiczne lub prostsze substancje organiczne, takie jak aldehydy i kwasy. W przypadku kompostowania substancje organiczne przekształcane są w nawilżone kompleksy mineralno-organiczne. Istnieje kilka rodzajów przetwarzania biologicznego stosowanych do utylizacji odpadów, jednak nie wszystkie z nich są objęte zakresem niniejszego dokumentu.

Tabela 4.1, wraz z informacjami zawartymi w części dotyczącej zakresu, wyjaśnia, które zabiegi są zawarte w niniejszym dokumencie.

Tabela 4.1: Biologiczne przetwarzanie odpadów

Przetwarzanie biologiczne	Krótki opis	Czy znajduje się w tym dokumencie?
Przetwarzanie tlenowe (w tym kompostowanie)	Biologiczny rozkład zawartości organicznej odpadów. Stosowana do odpadów stałych, ścieków, bioremediacji oraz do osadów i gleby zanieczyszczonej olejami. Kompostowanie polega na budowaniu stosów odpadów (pryzmy) w celu zachęcenia do tlenowej biodegradacji substancji organicznych, wytwarzając substancję humusową cenną jako środek poprawiający stan gleby lub składnik podłoża uprawowego.	Zobacz sekcja 4.2 Niniejszy dokument obejmuje jedynie bioremediację <i>ex situ</i> zanieczyszczonej gleby (zob. sekcja 5.6).
Przetwarzanie beztlenowe (zwane również rozkładem lub fermentacją beztlenową - AD)	Rozkład zawartości organicznej odpadów w naczyniach zamkniętych przy braku tlenu oraz produkcja odpadu przefermentowanego cennego jako nawóz organiczny lub polepszacz gleby. Opiera się na biocenozie z wykorzystaniem głównie dwóch form bakterii: kwasotwórczych i metanotwórczych. Stosowana do odpadów stałych i płynnych, bioremediacji silnie zanieczyszczonych wód odpadowych oraz do produkcji biogazu do wykorzystania jako paliwo.	Zobacz sekcja 4.3 Uwzględniona jest jedynie bioremediacja <i>ex situ</i> zanieczyszczonej gleby. (zob. sekcja 5.6)
Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne (MBT)	Przetwarzanie mieszanych odpadów stałych łączące obróbkę mechaniczną (np. rozdrabnianie) z biologiczną, taką jak przetwarzanie tlenowe lub beztlenowe.	Zobacz sekcja 4.4
Suszenie biologiczne (biodrying)	Typowy reaktor do suszenia biologicznego obejmuje serię dyskretnych, zamkniętych pojemników połączonych z systemem napowietrzania lub dużą halę do suszenia biologicznego, w której partie odpadów są stopniowo przemieszczane za pomocą mechanicznego dźwigu ładunkowego (hałda wędrowna).	Zobacz sekcja 4.2.1
Osad czynny	Rozkład odpadów organicznych w wodzie poprzez poddanie ich biologicznemu wzrostowi. Woda jest poddawana recyklingowi i napowietrzana, aby ułatwić działanie biologiczne i powstaje osad. Stosowane są powszechnie dwa systemy: zawieszony system wzrostu i dołączony system wzrostu.	Uwzględniona jako oczyszczanie ścieków (zob. sekcja 2.3.6).
Napowietrzane laguny	Duże laguny zawierające duże stężenia mikroorganizmów. Laguna jest napowietrzana w celu pobudzenia wzrostu bakterii i rozkładu odpadów.	Uwzględniona jako oczyszczanie ścieków (zob. sekcja 2.3.6).

Niniejszy rozdział nie odnosi się do biologicznego przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody, o którym mowa w sekcji 2.3.6.2.5 i sekcji 5.7.

Ponieważ trzy procesy omówione w tym rozdziale ( przetwarzanie tlenowe, przetwarzanie beztlenowe i MBT) mają wiele cech wspólnych oraz celem uniknięcia powtórzeń, struktura rozdziału 4 różni się nieco od struktury rozdziału 3 i rozdziału 5: techniki, które należy

uwzględnić przy ustalaniu BAT, nie są przedstawione w każdej podsekcji poświęconej jednemu z trzech procesów wymienionych powyżej, ale na samym końcu rozdziału.

Ogólnie rzecz biorąc, przetwarzanie biologiczne jest skuteczne tylko wtedy, gdy odpady nie są szkodliwe dla biocenozy, w stosunkowo wąskim zakresie pH 4-8 i przy stosunku C:N:P wynoszącym około 100:3-5:1. Przetwarzanie biologiczne, jeśli jest dobrze przygotowane, może być dostosowane do wielu różnych materiałów organicznych lub substancji, które można znaleźć w odpadach lub zanieczyszczonym gruncie.

Poszczególne emisje pochodzące z biologicznego przetwarzania odpadów zależą od:

1. składników lotnych obecnych w surowcu oraz wytwarzanych w trakcie procesu rozkładu biologicznego;
2. ilości i rodzaju przetwarzanych odpadów (w tym potencjalnych zanieczyszczeń zawartych w odpadach); oraz
3. rodzaju przetwarzania.

Wspólną cechą biologicznego przetwarzania odpadów jest to, że metale ciężkie i inne niebiodegradowalne lub lotne składniki z jednej strony gromadzą się w wyniku mineralizacji materii organicznej, a z drugiej strony są poddawane rozcieńczeniu przez zmieszanie i rozpuszczenie w fazie wodnej, a tym samym stają się częścią składową ciała mikroorganizmów. Ogólnie rzecz biorąc, związki metali ciężkich nie są selektywnie oddzielane od odpadów i nie są selektywnie skoncentrowane w docelowym materiale wyjściowym.

Lotne składniki chemiczne, wraz z amoniakiem, mają największe szanse doprowadzić do emisji ulotnych do atmosfery. Odpady komunalne częściej prowadzą do obecności metali w ściekach lub osadach.

Dlatego też segregacja odpadów ma istotny wpływ na jakość surowca. Istnieją dwie główne możliwości segregacji:

- Separacja u źródła (nieobjęta zakresem niniejszego dokumentu) - jest ona aktywnie promowana w szeregu państw członkowskich. Obejmuje oddzielenie gnijącej frakcji organicznej (bioodpadów). Powszechnie przyjmuje się, że separacja u źródła zapewnia najlepszą jakość surowca zarówno dla przetwarzania beztlenowego (AD), jak i kompostowania, oferując zarówno maksymalną zawartość substancji organicznych, jak i minimalne zanieczyszczenie metalami ciężkimi, szkłem i tworzywami sztucznymi. Po przeprowadzeniu procesu fermentacji odpadów separowanych u źródła, w wyniku końcowym powstaje wysokiej jakości odpad przefermentowany oraz duża ilość biogazu.
- Separacja scentralizowana - jest to jedyna droga do uzyskania przyswajalnej frakcji z odpadów resztkowych. Technika ta obejmuje obróbkę mechaniczną, obróbkę optyczną oraz odbiór ręczny. Uzyskana przyswajalna frakcja jest zwykle bardziej zanieczyszczona niż oddzielone u źródła bioodpady, co ma nieuniknione konsekwencje dla ostatecznego wykorzystania odpadu przefermentowanego (istnieją pewne dowody na to, że w przypadku stosowania masy celulozowej jako fazy sortowania wstępnego, separacja płynna może prowadzić do usunięcia niektórych z bardziej niebezpiecznych pierwiastków). Istnieje również ryzyko przeniesienia większych, nierozdzielonych części składowych odpadów oraz spowodowania fizycznych uszkodzeń elementów oczyszczalni znajdujących się na dalszych etapach przetwarzania (poprzez ścieranie, zatkanie lub poplątanie).

## 4.2 Uzdatnianie tlenowe (w tym kompostowanie)

### 4.2.1 Stosowane procesy oraz techniki

#### Cel

Przekształcanie odpadów ulegających biodegradacji w kompost bezpieczny dla ludzi, zwierząt i roślin, nadający się do recyklingu głównie jako nawóz, polepszacz gleby lub, w mniejszym stopniu, odzyskany jako paliwo. Przetwarzanie tlenowe (zwane również rozkładem lub oczyszczaniem tlenowym) może być również wykorzystywane do biologicznej stabilizacji odpadów przed ich magazynowaniem.

Egzotermiczny rozkład biochemiczny pomaga w sanityzacji kompostu, zabijając nasiona, zarodniki i mikroorganizmy chorobotwórcze.

#### Zasada działania

Degradacja (rozkład) tlenowy odpadów jest naturalnym biologicznym procesem degradacji, w którym bakterie rozwijające się w środowiskach bogatych w tlen rozkładają i trawią odpady do dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub>), wody (H<sub>2</sub>O), azotanów i siarczanów.

Aby rozkład odbywał się w jak najkrótszym czasie, materiały wsadowe muszą być mieszaniną łatwo degradowalnych, mokrych substancji organicznych oraz materii poprawiającej strukturę substancji organicznej. Materiały ulepszające strukturę są potrzebne do stworzenia substancji o odpowiedniej porowatości wypełnionej powietrzem oraz dużej ilości otworów w stosie, gdy przewodność powietrza jest niska [120. Bidlingmaier i inni 1998]. Zawartość wilgoci jest ważna dla utrzymania aktywności mikroorganizmów; niska zawartość wilgoci może prowadzić do uspienia mikroorganizmów. Jeśli zawartość wilgoci stanie się zbyt wysoka, porowatość materiałów ulega zmniejszeniu, a w materiale do kompostowania mogą się rozwijać warunki beztlenowe. Zgłoszono optymalną zawartość wilgoci w zakresie 40-65 % [121. US Composting Council 2017], [122. BSI & AfOR & WRAP 2011], [123. Diaz i inni 2007], Minimalna zawartość wilgoci wynosi 30-45 % (w stanie mokrym).

Stosunek C:N pomiędzy 20:1 i 35:1 oraz stosunek C:S wynoszący 100:1 są uważane za najbardziej sprzyjające zaopatrzeniu mikroorganizmów w składniki odżywcze. [21. WT TWG 2016]. Gęstość objętościowa jest wskaźnikiem jakości struktury materiału wejściowego.

#### Wsad oraz strumienie wyjściowe

Oddzielnie gromadzone bioodpady są głównym surowcem zasilającym zakłady przetwarzania (uzdatniania) tlenowego.

Materiałami operacyjnymi stosowanymi w kompostowniach są: woda, kwas siarkowy, kwas siarkawy, smary i oleje oraz olej napędowy. Woda jest również stosowana jako dodatek (woda technologiczna).

Dla przykładu, tabela 4.2 przedstawia średni skład surowca wprowadzanego do niemieckich kompostowni w 2009 r., w zależności od mocy produkcyjnych zakładu.

**Tabela 4.2: Średni skład materiału wsadowego wprowadzanego do niemieckich kompostowni w zależności od wydajności zakładu**

Rodzaj odpadów	Procent na wejściu	
	Zakład o wydajności 10-30 kt/rok	Zakład o wydajności > 30 kt/rok
Odpady organiczne zbierane selektywnie	52 %	68 %
Odpady zielone (odpady ogrodowe i parkowe)	37 %	26 %
Komercyjne odpady gastronomiczne	0 %	0 %
Odpady z przemysłu spożywczego	1 %	1 %
Produkty uboczne pochodzenia zwierzęcego	0 %	0 %
Środki pomocnicze i dodatki	2 %	0 %
Osady ściekowe	6 %	2 %
Surowce odnawialne lub ich pozostałości	0 %	1 %
Odpady produkcyjne	1 %	0 %
Inne	0 %	2 %
Źródło: [124. UBA Niemcy 2013]		

Produkt wyjściowy z zakładu to głównie kompost (świeży lub dojrzewający), ale także paliwo.

#### Opis procesu

Podstawowy schemat kompostowni obejmuje cztery główne etapy: odbiór, przygotowanie, kompostowanie oraz finalizacja.

- Odbiór: ważenie oraz monitorowanie przyjmowanych odpadów  
Charakterystyka i ilość wprowadzanych odpadów jest rejestrowana w obszarze odbioru lub przez dostawcę za pomocą wagi podłogowej naziemnej, podtynkowej lub za pomocą mierników przepływu. Kontrola przyjęcia obejmuje kontrolę wzrokową lub, np. w przypadku brakujących informacji na temat otrzymanych odpadów czy ewentualnego zanieczyszczenia stanowiącego zagrożenie dla procesu przetwarzania, także analizę próbek referencyjnych.  
Projekt strefy odbioru (np. sposób odprowadzania materiału wsadowego, zamknięcie strefy odbioru) zależy od rodzaju podłoża, kontroli zanieczyszczeń do atmosfery oraz wymogów higienicznych. Bezpieczeństwo operacji zapewniają płaskie lub wpuszczane zasobniki i zbiorniki.
- Przygotowanie
  - Sortowanie ręczne.  
W razie potrzeby niechciane, duże, nieulegające biodegradacji materiały są ręcznie usuwane.
  - Rozdrabnianie.  
Celem rozdrabniania jest lepsze przygotowanie odpadów organicznych do biologicznego przetwarzania: rozdrabnianie otwartych opakowań, homogenizacja surowca itp. Rozdrabniacze są zasilane przez ładowarkę kołową, dźwig i inne systemy transportowe lub za pomocą przenośników taśmowych i ślimakowych. W zależności od materiału wsadowego rozdrabnianie może odbywać się przed lub po etapie sortowania.
  - Sortowanie automatyczne i homogenizacja.  
Sita bębnowe są często wykorzystywane do klasyfikacji i homogenizacji materiału. W razie potrzeby metale, tworzywa sztuczne oraz inne materiały nieulegające biodegradacji są usuwane odpowiednio za pomocą separatorów magnetycznych

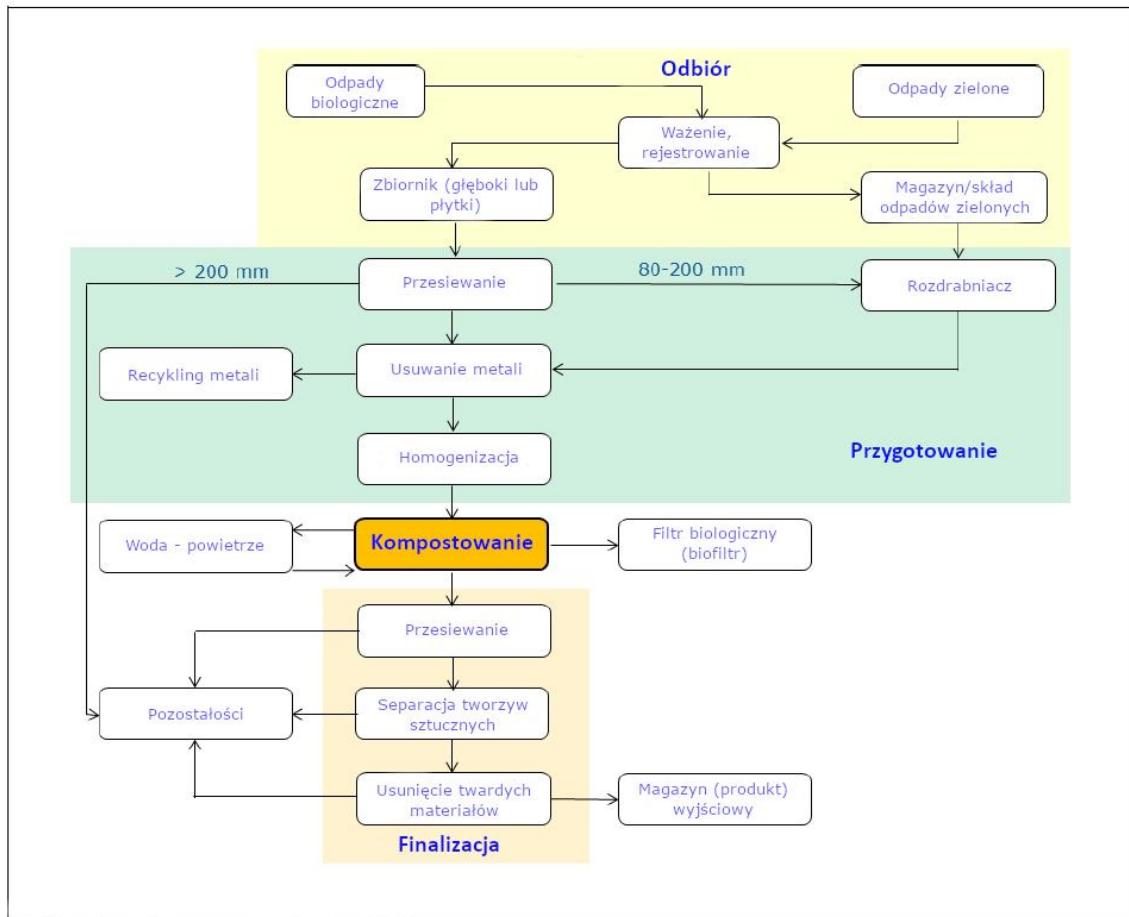
i wiropędowych oraz klasyfikatorów powietrznych.

- Kompostowanie
  - Intensywny rozkład.  
Intensywny rozkład następuje podczas pierwszych dwóch do trzech tygodni procesu, kiedy krzywa degradacji jest bardzo stroma. Większość emisji jest związana z tą fazą: rozkład (degradacja) tlenowy uwalnia dwutlenek węgla, wodę, amoniak i ciepło. Temperatura gnijącego materiału wzrasta do 70 °C w stosie, powodując większe uwalnianie związków wydzielających odory, takich jak lotne kwasy tłuszczowe, amoniak oraz inne związki zawierające azot, ketony, związki aromatyczne oraz nieorganiczne i organiczne związki siarki. [125. Williams i inni 1993].  
Etap ten jest powszechnie nazywany fazą sanityzacji. Po nim następuje faza mniej intensywnego dojrzewania, w której także trwa rozpad, ale z różnymi rodzajami organizmów rozmnażających się i przy stopniowym obniżaniu temperatury.

Zawartość wody, napowietrzanie oraz temperatura są kluczowymi parametrami kontroli procesu kompostowania.

- Aeracja (natlenianie)  
Dostępność tlenu ma kluczowe znaczenie dla utrzymania rozkładu tlenowego i zapobiegania powstawaniu stref beztlenowych uwalniających metan. Ponadto system napowietrzania usuwa jednocześnie ciepło oraz wilgoć z przyzmy. Zapobiega to przegrzaniu przyzmy, ale także wysusza materiał. Odpowiednio regulując zasilanie tlenem przy użyciu aeratorów, proces ten można przyspieszyć. Aktywne napowietrzanie może być wykonane poprzez wdmuchiwanie lub zasysanie przez podłogi z listew. Mimo że wdmuchiwanie zazwyczaj prowadzi do szybszego rozkładu to jednocześnie wydmuchuje powietrze odlotowe do otoczenia i/lub do kompostowni. Odsysanie ułatwia zbieranie emisji, ochronę przed korozją w hali oraz, z wyjątkiem kompostowania w tunelu, do którego pracownicy nie wchodzi, sprzyja utrzymaniu wymaganych warunków pracy.
  - Dojrzewanie  
W zależności od procesu, materiału wsadowego i oczekiwanej jakości wyjściowej, może być potrzebny etap dojrzewania. Ten krok trwa od 6 do 12 tygodni. Dojrzewanie odbywa się zazwyczaj w tabelarycznych lub trójkątnych przyzmach. Nierozkładające się materiały pozostałe po intensywnym rozkładzie uwalniają substancje humusowe (próchniczne) w fazie dojrzewania.
- Finalizacja  
W razie potrzeby kompost jest wysyłany do końcowej obróbki. Etap ten obejmuje klasyfikację wielkości oraz usuwanie wszelkich pozostałych zanieczyszczeń (np. szkła i tworzyw sztucznych) za pomocą sit bębnowych i klasyfikatorów powietrznych.  
Kompostownie nie posiadają oddzielnego etapu sanitacji, ponieważ samoogrzewanie się w przyzmach zapewnia już odpowiednią sanitację (dezynfekcję). Środki zapobiegające ewentualnemu zanieczyszczeniu krzyżowemu oczyszczonego kompostu obejmują: posiadanie ściśle oddzielonych, czystych i brudnych obszarów (dotyczy to również stosowania technologii, np. ładowarek kołowych z wymiennymi wiaderkami), systematyczne czyszczenie urządzeń takich jak ładowarki, wiaderka, tokarki, zakaz dodawania świeżego materiału po głównym etapie kompostowania oraz nawadnianie przyzm tylko wodą filtrowaną (perkolacja) podczas kompostowania termofilnego (powyżej 55 °C).

Ilustracja 4.1 przedstawia przykład zamkniętej oczyszczalni tlenowej przetwarzającej bioodpady.



**Ilustracja 4.1:** Przykład zamkniętej oczyszczalni tlenowej przetwarzającej bioodpady

### Rodzaje procesów kompostowania

Kluczowe cechy procesów kompostowania odnoszą się do fazy biologicznej, w której rozkład jest najbardziej intensywny. Kolejne rozróżnienie należy wprowadzić w odniesieniu do sposobu budowy kompostowni oraz samej przyzmy.

Drugą cechą wyróżniającą jest sposób działania kompostowni. Zakłady mogą posiadać aktywne lub pasywne systemy wentylacyjne, przyzmy dynamiczne (obracające się w sposób ciągły, jak w bębnach kompostujących), przyzmy półdynamiczne (materiał gnijący jest obracany lub mieszany przez maszyny) oraz przyzmy statyczne z wymuszonym napowietrzaniem.

- **Pryzma stołowa (płaska)**

Pryzmy stołowe to przyzmy ponadgabarytowe, zazwyczaj rozmieszczone na wolnym powietrzu lub w całej hali. Pryzmy stołowe są regularnie obracane i mogą być wyposażone w napowietrzanie pasywne lub aktywne.

- **Pryzmy trójkątne**

Pryzmy trójkątne układane są w podłużnych liniach w hali, w pomieszczeniu przykrytym dachem lub na wolnym powietrzu. Materiał jest regularnie układany i obracany. Pryzmy trójkątne stosowane są na wszystkich etapach kompostowania i w większości przypadków wykorzystują napowietrzanie bierne. Mogą one również stosować aktywne napowietrzanie, na przykład w przypadku dojrzewania po intensywnym etapie rozkładu przeprowadzonym wewnątrz pomieszczeń.

- **Kompostowanie w bębnach**

Kilka zakładów rozpoczęło przetwarzanie biologiczne w stalowych bębnach, które obracają się bardzo wolno. Ruch obrotowy homogenizuje wsad, poprawiając biodostępność i napowietrzanie mieszanek. Zintegrowane dysze mogą również w razie potrzeby wtłaczać wilgoć. Czas pobytu wynosi od jednego do siedmiu dni. Materiał poddawany jest następnie dodatkowemu



kompostowaniu z wykorzystaniem innych technologii. Tylko kilka zakładów stosuje bębny kompostujące ze względu na wysokie koszty eksploatacji.

- **Kompostowanie w skrzyniach, zbiornikach i tunelach**  
Technologie te przeprowadzają intensywny rozkład w zamkniętej przestrzeni z wymuszonym napowietrzaniem oraz wychwytywaniem całego wywiewanego powietrza. Świeży kompost jest zazwyczaj produkowany po zakończeniu etapu intensywnego rozkładu. Materiał może następnie zostać poddany procesowi dojrzewania w przyłomie trójkątnej lub stołowej, lub może zostać zawrócony do bioreaktora (tunelu, skrzyni lub pojemnika), jeśli wymagana jest dodatkowa obróbka. [\[126. Kern i inni 2010\]](#)

- **Kompostowanie liniowe**  
Technologia ta składa się z kompostowni na wolnym powietrzu, oddzielonych od siebie ścianami, z których każda jest aktywnie napowietrzana. Specjalne maszyny obracają przyłomie linia po linii. Proces kompostowania trwa od dwóch tygodni (produkcja wyłącznie świeżego kompostu) do dwunastu tygodni. Kompostowanie liniowe stosuje się zarówno do intensywnego rozkładu, jak i do dojrzewania.

- **Pryzma pod półprzepuszczalną membraną**  
Półprzepuszczalne osłony membranowe są hybrydową formą kompostowania w tunelu lub w zbiorniku oraz w kompostowaniu pod przykryciem. Półprzepuszczalna powłoka membranowa, która jest wodoodporna, ale jednocześnie przepuszczalna dla gazu i pary wodnej, chroni przed zawilgoceniem. Osłona oraz aktywne napowietrzanie stwarzają warunki kompostowania, w których odory, lotne związki organiczne i inne emisje są w dużej mierze ograniczane.

### **Potencjalne emisje**

Potencjalne emisje z procesu kompostowania to:

- uciążliwe emisje spowodowane degradacją (rozkładem) podstawowych substancji organicznych;
- pył i bioaerozole podczas obchodzenia się z materiałami;
- dodatkowe emisje gazowe (LZO, NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>);
- hałas powodowany przez urządzenia napowietrzające i obracające;
- przemieszczanie się materiału podczas manipulacji;
- ciecze (np. procesowe, kondensaty, woda odpływowa).

Technologie redukcji emisji zanieczyszczeń stosowane w celu zmniejszenia emisji do atmosfery to otwarte lub zamknięte biofiltry oraz płuczki gazowe mokre.

### **Użytkownicy**

Zakłady, które przeprowadzają przetwarzanie tlenowe to: 021, 038, 062, 069, 073, 074, 104, 110, 114, 124, 125, 126, 128, 129, 260, 261, 262, 328, 331, 372, 406\_407, 410\_411, 412, 413, 414, 416, 417, 418, 419, 460, 511, 518, 520, 521, 525, 530, 531, 537, 542, 543, 544, 546, 547, 548, 572, 579, 580, 606, 608, 609, 621, 622, 623, 631, 634, 635.

### **Literatura źródłowa**

[\[124. UBA Niemcy 2013\]](#), [\[49. Podgrupa bio. 2014\]](#), [\[126. Kern i inni 2010\]](#), [\[127. Umweltbundesamt \(AT\) 2015\]](#)

#### **4.2.1.1 Procesy innowacyjne**

##### **Cel**

Odzysk biopolimerów (hydrokoloidów) z natlenionego granulowanego szlamu (osadu) z biologicznego uzdatniania ścieków.

##### **Zasada działania**

Granulacja osadu pojawiła się w ostatniej dekadzie dla szerokiego zakresu biologicznych procesów uzdatniania ścieków. Znacząca część (20-30 %) tlenowego granulowanego szlamu powstającego w tych procesach składa się z zewnątrzkomórkowych biopolimerów o silnych właściwościach żelotwórczych (np. alginianopodobne egzopolisacharydy).

Alginianopodobne egzopolisacharydy (ALE) są ekstrahowane z natlenionego granulowanego szlamu poprzez rozpuszczanie ich w  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  w temperaturze 80 °C przez godzinę, powodując oddzielenie pozostałości stałej a z pozostałej cieczy poprzez wytrącanie, odwirowywanie, płukanie i rozpuszczanie w NaOH.

Opracowanie łańcucha wartości opartego na hydrokoloidach pochodzących z osadów zmniejsza ilość odpadów i koszty oczyszczania ścieków oraz odzyskuje cenny materiał.

#### Strumienie wyjściowe

Zastosowanie takich biopolimerów, np. w budownictwie, może pozwolić na oszczędności w wykorzystaniu cementu. Opracowywane są też nowe zastosowania w produkcji papieru (jako powłoka) oraz w materiałach nanokompozytowych, np. w przypadku baterii i włókien specjalnych.

#### Literatura źródłowa

[128. Lin i inni 2010], [129. Lin i inni 2015]

### 4.2.2 Aktualne poziomy emisji oraz zużycia

[42. WT TWG 2014]

W niniejszym rozdziale przedstawiono poziomy emisji i zużycia przez zakłady wykonujące wyłącznie przetwarzanie tlenowe (zewnętrzne i wewnętrzne). Zakłady przeprowadzające przetwarzanie zarówno tlenowe, jak i beztlenowe omówiono w sekcji 4.3.2.

#### 4.2.2.1 Emisje do atmosfery

##### 4.2.2.1.1 Przetwarzanie (uzdatnianie) tlenowe w zakładach otwartych

W otwartych/zewnętrznych zakładach przetwarzania (uzdatniania) tlenowego emisje do atmosfery są emisjami rozproszonymi, które z natury rzeczy dają niewiele możliwości lub nie dają żadnych możliwości bezpośredniego, regularnego monitorowania składników ukierunkowanych emisji. Potwierdza to tabela 4.3: tylko 10 z 27 zakładów, dla których zebrano dane, mierzy emisje do atmosfery. Wszystkie zakłady mierzące bioaerozole znajdują się w Wielkiej Brytanii.

**Tabela 4.3: Parametry zmierzone w emisjach do atmosfery w otwartych oczyszczalniach tlenowych**

Parametr pomierzony	Rodzaj pomiaru	Uwzględnione zakłady
Odory	Okresowy	110, 124, 125, 572
$\text{NH}_3$	Okresowy	410_411_2
Bioaerozole	Okresowy	525, 544, 546, 548, 622
Inne: szczególne rodzaje bioaerozoli (np. <i>Aspergillus fumigatus</i> – kropidlak popielaty)	Okresowy	544, 546, 548

Ponieważ nie istnieją żadne techniki redukcji emisji do atmosfery na "końcu rury", kluczowe znaczenie ma zarządzanie jakością i procesem operacyjnym mające na celu minimalizację emisji do atmosfery, szczególnie w przypadku odorów, pyłów i bioaerozoli, jak również wybór odpowiedniego miejsca na kompostownię zewnętrzną.

W odniesieniu do bioaerozoli nie istnieje obecnie międzynarodowy konsensus w sprawie metody pobierania próbek lub określenia gatunków/substancji, które powinny być stosowane jako preferowana metoda metryczna do oceny narażenia na emisje bioaerozoli. W związku z tym nie ma również zgody co do tego, czy monitorowanie bioaerozoli może być wykorzystane

do skutecznego sprawdzenia, czy osiągnięte są dopuszczalne poziomy dodatkowego narażenia na bioaerozole i czy funkcjonują odpowiednie środki zapobiegawcze. W UE jedynie Wielka

Brytania i Niemcy wdrożyły dotychczas dodatkowe wymogi dotyczące monitorowania bioaerozoli, dla których ustanowiono wytyczne krajowe. W Niderlandach istnieje zalecany limit narażenia na endotoksynę (składnik bioaerozolu).

Tabele 4.4 i 4.5 przedstawiają odpowiednio emisje odorów i bioaerozoli w zakładach wymienionych w tabeli 4.3.

**Tabela 4.4: Emisje odorów w otwartych oczyszczalniach tlenowych**

Numer zakładu	Zakres	Standard	Częstotliwość monitorowania
110	NI	Pomiary ciągłe. Pomiary są obliczane jako średnia każdego źródła. Nie można agregować wartości do jednej wartości. Brak dopuszczalnych wielkości emisji.	NI
124	3 100 OU <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> w 2010 (przepływ przez ekran: 1.58 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> )	NI	NI
125	21 624 OU <sub>E</sub> /h/m <sup>2</sup> w 2011 oraz 20 523 OU <sub>E</sub> /h/m <sup>2</sup> w 2014 (wartości odpowiadające pierwszym godzinom procesu). Po 10 dniach, 2 809 OU <sub>E</sub> /h/m <sup>2</sup> bez napowietrzania 3 161 OU <sub>E</sub> /h/m <sup>2</sup> z napowietrzaniem. Po 21 dniach, 1 407 OU <sub>E</sub> /h/m <sup>2</sup> .	NI	NI
572	NI	Odory w pobliskich obszarach są oceniany corocznie poprzez badanie panelowe z trzema wyspecjalizowanymi członkami, którzy przeszli test na nbutanol zgodnie z normą SFS-EN 13725 i zazwyczaj przynajmniej jednym członkiem niewyspecjalizowanym.	Raz w roku
Uwaga: NI = Brak danych.			

Tabela 4.5: Emisje bioaerozoli w otwartych oczyszczalniach tlenowych

Numer zakładu	Typ bioaerozolu	Zakres (cfu/m <sup>3</sup> )			Standard	Częstotliwość monitorowania
525	NI	NI			NI	2 razy na rok
544		Pod wiatr	Z wiatrem	Najbliższy wrażliwy receptor	Standardowy protokół AfOR	3 razy na rok
	Bakterie mezofilne (min. pomiar 167) <sup>(1)</sup>	167–778	500–3 333	944–3 500		
	Aspergillus fumigatus – kropidlak popielaty (min. pomiar 167)	167	167–20 390	167–2 944		
	Bakterie Gram-ujemne	167–278	250–472	333–583		
546		Pod wiatr	Z wiatrem 180 m	Z wiatrem 200 m		Raz na rok
	Kropidlak popielaty	1 333 <sup>(2)</sup>	167	389		
	Bakterie mezofilne	167	334	222		
548		Pod wiatr	Z wiatrem	Najbliższy wrażliwy receptor		Dwa razy na rok
	Bakterie mezofilne	250–33 278 <sup>(3)</sup>	6 333–348 896	2 889–77 709		
	Kropidlak popielaty	83–167	167–79 057	278–3 917		
	Bakterie Gram-ujemne	69–944	146–4 195	139–3 611		
622	NI	NI			NI	NI
<p>(1) Na wysokie wartości przyczynia się pył wytwarzany przez pojazdy dostawcze.</p> <p>(2) Wysokie wartości pod wiatr na terenie zakładu spowodowane są cząstkami pyłu zawieszonymi wytwarzanymi przez ruch na drodze dojazdowej.</p> <p>(3) Najbliższy wrażliwy receptor to oddziaływanie na zboże w gospodarstwie rolnym w odległości 25 m od kompostowni, w związku z czym wyniki pod wiatr mogą być wysokie.</p> <p>Uwaga: NI = Brak danych.</p>						

#### 4.2.2.1.2 Przetwarzanie (uzdatnianie) tlenowe w zakładach zamkniętych

Tabela 4.6 przedstawia różne parametry mierzone w zamkniętych oczyszczalniach tlenowych oraz rodzaj pomiaru (okresowy/ciągły). Tabelę tę należy odczytywać razem z tabelą 4.7, która dla każdego zakładu pokazuje pochodzenie emisji do atmosfery, związane z tym techniki redukcji oraz przepływ emisji do atmosfery.

Najczęściej mierzone parametry to odory oraz NH<sub>3</sub>, które są mierzone przez zakłady wyposażone tylko w biofiltry lub w kombinację biofiltry i płuczki gazowe mokre, lub kombinację biofiltry i płuczki kwaśnej. Niektóre zakłady stosują wyłącznie płuczki gazowe mokre (np. Zakład 126 dla powietrza z kompostowni) lub cyklony (np. Zakład 460 dla hali przyjęcia odpadów). Wreszcie, dwa zakłady (Zakłady 579 i 580) używają półprzepuszczalnych membran jako techniki redukcji emisji. W tych przypadkach nie zgłoszono żadnych informacji na temat pomiarów emisji do atmosfery.

Jeśli chodzi o pomiar bioaerozoli, siedem zakładów zgłosiło taki monitoring, ale w przypadku jednego z nich (zakład 372) bioaerozole są mierzone wewnątrz kompostowni. Należy zauważyć, że wszystkie pozostałe sześć zakładów znajduje się w Zjednoczonym Królestwie.

**Tabela 4.6: Parametry zmierzone w emisjach do atmosfery w zamkniętych oczyszczalniach tlenowych**

Mierzony parametr	Rodzaj pomiaru	Uwzględnione zakłady
Odory	Okresowy	114, 126_1, 126_2, 126_3, 126_4, 126_5, 128, 261, 262, 372, 406_407_2, 414_1, 414_2, 416, 460_1, 518, 520, 537, 542, 608, 621, 634
NH <sub>3</sub>	Okresowy	062, 114, 126_1, 126_2, 126_3, 126_4, 126_5, 328, 372, 406_407_2, 412_1, 413_1, 460_1, 621, 634
Bioaerozole	Okresowy	372*, 518 (bakterie ogółem i kropidlak popielaty), 520 (bakterie ogółem i kropidlak popielaty), 537 (kropidlak popielaty), 542 (bakterie mezofilne, kropidlak popielaty oraz bakterie gram-ujemne), 543 (bakterie mezofilne, kropidlak popielaty oraz bakterie gram-ujemne), 608 (bakterie mezofilne i kropidlak popielaty)
H <sub>2</sub> S	Okresowy	328, 372, 460_1, 634
OWO	Okresowy	460_1
Pył	Okresowy	372*
SO <sub>x</sub>	Okresowy	406_407_1**
NO <sub>x</sub>	Okresowy	406_407_1**
CH <sub>4</sub>	Okresowy	634
* Pomierzone w hali biooksydacyjnej. ** Emisje ze spalania biogazu.		

Tabela 4.7: Źródła emisji do atmosfery i związane z tym techniki redukcji w zamkniętych oczyszczalniach tlenowych

Numer zakładu	Źródło emisji do atmosfery	Techniki redukcji	Średni przepływ powietrza (Nm <sup>3</sup> /h)
62	Mieszalnik, sito, pryzma, separacja balistyczna, pierwsza biodegradacja a potem wtórne przetwarzanie.	Biofiltracja Wtrysk neutralizatorów odorów Zraszanie wodą (pył) Szybkozamykające się kurtyny	150 000
114	Rozdrabniacz wstępny, mieszadło, przesiewanie, pierwsza biodegradacja	System płuczki kwaśnej Biofiltracja	140 000
126_1 (kompostowniki)	Pierwsza biodegradacja, system płuczki oksydacyjnej kwaśnej i zasadowej	System płuczki kwaśnej System alkalicznej płuczki oksydacyjnej	15 000
126_2 (powietrze atmosferyczne w hali)	Pierwsza biodegradacja, płuczka wodna 1	Płuczka gazowa mokra	23 000
126_3 (powietrze atmosferyczne w hali)	Pierwsza biodegradacja, płuczka wodna 2	Płuczka gazowa mokra	29 000
126_4 (powietrze atmosferyczne w hali)	Pierwsza biodegradacja, płuczka wodna 3	Płuczka gazowa mokra	27 000
126_5 (powietrze atmosferyczne w hali)	Pierwsza biodegradacja, płuczka wodna 4	Płuczka gazowa mokra	33 000
128	NI	NI	NI
260	Cały zakład - biofiltr	System filtrów absolutny System płuczki kwaśnej Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego System alkalicznej płuczki oksydacyjnej System filtrów workowo-tkaninowych System płuczek zasadowych Biofiltracja Płuczka biologiczna (bioscrubbing) Zraszanie biologiczne (biotrickling) Utlenianie katalityczne Separacja cyklonem Suche wytrącanie elektrostatyczne (ESP) Spalanie na pochodniach	50 000
261	Cały zakład - biofiltr	Biofiltracja	90 000
262	Procesy biologiczne	Biofiltracja i płuczka gazowa mokra	55 000
328	Biologiczne przetwarzanie bioodpadów - biofiltr	System płuczek kwaśnych Biofiltracja	NI
406_407_1	Proces beztlenowy - silnik gazowy **	NI	NI

372	Przyjęcie, magazynowanie i obsługa, segregacja, mikser kołowy, sortowanie, procesy tlenowe	Płuczka gazowa mokra Biofiltracja	108 000
406_407_2	Procesy tlenowe - biofiltr	Biofiltracja	125 000
412_1	Pierwsza biodegradacja - biofiltr	Biofiltracja	80 000
413_1	Pierwsza biodegradacja - biofiltr	Biofiltracja	150 000
414_1	Proces tlenowy - filtr 1	Biofiltracja	28 833
414_2	Proces tlenowy - filtr 2	Biofiltracja	40 033
416	Pierwsza biodegradacja i końcowe dojrzewanie na sucho	System płuczki kwaśnej Biofiltracja (z chłodzeniem powietrza procesowego w celu zapewnienia prawidłowej pracy biofiltrów)	224 000
460_1	Obszar przyjęcia, obróbka wstępna, pierwsza biodegradacja, końcowe dojrzewanie w tunelach i, ogólnie, w budynkach zamkniętych - płuczka kwaśna i biofiltr.	System płuczki kwaśnej Biofiltracja Napowietrzanie wymuszone Zraszanie wodą (pył)	95 751
460_2	Separacja cyklonem	Brak	NI
511	NI	Biofiltracja	NI
518	Pierwsza biodegradacja i końcowe dojrzewanie na sucho	Biofiltracja	NI
520	Pierwsza biodegradacja i końcowe dojrzewanie na sucho	Biofiltracja	NI
530	Cały zakład	Profilowanie termiczne rozpoczęło się w 2014 r., analizatory gazu i przepływu zainstalowane w 2012 r.	NI
537	Cały zakład	Biofiltracja	NI
542	Cały zakład	Biofiltracja	NI
543	NI	Biofiltracja	NI
579	Etap biologiczny	System półprzepuszczalnych pokryw	NI
580	NI	Półprzepuszczalne membrany osłaniające	NI
608	Etap biologiczny	Płukanie na mokro Biofiltracja	NI
609	NI	Biofiltracja	NI
621	Cały zakład	Biofiltracja	90 000
623	Kompostowanie w zbiorniku (IVC) i napowietrzane podłoże (po jednym biofiltrze na każdy etap)	Biofiltracja	NI
634	Procesy tlenowe	Biofiltracja Płuczka wodna wieżowa	37 940
** Emisja ze spalania biogazu. Uwaga: NI = Brak danych.			

Tabele 4.8 i 4.9 oraz ilustracja 4.2 przedstawiają odpowiednio stężenie odoru, bioaerozoli i NH<sub>3</sub> w emisjach do atmosfery.

Tabela 4.8: Emisje odorów w zamkniętych oczyszczalniach tlenowych

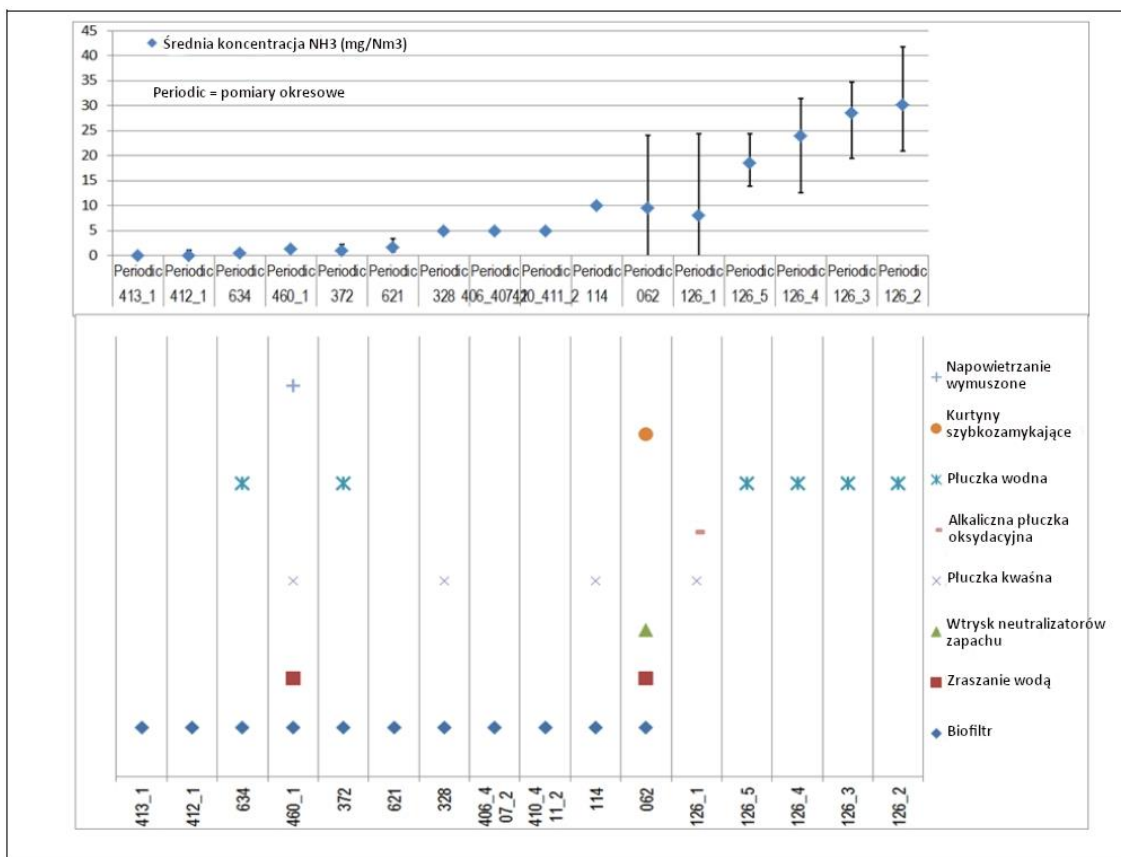
Numer zakładu	Koncentracja minimalna (OU <sub>E</sub> /Nm <sup>3</sup> )	Koncentracja średnia (OU <sub>E</sub> /Nm <sup>3</sup> )	Koncentracja maksymalna (OU <sub>E</sub> /Nm <sup>3</sup> )	Standard	Ilość pomiarów dokonana w 3 letnim okresie referencyjnym (2010-2012)
261	NI	7.4 MOU <sub>E</sub> /h lub 72 OU <sub>E</sub> /m <sup>3</sup>	8.2 MOU <sub>E</sub> /h lub 80 OU <sub>E</sub> /m <sup>3</sup>	NI	Co 3 lata
621	76.09	139	206.36	NI	7
372	160.5	197	222	NI	3
262	191	304	416	NI	2
634	140	289	420	NI	10
518	847	882	917	NI	2
460_1	287	568	1024	EN 13727	6
542	1218	1819	2896	NI	6 w roku 2012
126_4	1360	2537	3600	NI	3
126_5	1360	2537	3600	NI	3
126_2	2100	2900	3700	NI	2
537 ( <sup>1</sup> )	2289	NA	3770	NI	2
114	2600	3733	4800	NI	3
608	634	3357	5170	EN 13725	5
520	6318	6318	6318	NI	1
414_1	930	4290	7600	NI	3
126_3	1550	4233	8400	NI	3
126_1	4300	7433	10300	NI	3
414_2	1100	7267	14100	NI	3
416	185 MOU <sub>E</sub> /h, i.e. 826 OU <sub>E</sub> /Nm <sup>3</sup>	1 405 MOU <sub>E</sub> /h, i.e. 6 282 OU <sub>E</sub> /Nm <sup>3</sup>	6 950 MOU <sub>E</sub> /h, i.e. 31 026 OU <sub>E</sub> /Nm <sup>3</sup>	Pobieranie próbek i olfaktometria EN 13725; charakterystyka gazu EN 15259	15

(<sup>1</sup>) Pierwsza liczba to emisja biofiltra z CMB (budynek zarządzania kompostowaniem), a druga to IVC (kompostowanie w zbiornikach). Każda liczba jest średnią geometryczną z trzech powtórzonych próbek. Usuwanie odoru wyniosło 98,9 % w biofiltrze CMB i 96,2 % w biofiltrze IVC.



Tabela 4.9: Emisje bioaerozoli w zamkniętych oczyszczalniach tlenowych

Numer zakładu	Rodzaj bioaerozolu	Koncentracja minimalna (cfu/Nm <sup>3</sup> )	Koncentracja średnia (cfu/Nm <sup>3</sup> )	Koncentracja maksymalna (cfu/Nm <sup>3</sup> )	Standard	Częstotliwość monitorowania
372	Całkowita liczba bakterii w hali biooksydacyjnej.	6 900	45 133.33333	120 000	NI	Raz na rok
518	Bakterie razem	14	31.5	49	NI	2 w roku 2012
	Aspergillus fumigatus (kropidlak popielaty)	4	9	14	NI	2 w roku 2012
520	Bakterie razem	99	649.5	1 200	NI	2 w roku 2012
	Kropidlak popielaty	60	106.5	153	NI	2 w roku 2012
542	Kropidlak popielaty	167	167	167	Standardowy protokół AfOR	9 w roku 2013
	Bakterie mezofilne	167	630	1 333	Standardowy protokół AfOR	9 w roku 2013
	Bakterie Gram-ujemne	83	306	417	Standardowy protokół AfOR	9 w roku 2013
543	Kropidlak popielaty	167	167	167	Standardowy protokół AfOR	9 w roku 2013
	Bakterie mezofilne	167	389	1 500	Standardowy protokół AfOR	9 w roku 2013
	Bakterie Gram-ujemne	83	306	417	Standardowy protokół AfOR	9 w roku 2013
608	Bakterie mezofilne	23	720	5 723	Metoda AfOR M17 oraz protokół 2009	26 razy w ciągu 3 lat
	Kropidlak popielaty	10	379	2 945	Metoda AfOR M17 oraz protokół 2009	25 razy w ciągu 3 lat
	Bakterie Gram-ujemne	10	14.5	25	Metoda AfOR M17 oraz protokół 2009	16 razy w ciągu 2 lat



Ilustracja 4.2: Stężenia NH<sub>3</sub> w zamkniętych oczyszczalniach tlenowych

Tabela 4.10 przedstawia liczbę okresowych pomiarów stężenia NH<sub>3</sub> w emisjach do atmosfery.

Tabela 4.10: Liczba okresowych pomiarów stężenia NH<sub>3</sub> w emisjach do atmosfery

Numer zakładu	Liczba pomiarów NH <sub>3</sub> w trzyletnim okresie referencyjnym (2010-2012)
62	30
114	3
126_1	3
126_2	3
126_3	3
126_4	3
126_5	3
328	36
372	3
406_407_2	3
412_1	33
413_1	33
460_1	3
621	7
634	4

### 4.2.2.2 Emisje do wody

#### 4.2.2.2.1 Otwarte zakłady uzdatniania tlenowego

Kompostowanie może powodować powstawanie odcieków w wyniku wysokiego poziomu wilgotności bioodpadów i odpadów gnilnych oraz na skutek naturalnych opadów atmosferycznych przesączających się przez aktywne lub utwardzane stosy kompostu. Na ścieki składa się również woda odpływowa, która spadła na powierzchnie magazynowe i/lub oczyszczalnie oraz woda płuczka używana do czyszczenia urządzeń oraz powierzchni.

Woda spływająca z dachów lub z obszarów, które nie są wykorzystywane do przechowywania i przetwarzania odpadów, jest uważana za wodę "czystą" i może być odprowadzana bezpośrednio do środowiska lub może być wykorzystywana do utrzymania wilgotności odpadów, do czyszczenia pojazdów czy higieny.

Tabela 4.11 przedstawia pomiary emisji do wody wykonywane przez otwarte zakłady kompostowania.

Tabela 4.11: Parametry zmierzone w emisjach do wody w otwartych oczyszczalniach tlenowych

Parametr mierzony	Rodzaj monitorowania	Uwzględnione zakłady	Zakres (mg/l oprócz pH oraz przepływu)	Ilość pomiarów dokonana w 3 letnim okresie referencyjnym (2010-2012)
Przepływ (m <sup>3</sup> /h)	Ciągły	021, 110, 410_411, 418, 521, 572	2.7–26	NA
	Pobrano próbki	417	NI	NI
	Oszacowano	419	2	NI
pH	Ciągły	419	7	NA
	24-godzinna próbka złożona proporcjonalna do przepływu	418	7	NA
	Próbka złożona	110	8	NI
	Pobrano próbki	021, 104, 125, 417, 521, 572	7.1–8.6	4–36
ChZT	24-godzinna próbka złożona proporcjonalna do przepływu	418	4620	NA
	Próbka złożona	110	361	NI
	Pobrano próbki	104, 417, 521, 572	175–948	1–12
	Oszacowano	419	2167	NI
Azot ogólny	24-godzinna próbka złożona proporcjonalna do przepływu	418	420	NA
	Próbka złożona	110	171	NI
	Pobrano próbki	104, 417, 521, 572	5.2–225	1–23
	Oszacowano	419	217	NI
Fosfor ogólny	24-godzinna próbka złożona proporcjonalna do przepływu	418	26	NA
	Próbka złożona	110	1.7	NI
	Pobrano próbki	104, 417, 572	4.8–5.8	6–26
TSS	Pobrano próbki	104, 125, 521, 572	7.7–235	1–26
Pb	Próbka złożona	110	0.0031	NI
	Pobrano próbki	021, 104, 572	0.0033–0.075	6–26
Cr	Próbka złożona	110	0.010	NI
	Pobrano próbki	021, 104, 572	0.0002–0.024	6–26
BZT <sub>5</sub>	Próbka złożona	110	32	NI
	Pobrano próbki	104, 521	8–117	1–11
Cd	Próbka złożona	110	0.00008	NI
	Pobrano próbki	021, 572	0.0002–0.024	6–26
Hg	Próbka złożona	110	0.0001	NI
	Pobrano próbki	021, 572	0.0001–0.0006	6–26
Cu	Próbka złożona	110	0.03	NI
	Pobrano próbki	021, 104, 572	0.01–0.09	6–26
Ni	Próbka złożona	110	0.04	NI
	Pobrano próbki	021, 104, 572	0.02–0.03	6–26
OWO	Pobrano próbki	021, 104	0.1–253.9	6–8
BZT <sub>7</sub>	Pobrano próbki	572	77.3	26

NH <sub>3</sub> -N	Próbka złożona	110	120	NI
	Pobrano próbki	021	11.5	12
Zn	Pobrano próbki	021, 104, 572	0.02–0.16	6–26
Co	Pobrano próbki	021	NI	NI
Mn	Pobrano próbki	021	NI	NI
Metale razem	Pobrano próbki	021	NI	NI
THC	Pobrano próbki	021	1.6	12
Tl	Pobrano próbki	021	NI	NI
Cd+Tl	Pobrano próbki	021	NI	NI
Sb	Pobrano próbki	021	NI	NI
As	Pobrano próbki	021	NI	NI
Cr(VI)	Pobrano próbki	021	NI	NI
V	Pobrano próbki	021	NI	NI
Fe	Pobrano próbki	021	NI	NI
Chlor	Pobrano próbki	021	NI	NI
Fenole	Pobrano próbki	021	NI	NI
AOX	Pobrano próbki	021	0.22	8
Uwaga: NA = Nie dotyczy. NI = Brak danych.				

Pomiary te powinny być analizowane w powiązaniu z rodzajami emisji do wody w każdym zakładzie. Tabela 4.12 pokazuje, że nie wszystkie zakłady uwalniają ścieki i w związku z tym mierzą emisje do wody. W przypadku tych zakładów ścieki mogą być ponownie wykorzystane w procesie lub zmagazynowane celem dalszego przetwarzania poza terenem zakładu.

W przypadku instalacji, w których dochodzi do uwolnienia wody, woda jest zazwyczaj uwalniana do miejskiej/gminnej sieci kanalizacyjnej lub do oczyszczalni ścieków na terenie zakładu. Jest tylko jeden przypadek, w którym woda jest uwalniana bezpośrednio do środowiska oraz trzy przypadki, w których woda ściekowa jest wykorzystywana do rozprowadzania po gruncie.

Tabela 4.12: Źródła emisji do wody i związane z nimi techniki redukcji w kompostowniach otwartych

Numer zakładu	Źródło emisji do wody	Rodzaj zrzutu	Stosowane techniki redukcji
21	Procesy biologiczne	Odprowadzenie pośrednie (miejski/gminny system kanalizacyjny)	NI
38	Procesy biologiczne	NI	NI
69	NI	NI	NI
73	Brak emisji do wody: potencjalnie zanieczyszczona woda deszczowa jest gromadzona, przechowywana w zbiorniku buforowym i ponownie wykorzystywana w procesie.	NA	NA
74	NI	NI	NI
104	Zrzut z basenu sedimentacyjnego nadmiarowej partii zebranego odcieku	Odprowadzenie pośrednie (miejski/gminny system kanalizacyjny)	Sedymentacja (stawy)
110	Woda spływowa zebrana ze wszystkich obszarów (magazyny materiałów wsadowych, przetwarzanie, magazynowanie produktów końcowych)	Odprowadzenie pośrednie (miejski/gminny system kanalizacyjny)	Nitryfikacja lub denitryfikacja
124	NI	NI	NI
125	Woda spływowa zebrana z magazynów, etapów ogólnych i obszarów procesów biologicznych	Rozpylanie po gruncie	Napowietrzanie ( prędkość w zależności od ilości tlenu) i ekstrakcja (magazynowanie mułu, separator oleju)
129	NI	NI	NI
262	NI	NI	NI
331	NI	NI	NI
410_411_2	Pierwsza biodegradacja Końcowe dojrzewanie na sucho	Odprowadzenie pośrednie (miejski/gminny system kanalizacyjny)	NI
417	Pierwsza biodegradacja	Odprowadzenie pośrednie (miejski/gminny system kanalizacyjny)	Zbiorniki buforowe
418	Pierwsza biodegradacja	Odprowadzenie pośrednie (miejski/gminny system kanalizacyjny)	Napowietrzane zbiorniki buforowe
419	Pierwsza biodegradacja	Odprowadzenie pośrednie (miejski/gminny system kanalizacyjny)	Napowietrzane zbiorniki buforowe
521	Wyjście z złoża trzcinowego	Bezpośredni zrzut ze wspólnej instalacji na terenie zakładu do środowiska naturalnego	Systemy złoż trzcinowych
525	Brak emisji do wody	NA	NA
531	Brak emisji do wody	NA	NA

544	Cała potencjalnie zanieczyszczona woda jest zbierana.	Rozpylanie po gruncie	NA
546	Cała potencjalnie zanieczyszczona woda jest zbierana.	Rozpylanie po gruncie	NA
547	Cała potencjalnie zanieczyszczona woda jest zbierana i magazynowana poza zakładem	NI	NA
548	Cała potencjalnie zanieczyszczona woda jest zbierana i magazynowana poza zakładem	NI	NA
572	Proces biologiczny, końcowe dojrzewanie na sucho (woda odciekowa zbierana z terenu całego zakładu)	Odprowadzenie pośrednie (miejski/gminny system kanalizacyjny)	NI
606	Woda spływowa z terenu całego zakładu	Zrzut pośredni (wspólne urządzenia na terenie zakładu zbierające głównie strumienie ścieków pochodzących z działalności innej niż przetwarzanie tlenowe)	NI
622	Woda spływowa z terenu całego zakładu – magazynowana poza zakładem	Odprowadzenie pośrednie (miejski/gminny system kanalizacyjny)	NI
631	NI	NI	NI
635	NI	NI	NI
Uwaga: NI = Brak informacji. NA = Nie dotyczy.			

#### 4.2.2.2.2 Zamknięte zakłady uzdatniania tlenowego

Tabela 4.13 przedstawia różne parametry mierzone w zamkniętych zakładach przetwarzania (oczyszczania) tlenowego oraz rodzaj pomiaru (okresowy/ciągły). Tabela ta powinna być odczytywana razem z tabelą 4.14, która pokazuje, dla każdego zakładu, pochodzenie emisji do wody, związane z tym techniki redukcji oraz przepływ emisji do wody.

Najczęściej mierzone parametry emisji do wody to TSS, pH, ChZT, N ogółem i BZT<sub>5</sub>. Cztery zakłady (zakłady 372, 580, 609 i 634) zgłaszają bezpośrednie uwalnianie ścieków do środowiska. Wszystkie pozostałe zakłady odprowadzają ścieki do zakładowej oczyszczalni ścieków lub do oczyszczalni ścieków poza terenem zakładu poprzez sieć kanalizacyjną lub poprzez pośrednie tankowanie ścieków. Dwa zakłady (zakłady 579 i 621) zgłaszają brak emisji do wody.

Tabela 4.13: Parametry zmierzone w emisjach do wody w zamkniętych oczyszczalniach tlenowych

Mierzony parametr	Rodzaj monitorowania	Uwzględnione zakłady	Zakres (mg/l oprócz pH oraz przepływu)	Ilość pomiarów dokonana w 3 letnim okresie referencyjnym (2010-2012)
Przepływ	Próbka złożona	062, 114, 126_1, 372, 416	0.055–15 000 m <sup>3</sup> /h	NA
	Próbka złożona	623 ( <sup>1</sup> )	15 779 m <sup>3</sup> /rok	w każdym zbiorniku
	Pobrano próbki	412_1, 609	20–55 m <sup>3</sup> /h	1–36
	Oszacowano	412_2, 413_2	700 m <sup>3</sup> /rok	NI
pH	Próbka złożona	372, 623 ( <sup>1</sup> )	6.2–8	3
	Pobrano próbki	062, 114, 126_1, 412_1, 608	5.9–8.8	3–23
TSS	24-godzinna próbka złożona proporcjonalna do przepływu	416	63	NA
	Próbka złożona	372, 623 ( <sup>1</sup> )	899–1 255	3
	Pobrano próbki	062, 114, 126_1, 412_1, 608, 609	26–4 143	1–31
ChZT	Próbka złożona	372, 623 ( <sup>1</sup> )	3 180–20 382	3
	Pobrano próbki	062, 114, 126_1, 412_1, 608	300–20 983	1–23
Azot ogólny	24-godzinna próbka złożona proporcjonalna do przepływu	416	69	NA
	Próbka złożona	372, 623 ( <sup>1</sup> )	3–557	3
	Pobrano próbki	062, 114, 412_1, 609	0.3–2 915	1–29
BZT <sub>5</sub>	Próbka złożona	372, 623	1 150–8 687	3
	Pobrano próbki	062, 114, 126_1, 609	3.3–15 667	3–33
Fosfor ogólny	Próbka złożona	260	NI	NI
	Próbka złożona	372	37.8	3
	Pobrano próbki	062, 114, 126_1	3.4–105.7	1–6
OWO	Próbka złożona	372	NI	NI
	Pobrano próbki	062, 126_1	223–1 290	2–5
Cl <sup>-</sup>	Pobrano próbki	126_1, 412_1	24–515	1–3
Siarczany	Pobrano próbki	126_1, 412_1	50–9 420	1–2
NH <sub>3</sub> -N	Pobrano próbki	126_1	3 094	2
	Oszacowano	260	NI	NI
Cd	Pobrano próbki	126_1, 412_1	0.0005–0.001	1
Hg	Pobrano próbki	126_1, 412_1	0.0001	1
As	Pobrano próbki	126_1, 412_1	0.005–0.014	1–3
Pb	Pobrano próbki	126_1, 412_1	0.009–0.029	1–2
Cr	Pobrano próbki	126_1, 412_1	0.0045–0.009	1–2
Cu	Pobrano próbki	126_1, 412_1	0.03–0.19	1–2
Ni	Pobrano próbki	126_1, 412_1	0.009	1
Zn	Pobrano próbki	126_1, 412_1	0.218–0.228	1–2
EOX	Pobrano próbki	126_1, 412_1	0.13–0.9	1–2
F <sup>-</sup>	Pobrano próbki	126_1	0.17	2
TKN	Pobrano próbki	126_1	3820	3
Cr(VI)	Pobrano próbki	126_1	< 0.05	1
Mn	Pobrano próbki	126_1	0.243	2
Fe	Pobrano próbki	126_1	3.535	2
Fenole	Pobrano próbki	126_1	0.59	1
AOX	Pobrano próbki	126_1	3	2
PCB	Pobrano próbki	126_1	< 0.01	1

(<sup>1</sup>) Zakład 623: pomiary zostały wykonane w każdym zbiorniku.  
Uwagi: NA = Nie dotyczy. EOX – ekstrahowalny organiczny halogen. TKN – azot ogólny Kjeldahla.



NI = Brak informacji.

Tabela 4.14: Źródła emisji do wody i związane z tym techniki redukcji w zamkniętych oczyszczalniach tlenowych

Numer zakładu	Źródło emisji do wody	Rodzaj zrzutu	Punkt odbioru zrzutu	Zastosowane techniki redukcji
62	Mieszadło Separacja odpadów ponadgabarytowych - przesiewanie Separacja ferromagnetyczna Przesiewanie Klasyfikator powietrzny Separacja balistyczna Przesiewanie Pierwsza biodegradacja Przetwarzanie wtórne	Zrzut pośredni (wspólne obiekty na terenie zakładu, na które głównie mają wpływ strumienie ścieków pochodzące z działalności innej niż z unieszkodliwiania odpadów)	Rzeka/strumień	NI
114	Obsługa, załadunek i rozładunek Magazynowanie odpadów wejściowych Rozdrabniacz wstępny Mieszadło Separacja odpadów ponadgabarytowych - przesiewanie Pierwsza biodegradacja Przetwarzanie wtórne	Odprowadzenie pośrednie (miejski/gminny system kanalizacyjny)	Wody przybrzeżne (morze/ocean)	NI
126_1	Proces kompostowania osadów i odpadów zielonych oraz uzdatnianie powietrza	Zrzut pośredni (wspólne obiekty na terenie zakładu, na które głównie mają wpływ strumienie ścieków pochodzące z działalności innej niż z unieszkodliwiania odpadów)	NI	Ścieki wytworzone przez zakład są przechowywane przed wykorzystaniem ich jako odczynnika w procesie stabilizacji odpadów niebezpiecznych.
128	Brak emisji do wody	NA	NA	NI
260	Cały zakład	Odprowadzenie pośrednie (miejski/gminny system kanalizacyjny)	NI	NI
261	NI	Odprowadzenie pośrednie (miejski/gminny system kanalizacyjny)	NI	NI
328	NI	NI	NI	NI

372	Odbiór Obsługa, załadunek i rozładunek Magazynowanie odpadów wejściowych Rozpakowywanie Magazyn wyjściowy Otwarte przestrzenie Procedura segregacji i zgodności Mieszanie w ładowarce kołowej Wyciskarka do oddzielania tworzyw sztucznych od odpadów spożywczych Końcowe dojrzwanie na sucho Pierwsza biodegradacja	Odprowadzenie z zakładu unieszkodliwiania odpadów do środowiska bez przetwarzania	Wody gruntowe	NI
406_407_2	NI	NI	NI	NI
412_1	Pierwsza biodegradacja - odpływ wody z powierzchni betonu	Odprowadzenie pośrednie (miejski/gminny system kanalizacyjny)	Rzeka/strumień	Wytrącanie Flotacja
412_2	Pierwsza biodegradacja - odpływ wody z powierzchni betonu	Odprowadzenie pośrednie (miejski/gminny system kanalizacyjny)	Rzeka/strumień	NI
413_1	Pierwsza biodegradacja - odpływ wody z powierzchni betonu	Odprowadzenie pośrednie (miejski/gminny system kanalizacyjny)	Wody przejściowe (tj. wody powierzchniowe w pobliżu ujścia rzeki)	Wytrącanie
413_2	NI	NI	NI	NI
414_1	Procesy tlenowe	Odprowadzenie pośrednie (miejski/gminny system kanalizacyjny)	NI	NI
416	Procesy tlenowe	Zrzut pośredni (do wspólnej oczyszczalni ścieków poza terenem zakładu)	NI	NI
460_1	NI	NI	NI	Nitryfikacja/denitryfikacja Ultrafiltracja
511	NI	NI	NI	NI
518	NI	Odprowadzenie pośrednie	Rzeka/strumień	NI

		(miejski/gminny system kanalizacyjny)		
520	NI	Odprowadzenie pośrednie (miejski/gminny system kanalizacyjny)	NI	NI
530	Cały zakład	Odprowadzenie pośrednie (miejski/gminny system kanalizacyjny)	NI	NI
537	Cała potencjalnie zanieczyszczona woda jest zbierana i magazynowana poza zakładem	NI	NI	NI
542	Cała potencjalnie zanieczyszczona woda jest zbierana i magazynowana poza zakładem	NI	NI	NI
543	NI	NI	NI	NI
579	Brak emisji do wody: ścieki są zużywane podczas całego procesu.	NA	NA	NA
580	Wody powierzchniowe z obszarów ruchu kołowego i innych obszarów odkrytych	Bezpośrednie odprowadzenie ścieków ze wspólnej instalacji kanalizacyjnej zakładu do środowiska naturalnego	Rzeka/strumień	Kombinacja ultrafiltracji i odwróconej osmozy
608	Etap biologiczny	Odprowadzenie pośrednie (miejski/gminny system kanalizacyjny)	NI	NI
609	Zakład unieszkodliwiania odpadów	Bezpośrednie odprowadzenie ścieków ze wspólnej instalacji kanalizacyjnej zakładu do środowiska naturalnego	Rzeka/strumień	NI
621	Brak emisji do wody	NA	NA	Zautomatyzowana recykulacja ścieków
623	Spływ ze zbiorników do cystern	Odprowadzenie pośrednie	Rzeka/strumień	Magazynowanie poza zakładem na potrzeby oczyszczania ścieków
634	Procesy tlenowe	Bezpośrednie odprowadzenie ścieków ze wspólnej instalacji kanalizacyjnej zakładu do środowiska naturalnego	Rzeka/strumień	NI
Uwagi: NI = Brak informacji. NA = Nie dotyczy.				

### 4.2.2.3 Zużycie wody

Zgłoszone średnie zużycie wody na tonę przetworzonych odpadów wynosi około 150 l, z przedziałem 10- 730 l/t w przypadku oczyszczania tlenowego w zakładach otwartych (na wolnym

powietrzu) oraz z przedziałem 0-500 l/t w przypadku oczyszczania tlenowego w zakładach zamkniętych (pod dachem).

Trudno jest wyciągnąć jakiegokolwiek konkluzje z tych danych liczbowych, ponieważ w przypadku przetwarzania na zewnątrz ilość wykorzystywanej wody zależy również od warunków meteorologicznych. Woda może być również wykorzystywana do rozpylania w celu zmniejszenia emisji pyłu.

### 4.2.2.4 Zużycie energii

Z przekazanych danych wynika, że średnie zużycie energii wynosi około 64 kWh na tonę odpadów przetworzonych w zakładach otwartych (na wolnym powietrzu), przy zakresie 0-330 kWh/t, oraz około 69 kWh/t w przypadku przetwarzania tlenowego w zakładach zamkniętych (pod dachem), przy zakresie 0.1-253 kWh/t.

## 4.3 Uzdatnianie beztlenowe (lub rozkład beztlenowy (AD))

### 4.3.1 Stosowane procesy oraz techniki

#### Cel

Przetwarzanie odpadów ulegających biodegradacji poprzez kontrolowane przetwarzanie beztlenowe (zwane również fermentacją beztlenową, rozkładem beztlenowym, uzdatnianiem beztlenowym lub degradacją beztlenową (AD)) stosuje się do przekształcenia materii organicznej zawartej w odpadach w biogaz oraz odpad przefermentowany.

Fermentacja beztlenowa jest również stosowana w przemyśle do przetwarzania odpadów o bardzo wysokiej zawartości ChZT oraz jako proces oczyszczania osadów ściekowych po tlenowym przetwarzaniu (uzdatnianiu) ścieków.

Produkcja biogazu z kontrolowanej fermentacji beztlenowej jest jedną z głównych zalet tego procesu: jest to odnawialne źródło energii, które może być wykorzystane do produkcji energii elektrycznej, ciepła i paliwa (gazowego lub płynnego).

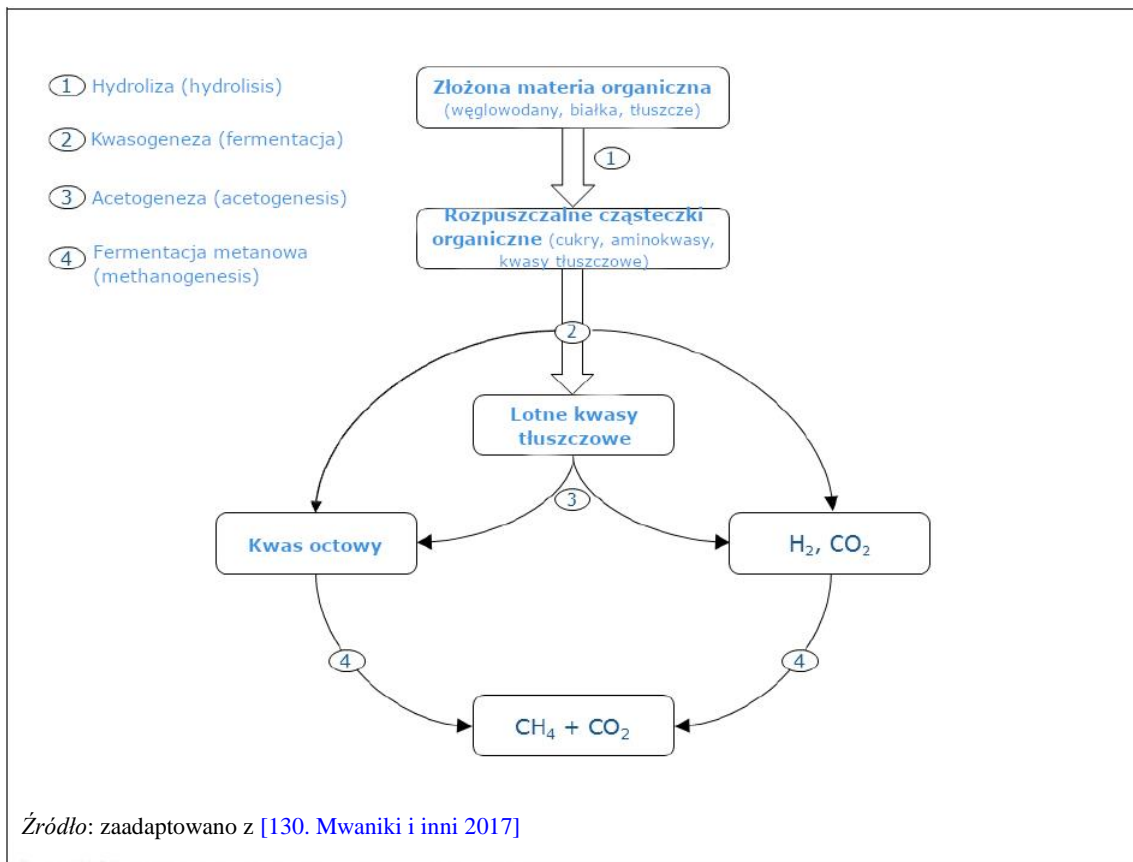
#### Zasada działania

Przetwarzanie beztlenowe polega na bakteryjnym rozkładzie biomasy (biogenicznego materiału organicznego) przy braku wolnego tlenu.

Przetwarzanie biomasy na biogaz i odpad przefermentowany jest złożonym procesem biochemicznym. Wyróżnia się cztery następujące fazy (patrz rys. 4.3):

1. W pierwszym etapie **hydrolizy** składniki polimerowe surowca (np. węglowodany, białka, tłuszcze) rozkłada się na mniejsze molekularne związki organiczne (m.in. aminokwasy, cukier i kwasy tłuszczowe). Mikroorganizmy hydrolityczne uwalniają enzymy hydrolityczne, które rozkładają materiał biochemicznie poza komórkami mikrobiologicznymi. Podczas hydrolizy powstaje wodór, który może być bezpośrednio wykorzystywany do wytwarzania metanu.
2. Wytworzone półprodukty ulegają degradacji podczas  **kwasogenezy** (fermentacji) przez bakterie kwasotwórcze do lotnych kwasów tłuszczowych (np. kwas octowy, kwas propionowy i masłowy), a także do dwutlenku węgla i wodoru. Również kwas mlekowy i alkohole są w małych ilościach produkowane.
3. Produkty pośrednie są następnie przekształcane podczas **acetogenezy** przez bakterie acetogeniczne w kwas octowy, wodór i dwutlenek węgla.

4. W ostatniej fazie czyli **fermentacji metanowej**, metan i dwutlenek węgla są wytwarzane przez archeony.



#### Ilustracja 4.3: Ścieżka fermentacji beztlenowej

W procesie tym węgiel z wsadowych substancji organicznych jest przeważnie przekształcany w metan i dwutlenek węgla, a następnie uwalniany jako biogaz. Biogaz może być spalany w kotłach do produkcji ciepła lub w jednostkach kogeneracji (CHP). Można go również podnieść do poziomu biometanu poprzez usunięcie zawartości dwutlenku węgla i wprowadzić do sieci gazu ziemnego lub wykorzystać jako paliwo dla pojazdów.

Udział metanu w strumieniu dwutlenku węgla zmienia się w zależności od wsadu i temperatury systemu. W celu maksymalizacji produkcji metanu system musi mieć odpowiednio zbilansowany wsad. Instalacje są zazwyczaj ukierunkowane na odpady bogate w węgiel, które wykorzystują dostępną azot.

#### Wsad oraz strumienie wyjściowe

##### Wsad

Na materiał wsadowy nadaje się wiele materiałów organicznych, na przykład:

- odpady rolnicze;
- oddzielnie gromadzone bioodpady z gospodarstw domowych;
- odpady ogrodowe i parkowe;
- zawartość zrynek tłuszczowych;
- resztki jedzenia z kuchni, hoteli i restauracji;
- żywności, która utraciła ważność, z rynków detalicznych;
- odpady przemysłu spożywczego;
- produkty uboczne pochodzenia rolniczego, takie jak obornik i inne produkty pochodzenia zwierzęcego;
- szlasy przemysłowe i osady ściekowe z oczyszczania ścieków komunalnych.

Jedną z głównych granic AD jest jego niezdolność do degradacji ligniny (głównego składnika drewna), w przeciwieństwie do przetwarzania tlenowego.

Właściwości substratu mają bardzo istotny wpływ na proces AD, a tym samym na wydajność biogazu i jakość substratów pofermentacyjnych. Na przykład, wysokie stężenia metali w surowcu mogą być toksyczne dla bakterii metanogenicznych, w następującej kolejności (względem rosnącej dotkliwości): żelazo < kadm < cynk < chrom < ołów < miedź < nikiel. Zawartość lotnych substancji stałych będzie miała wpływ na zakres, w jakim proces musi być monitorowany, aby uniknąć szkodliwego wpływu przeciążenia.

Procesy beztlenowe mogą być stosowane do bezpośredniego przetwarzania odpadów płynnych, osadów biologicznych wytwarzanych na wcześniejszym etapie tlenowym, substancji stałych i osadów organicznych. Włączenie innych substratów, takich jak osady ściekowe, zmienia otrzymany materiał pofermentacyjny. Należy jednak zauważyć, że mieszanie z tymi surowcami odpadów z gospodarstw domowych może poprawić zarówno środowiskowe, jak i ekonomiczne aspekty procesu i zostało już przyjęte w wielu zakładach (w szczególności w przypadku współfermentacji z gnojowicą i obornikiem w małych zakładach rolnych).

#### Surowiec wyjściowy

##### Biogaz

Typowy skład suchego biogazu to 50-70 % metanu, 30-50 % dwutlenku węgla i 50-4 000 ppm siarkowodoru plus inne śladowe pierwiastki lotne. Wydajność biogazu i proporcje metanu do dwutlenku węgla będą się różnić w zależności od surowca i rodzaju fermentacji beztlenowej. [\[49. Podgrupa bio. 2014\]](#)

Wytwarzanie biogazu może się znacznie różnić, np. w jednej instalacji może wahać się od 80 Nm<sup>3</sup> do 120 Nm<sup>3</sup> na tonę, w zależności od wsadu odpadów. Biogaz może być wykorzystywany do produkcji energii elektrycznej (na użytek wewnętrzny i/lub zewnętrzny), spalania w kotłach do produkcji gorącej wody i pary do celów przemysłowych, jako paliwo alternatywne w pojazdach lekkich i pojazdach ciężarowych o dużej ładowności lub może być wtryskiwany do sieci gazu ziemnego.

Końcowe zastosowania biogazu obejmują spalanie w prostym kotle do wytwarzania ciepła lub wykorzystanie w silniku z generatorem do wytwarzania energii elektrycznej. Najpowszechniejszym zastosowaniem biogazu jest skojarzona gospodarka energetyczna (kogeneracja, CHP) służąca do wytwarzania zarówno ciepła, jak i energii elektrycznej. Ciepło jest najskuteczniej wykorzystywane na miejscu lub lokalnie, podczas gdy energia może być wykorzystywana na miejscu lub przesyłana do głównej sieci elektrycznej.

Alternatywnie, biogaz może być uszlachetniany, co wymaga usunięcia dwutlenku węgla i innych gazów zanieczyszczających w celu wytworzenia biometanu. Dodanie propanu do biometanu może być również wymagane w celu osiągnięcia wymaganej wartości opałowej gazu (CV). Biometan może być wprowadzany do sieci dystrybucji gazu ziemnego w celu konwersji na ciepło lub moc w punkcie poboru lub wykorzystywany jako paliwo transportowe w podobny sposób jak LPG lub CNG (niedawno opracowano normę CEN seria 16723, która dotyczy obydwu tych zastosowań). Chociaż wzbogacanie biogazu może być bardziej efektywne pod względem wykorzystania energii, jest ono również znacznie bardziej kosztowne, a możliwości wzbogacania biogazu nie są ogólnie postrzegane jako opłacalne w przypadku zastosowania AD na małą skalę.

##### Produkt pofermentacyjny

Czysty substrat ulegający biodegradacji podniesie jakość produktu pofermentacyjnego, który - jeżeli jest zgodny z przepisami krajowymi i europejskimi oraz dobrowolnymi specyfikacjami produktów - może być stosowany jako nawóz organiczny lub polepszacz gleby w rolnictwie, albo w postaci płynnej (około 5-15 % suchej masy), takiej jak obornik, albo w postaci półstałej (10-30 %), takiej jak torf, albo może być dalej ulepszany np. poprzez kompostowanie, suszenie i/lub granulowanie do zastosowania w rolnictwie, sadownictwie, jak również w prywatnych ogrodach.

W Niemczech, Belgii, Niderlandach, Włoszech i innych państwach członkowskich produkty przefermentowane są powszechnie kompostowane, w przypadku gdy surowiec oparty jest głównie na bioodpadach z gospodarstw domowych. W Wielkiej Brytanii i Szwecji bioodpady pochodzące z gospodarstw domowych, separowane u źródła, są głównie fermentowane

w systemach ciekłych, a nawet gdy następuje ich rozdzielanie na frakcję stałą i płynną, frakcja stała zazwyczaj nie jest kompostowana. Płynny lub oddzielony produkt pofermentacyjny wytwarzany z bioodpadów przemysłowych i rolniczych nie jest zwykle kompostowany, ale stosowany bezpośrednio jako nawóz.

Składniki odżywcze zawarte wcześniej w surowcu pozostają w produktach pofermentacyjnych. Tylko węgiel, wodór, tlen (jako część CO<sub>2</sub>) oraz, w niewielkich ilościach, azot i siarka mogą opuścić proces w fazie gazowej. Dlatego też stosowane surowce bezpośrednio określają skład wytwarzanego produktu pofermentacyjnego. Zawartość składników odżywczych określa się przede wszystkim na podstawie zawartości azotu, fosforu, potasu i węgla organicznego.

Produkty pofermentacyjne z odpadów komunalnych lub osady ściekowe z paszami przemysłowymi mogą zawierać metale. W przypadku MSW, produkt pofermentacyjny jest zazwyczaj odwadniany. Zawartość metali ciężkich może zostać wypłukana do gleby lub do cieków wodnych w przypadku gdy produkt pofermentacyjny wykorzystywany jest jako nawóz, jako pokrycie gleby lub jest magazynowany na wysypiskach. W przypadku, gdy zawartość metali ciężkich jest zbyt wysoka, aby umożliwić zastosowanie gruntowe, kompost/osad może być wykorzystywany do odzyskania energii lub do codziennego przykrywania składowisk odpadów. W tym zakresie można zastosować dyrektywę w sprawie wód podziemnych.

#### Odpady stałe przeznaczone do wykorzystania jako paliwo

Więcej informacji na ten temat można znaleźć w sekcji 3.3. Przygotowane paliwo stałe jest wstępnie posortowaną mieszanką papieru i tworzyw sztucznych. Mycie produktu pofermentacyjnego daje dwa dodatkowe strumienie: pozostałość oraz frakcję drewnopodobną o wartości opałowej umożliwiającej obróbkę cieplną. W tabeli 4.15 podano przykład składu odpadów stałych, które mogą być wykorzystywane jako paliwo.

**Tabela 4.15: Skład produktu wyjściowego wykorzystywanego jako paliwo**

Rodzaj odpadów	%
Odpady organiczne	45
Inne	31
Papier/karton/tektura	13
Tworzywa sztuczne	9
Tekstylna	2
<i>Źródło: [94. Vrancken i inni 2001], [18. WT TWG 2004]</i>	

#### Inne produkty/odpady

Tabela 4.16 zawiera przegląd produktów wyjściowych beztlenowego przetwarzania odpadów komunalnych ulegających biodegradacji.

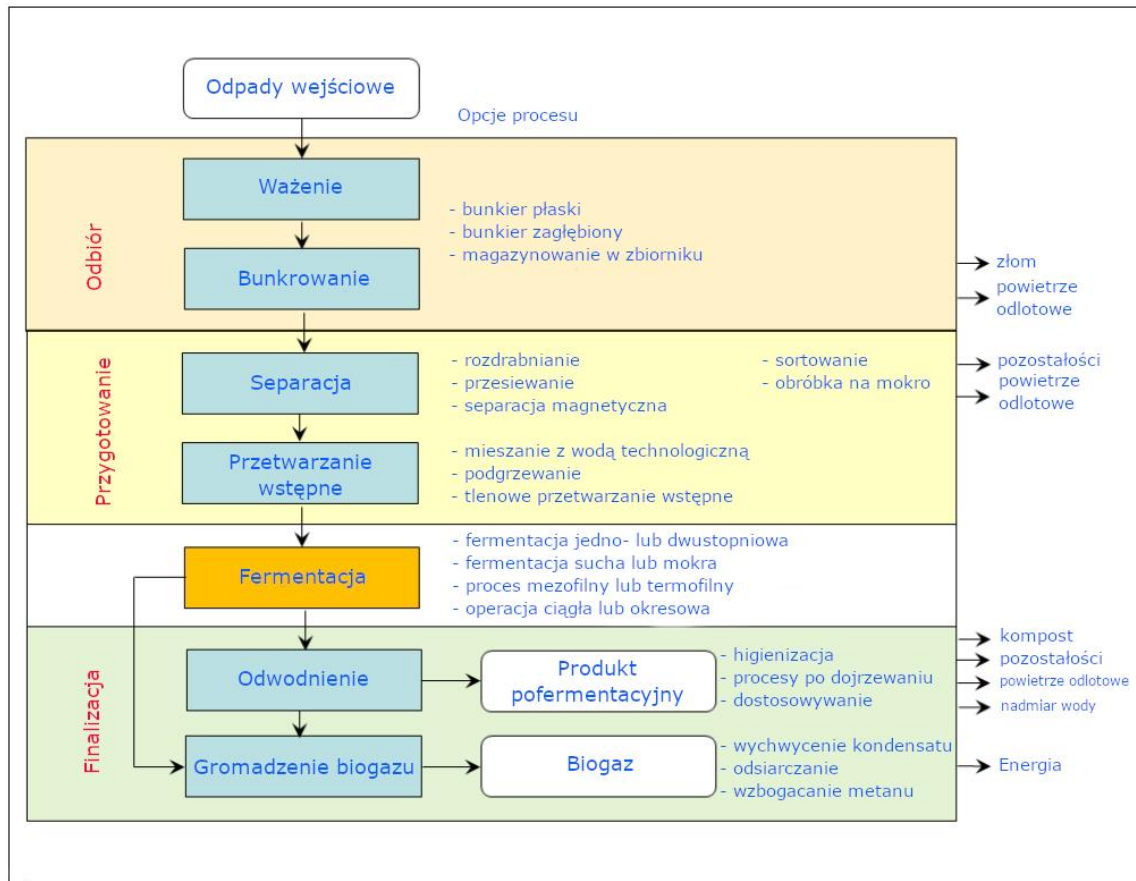
**Tabela 4.16: Przegląd produktów wyjściowych beztlenowego przetwarzania odpadów komunalnych ulegających biodegradacji**

Produkt odzyskany	Wartość produkcji (na tonę przetworzonych odpadów)
Odzysk składników odżywczych	4.0–4.5 kg N, 0.5–1 kg P, 2.5–3 kg K
Odzysk energii	0,4-0,9 MJ (ponadto elektrociepłownie mogą wytwarzać podobną ilość ciepła)
Pozostałości stałe w zależności od odpadów	0.3–0.6 t
Produkty wysokiej jakości do recyklingu (odzysk)	Biłonniki (0,07-0,3t) (do kompostowania)
Inne pozostałości, które mogą być ponownie wykorzystane z pewnymi ograniczeniami	Ciecze (0.6 t), Inerty (0.05 t), Piasek (0.08 t)
Pozostałości do magazynowania lub innego rodzaju przetwarzania odpadów	Przesiewanie przelewowe (0,02-0,1 t)

Metale (w tym metale żelazne)	0.043 t
Metale żelazne	0.032 t
Uwaga: Separacja i płukanie materiału pofermentacyjnego dają frakcje materiałów obojętnych, piasku i błonnika. Materiały obojętne i frakcja piasku mogą być wykorzystywane jako materiał budowlany. Kolejny produkt wyjściowy wynika odpowiadają frakcji włóknistej (błonnikowi).	
Źródło: [90. Hogg i inni 2002], [94. Vrancken i inni 2001]	

### Opis procesu

Podstawowymi zmiennymi procesu są metody kontaktu odpadów z biomasą (mikroorganizmy) oraz zawartość wilgoci w odpadach (np. ciecz, zawiesina lub ciało stałe). Przetwarzanie beztlenowe zazwyczaj obejmuje etapy pokazane na ilustracji 4.4.



Ilustracja 4.4: Przykład zakładu stosującego fermentację beztlenową

#### Odbiór

Etap odbioru jest podobny do opisanego w sekcji 4.2.1 powyżej.

#### Przygotowanie

**Separacja materiałów:** W celu usprawnienia procesu fermentacji, materiały takie jak tworzywa sztuczne (w tym biodegradowalne worki plastikowe), metale i elementy ponadgabarytowe są usuwane z przetwarzanych odpadów. Separacja może być przeprowadzana w warunkach wilgotnych lub suchych. Następnie stosuje się procesy rozdrabniania w celu uzyskania bardziej jednorodnego materiału, który wspomaga proces fermentacji beztlenowej i ułatwia przetwarzanie. Redukcja rozmiaru może być osiągnięta przez maszyny do rozcinania, mielenia, rozdrabniania itp.

**Przetwarzanie wstępne:** tlenowe przetwarzanie wstępne można przeprowadzić w okresie od dwóch do czterech dni, aby poprawić rozkład materiału i ogrzać substrat. Etap ten odbywa się bezpośrednio w fermentownikach skrzyniowych lub w oddzielnych jednostkach fermentacji wstępnej (np. tunele kompostowania z wymuszonym systemem napowietrzania w celu zmniejszenia emisji odorów/bioaerozoli). Podgrzany materiał zmniejsza zużycie energii potrzebnej do ogrzania komory fermentacyjnej. Fermentacja wstępna rozkłada część biomasy,



która nie jest już dostępna na etapach procesu beztlenowego. Lepsza fermentacja zwiększa wydajność gazu. [124. UBA Niemcy 2013]

Dezintegracja termiczna może być stosowana jako etap pośredni pomiędzy obróbką mechaniczną a doprowadzeniem substratu do komory fermentacyjnej. Podział jednostek, który ma miejsce wraz z dopływem ciepła, ma na celu poprawę degradowalności substratu i może również

zwiększyć wydajność biogazu. Proces ten jest stosowany przede wszystkim w przypadku substratów o wysokim poziomie włókien i ligniny, które są odporne na degradację. Wstępne etapy oczyszczania prowadzą również do rozpadu termicznego. Dezintegracja ultradźwiękowa jest kolejnym procesem w tym samym obszarze zastosowania. Tylko bardzo niewielka liczba zakładów celowo wykorzystuje procesy rozkładu. [124. UBA Niemcy 2013]

#### Fermentacja

Istnieje wiele różnych uwarunkowań operacyjnych stosowanych w procesach fermentacji. Zwykle rozróżnia się je, na podstawie temperatury roboczej i zawartości procentowej suchej masy w komorze fermentacyjnej, na:

1. instalacje termofilne pracujące w temperaturze około 55 °C;
2. instalacje mezofilne działające w temperaturze około 40 °C;
3. systemy suche (lub o wysokiej zawartości części stałych), gdy zbiornik fermentacyjny zawiera 15-40 % suchej masy; oraz
4. systemy mokre, gdy zbiornik fermentacyjny zawiera mniej niż 15 % suchej masy.

W zasadzie im wyższa temperatura, tym szybszy proces. Niemniej jednak, proces termofilny może być trudniejszy do kontrolowania i będzie potrzebował więcej energii do ogrzania substratu, jak i do zrekompensowania większych strat ciepła ze zbiorników.

Wilgotność i zdolność do rozkładu materiału wsadowego są bardzo ważne przy wyborze technologii. Na przykład odpady kuchenne i inne odpady gnilne, które mogą być zbyt mokre i pozbawione struktury do kompostowania, mogą stanowić doskonały surowiec do fermentacji beztlenowej. Również proces termofilny może być konieczny, jeśli substrat ma wysoką zawartość tłuszczu lub jeśli wymagana jest odpowiednia higiena.

W procesie wstępnego przetwarzania dodaje się płyny w celu kontrolowania zawartości suchej masy. Kontrola lepkości w komorze fermentacyjnej jest realizowana poprzez recykling płynnych odpadów pofermentacyjnych.

Najpopularniejsze stosowane technologie przetwarzania beztlenowego wymieniono w tabeli 4.17.

**Tabela 4.17: Technologie fermentacji beztlenowej**

Technologia	Opis	Wsad
Fermentacja sucha	Stale bioodpady miesza się z wodą technologiczną lub odpadami płynnymi w celu dostarczenia rozcieńczonego materiału wsadowego do komory fermentacyjnej. Płynne bioodpady mogą być wykorzystywane bezpośrednio. W innych przypadkach instalacje do mokrej AD podają odpady stałe bezpośrednio (podajnik stały ze ślimakami przenośnikowymi) do komory fermentacyjnej gdzie następuje regulacja zawartości suchej masy.	Proces ten może być wykorzystywany do produkcji bioodpadów z gospodarstw domowych, odpadów przemysłowych, handlowych i rolniczych, a także obornika zwierzęcego i roślin energetycznych.
Fermentacja sucha ciągła	Naczynie fermentacyjne jest półciągle karmione substratem zawierającym 15-40 % suchej masy. Istnieją pionowe i poziome komory fermentacyjne.	Proces ten może być wykorzystywany do przetwarzania bioodpadów pochodzących z gospodarstw domowych, przemysłu, handlu i rolnictwa oraz frakcji organicznej zmieszanych odpadów z gospodarstw domowych.
Fermentacja sucha	Partia jest inokulowana odpadem przefermentowanym z innego reaktora i	Proces ten jest powszechnie stosowany w przypadku zmieszanych odpadów kuchennych

okresowa	pozostawiona do fermentacji bez dalszego mieszania. Odciek jest recykulowany w celu poprawy współpracy pomiędzy miejscowo tworzonymi kwasami organicznymi a bakteriami metanotwórczymi.	i ogrodowych o znacznej zawartości materiałów strukturalnych. Inne zastosowania to nawóz stały i rośliny energetyczne.
Źródło: [8. LaGrega i inni 1994], [9. UK EA 2001], [10. Babbie Group Ltd 2002], [90. Hogg i inni 2002], [131. Podgrupa bio. 2014]		

### Rodzaje komór fermentacyjnych

Główne rodzaje stosowanych komór fermentacyjnych to:

- komory fermentacyjne pionowe z mieszadłem (zwykle stosowane w instalacjach do fermentacji mokrej);
- komory fermentacyjne (fermentatory) poziome z wolnoobrotowym mieszadłem transportowym wykorzystującym technologię "plug-flow" (stosowane w obiektach do fermentacji suchej);
- komory fermentacyjne typu skrzyniowego lub perkolacyjnego (używane w urządzeniach do suchej fermentacji okresowej).

Systemy mieszania stosowane w komorach fermentacyjnych mogą być następujące:

- mechaniczne za pomocą mieszadeł;
- hydrauliczne, za pomocą pomp, które recyklują substrat;
- pneumatyczne, poprzez recykulację biogazu w komorze fermentacyjnej.

[124. UBA Niemcy 2013]

### Finalizacja

**Sanitacja (higienizacja):** Etap sanitacji można uznać za kompletny podczas procesu fermentacji termofilnej (np. w Niemczech). W innych przypadkach może być wymagany oddzielny etap sanitacji (np. 70°C, jedna godzina). Ponadto sanitacja występuje wtedy, gdy fermentacja termiczna stosowana jest jako obróbka wstępna przed kwasogenezą. [124. UBA Niemcy 2013]

**Dojrzewanie:** W celu doprowadzenia materiału organicznego do pełnej mineralizacji może być konieczny kolejny etap degradacji tlenowej.

Dojrzewanie jest etapem tlenowym (zwanym również postkompostowaniem), który wytwarza kompost, zmniejsza zawartość wody i zapobiega powstawaniu metanu w stałych produktach pofermentacyjnych. Do dojrzewania najlepiej używać skrzynek lub tuneli z systemami napowietrzania wymuszonego. Faza ta trwa od dwóch do sześciu tygodni, w zależności od pożądanego stopnia dojrzewania i wymagań sanitacyjnych. [124. UBA Niemcy 2013]

### **Przetwarzanie biogazu:**

Biogaz jest osuszany i oczyszczany w celu usunięcia siarkowodoru, zanim zostanie wykorzystany jako paliwo (do użytku zewnętrznego lub wewnętrznego). Dwutlenek węgla może być również usuwany w celu przejścia na biometan. Techniki usuwania wody obejmują:

- chłodzenie/kondensację;
- adsorpcję wody na powierzchni środka osuszającego;
- wchłanianie wody przez sole glikolowe lub higroskopijne.

Techniki usuwania H<sub>2</sub>S obejmują:

- wytrącanie przez dodanie jonów żelaza, FeCl<sub>2</sub>, FeCl<sub>3</sub> lub FeSO<sub>4</sub> w fermentatorze; osadzony siarczek żelaza może być następnie usunięty wraz z produktem pofermentacyjnym;
- wytrącanie w komorze fermentacyjnej poprzez kontrolowane dodawanie tlenu;
- adsorpcję chemiczną za pomocą wodorotlenku sodu lub tlenku żelaza lub adsorpcję z użyciem węgla aktywnego;
- płuczkę biogazu;

- zewnętrzne (tj. poza zbiornikiem fermentacyjnym) odsiarczanie biologiczne lub chemiczne.

Techniki usuwania CO<sub>2</sub> obejmują:

- adsorpcję zmiennociśnieniową (PSA), tzn. adsorpcję przy użyciu węgla aktywnego lub zeolitu pod podwyższonym ciśnieniem;
- płukanie wodą;
- płukanie rozpuszczalnikami organicznymi, np. glikolem polietylenowym;
- płukanie chemiczne, np. roztworami aminowymi;
- filtrację membranową;
- kondensację kriogeniczną.

Tabela 4.18 zawiera orientacyjny przegląd wymagań dotyczących przetwarzania biogazu w odniesieniu do zamierzonego zastosowania.

**Tabela 4.18: Orientacyjny przegląd wymogów dotyczących przetwarzania biogazu w odniesieniu do zamierzonego zastosowania**

Zastosowanie	H <sub>2</sub> S	Usuwanie CO <sub>2</sub> (ulepszenie)	Usuwanie H <sub>2</sub> O
Grzejnik gazowy (kocioł)	< 1 000 ppm	Nie	Nie
Piec kuchenny	Tak	Nie	Nie
Silnik stacjonarny (CHP)	< 500 ppm	Nie	Osuszenie
Paliwo do pojazdów	Tak	Tak	Tak
Sieć gazu ziemnego	Tak	Tak	Tak
Źródło: <a href="#">[132. UK EA 2013]</a>			

Zgodnie z zebranymi danymi, wszystkie zakłady fermentacji beztlenowej, z wyjątkiem jednego, zgłosiły, że posiadają etap wstępnej obróbki biogazu. Stosowane są głównie techniki:

- Filtracja z użyciem węgla aktywnego;
- wytrącanie siarczków;
- płuczka gazowa mokra.

Biogaz jest wykorzystywany do kogeneracji (silniki tłokowe, turbiny) w 21 zakładach, w kotłach w 4 zakładach, a 2 zakłady wzbogacają biogaz do wykorzystania w pojazdach.

W tabeli 4.19 podsumowano zastosowane techniki oraz utylizację biogazu w beztlenowych instalacjach fermentacyjnych.

Tabela 4.19: Przetwarzanie wstępne oraz utylizacja biogazu

Numer zakładu	Przetwarzanie wstępne biogazu	Utylizacja biogazu
20	Brak informacji	Kogeneracja
71	Wytrącanie siarczków	Kogeneracja
72	Wytrącanie siarczków, usuwanie wody, kompresja.	Kogeneracja
111	Płukanie wodą	Podgrzewanie
113	Usuwanie wody	Kogeneracja
131	Wytrącanie siarczków, usuwanie wody	Kogeneracja, zasilanie
132	Filtr z węglem aktywnym, kompresja, usuwanie wody	Kogeneracja
251	Usuwanie wody	Kogeneracja
255	Filtr z węglem aktywnym	Kogeneracja
256	Wytrącanie siarczków, filtry z węglem aktywnym, kompresja, usuwanie wody	Kogeneracja
259	Filtr z węglem aktywnym	Zasilanie
265	Filtr z węglem aktywnym	Kogeneracja
268	Usuwanie wody, wytrącanie siarczków, filtry z węglem aktywnym	Kogeneracja
319	Usuwanie wody	Kogeneracja
339	Filtr z węglem aktywnym	Kogeneracja
341	Płukanie wodą	Kogeneracja
377	Usuwanie wody, kompresja, filtr z węglem aktywnym	Kogeneracja
382	Płukanie wodą	Kogeneracja
459	Wytrącanie siarczków, usuwanie wody	Kogeneracja, podgrzewanie
484	Usuwanie CO <sub>2</sub>	Przeznaczenie gazu jako paliwa dla pojazdów
485	Usuwanie CO <sub>2</sub>	Przeznaczenie gazu jako paliwa dla pojazdów
526	Dozowanie żelaza	Kogeneracja
528	Dozowanie żelaza	Kogeneracja
529	Dozowanie żelaza	Kogeneracja
534	Wytrącanie siarczków	Zasilanie
541	Wytrącanie siarczków, filtr z węglem aktywnym, kompresja	Zasilanie
592	Kompresja	Zasilanie
638	Kompresja	Kogeneracja

Fermentacja beztlenowa jest powszechnie stosowanym sposobem przetwarzania szerokiego zakresu odpadów ulegających biodegradacji (substratów) we wszystkich państwach członkowskich UE. Materiał wsadowy oraz stosowane procesy i techniki mogą się znacznie różnić w poszczególnych państwach członkowskich ze względu na różne wymogi prawne i sytuacje lokalne. Odzysk energii i nawozów z bioodpadów, w tym z osadów ściekowych i frakcji organicznej zmieszanych odpadów z gospodarstw domowych, stało się bardzo atrakcyjne dzięki prawodawstwu europejskiemu (dyrektywa ramowa w sprawie odpadów 2008/98/WE, dyrektywa w sprawie składowania odpadów 1999/31/WE, dyrektywa w sprawie energii odnawialnej 2009/28/WE, rozporządzenie w sprawie produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego 1069/2009/WE itp.)

Zakłady z listy referencyjnej stosujące przetwarzanie beztlenowe to: 020, 071, 072, 097, 111, 113, 131, 132, 251, 255, 256, 259, 265, 268, 319, 339, 341, 349, 377, 382, 415, 459, 484, 485, 526, 528, 529, 534, 541, 592, 638.

#### Literatura źródłowa

[49. Podgrupa bio. 2014], [124. UBA Niemcy 2013], [127. Umweltbundesamt (AT) 2015] [132. UK EA 2013]

### 4.3.1.1 Innowacyjne procesy

#### 4.3.1.1.1 Przekształcanie odpadów organicznych w karboksylany, kwasy karboksylowe lub polimery poprzez fermentację z kulturami mieszanymi

##### Cel

Celem jest przetwarzanie odpadów organicznych na karboksylany o krótkim łańcuchu, kwasy karboksylowe (np. kwas mlekowy) lub polimery (np. polihydroksyalkaniany (PHA)).

##### Zasada działania

Surowce odpadów przemysłowych, komunalnych lub rolniczych zawierające substancje organiczne przetwarzane są w drodze hydrolizy i pierwotnej fermentacji z czystymi lub zdefiniowanymi/nie zdefiniowanymi kulturami mieszanymi na karboksylany o krótkim łańcuchu (np. octan, propionian, mleczan, n-maślan) służące jako surowce pośrednie do produkcji chemikaliów. Procesy te przebiegają w warunkach tlenowych lub beztlenowych w celu optymalizacji konwersji. Poprzez wtórne reakcje fermentacyjne lub chemiczną obróbkę wtórną można wytworzyć szereg substancji chemicznych, takich jak estry, alkohole i alkany. Produkty te są alternatywą dla zwykłego produktu metanogenezy - metanu.

Ostatnio proces fermentacji beztlenowej, która prowadzi do powstawania kwasów i polimerów, zamiast biogazu i odpadu przefermentowanego, stał się korzystny, z pewnymi próbami podniesienia go do poziomu przemysłowego [207. Korkakaki i inni 2016]. Najpowszechniejszymi produktami końcowymi wytwarzanymi obecnie tą drogą w UE są wysokowartościowe poliestry z rodziny polihydroksyalkanianów (PHA), z najbardziej rozpowszechnionym reprezentatywnym polihydroksymaślanem (PHB).

Proces przebiega według tych samych początkowych etapów, co procedura produkcji biogazu/produktu pofermentacyjnego, hydrolizy i kwasogenezy, ale następnie odchodzi od acetogenezy do produkcji polihydroksyalkanianów (PHA) z lotnych kwasów tłuszczowych poprzez mieszane kultury drobnoustrojów. Ostatnim etapem jest ekstrakcja PHA produkowanego wewnątrzkomórkowo z komórek mikroorganizmów poprzez rozbijanie komórek i/lub rozpuszczanie PHA w rozpuszczalnikach organicznych oraz oczyszczanie go do wymaganego poziomu. Pozostałości odpadów organicznych, pozostałe po ekstrakcji PHA, mogą być przesyłane do fermentacji beztlenowej w celu odzyskania energii lub składników biogennych.

Ulepszenia w zakresie beztlenowego przetwarzania odpadów pozwalają zmniejszyć ilość odpadów do usunięcia oraz odzyskać użyteczne materiały.

##### Strumienie wyjściowe

Najprostszą i najczęstszą postacią polihydroksyalkanianów (PHA) występujących w produkcji fermentacyjnej jest polibeta-hydroksymaślan (poli-3-hydroksymaślan (P3HB)), składający się z kilku tysięcy do pół miliona monomerów hydroksykwasów tłuszczowych.

Mikrobiologiczny PHA posiada pewne unikalne cechy polimeru, takie jak biodegradowalność, możliwość rozwoju nowych właściwości oraz niskie koszty energii i surowców w procesie produkcji. Jako produkty nadające się do szerokiego zastosowania w sektorze chemii przemysłowej, PHA i pokrewne tworzywa sztuczne pochodzenia biologicznego mają wyższą wartość niż kompost i energia.

##### Użytkownicy

Z doniesień wynika, że kilka zakładów pilotażowych działa już w różnych krajach, w tym we Włoszech, Szwecji, Niderlandach, Belgii i Portugalii.

Jeden zakład pokazowy działa w Rovereto w Trydencie we Włoszech i wytwarza PHA z określonej frakcji stałych odpadów komunalnych - pieluch oraz podpasek i ręczników, zwanych ogólnie "chłonnymi produktami higienicznymi" (AHP).

##### Literatura źródłowa

---

[133. Korkakaki i inni 2016], [134. López-Garzón i inni 2014], [135. Lee i inni 2014], [136. Torrijos i inni 2014]

#### 4.3.1.1.2 Produkcja bioetanolu

##### Cel

Produkcja bioetanolu z wykorzystaniem bioodpadów domowych i przemysłowych jako surowca.

##### Zasada działania

Technologia obejmuje następujące etapy:

- wstępne przetwarzanie bioodpadów, w tym rozdrabnianie materiału wsadowego oraz oddzielanie bioodpadów od materiałów opakowaniowych;
- podgrzewanie bioodpadów z dodatkiem wody i enzymów;
- fermentacja;
- suszenie oraz oddzielanie materiału stałego;
- destylacja aż do uzyskania 85 % etanolu.

Zakład produkcyjny może być zbudowany w pobliżu źródeł odpowiednich surowców fermentacyjnych w celu zminimalizowania kosztów transportu. Proces jest samowystarczalny pod względem energetycznym. Połączenie produkcji biogazu z produkcją etanolu odpadowego umożliwia wysokie spożycie energii zawartej w surowcu.

##### Strumienie wyjściowe

Produkty tego procesu to bioetanol, organiczny kondycjoner glebowy, płynny nawóz, ciepło odnawialne oraz energia elektryczna. W procesie tym powstają również oczyszczone ścieki. Bioetanol, w innym zakładzie, jest koncentrowany do 99,7 % etanolu i wykorzystywany jako składnik biologiczny w paliwach dla pojazdów silnikowych zawierających etanol (E5, E10 lub E85).

##### Użytkownicy

Technika ta jest obecnie stosowana w jednym zakładzie w Finlandii (zakład 113).

##### Literatura źródłowa

[137. Norden 2012]

#### 4.3.1.1.3 Oddzielanie i recykulacja suchej masy w zakładach AD

##### Cel

Separacja i recykulacja suchej masy w zakładach przetwarzania beztlenowego (AD).

##### Zasada działania

Proces ten jest techniką fizycznego oddzielania cząstek stałych w cieczy z flotacją. Do cieczy zawierającej cząstki dodaje się gaz w bardzo drobnych mikropęcherzykach (5-50 µm). Pęcherzyki są formowane w specjalnej pompie i systemie dysz, które uwalniają pęcherzyki do cieczy zawierającej cząsteczki. Mikropęcherzyki przyklejają się do cząstek przenosząc je na powierzchnię, z której są zbierane. Dysze są regulowane i samooczyszczające się.

Proces odbywa się w warunkach beztlenowych i dlatego gaz nie zawiera tlenu, lecz metan lub mieszaninę metanu i dwutlenku węgla.

Proces optymalizuje i zwiększa produkcję biogazu, ponieważ częściowo sfermentowana substancja jest ponownie wprowadzana do reaktora biogazu, co ma pozytywny wpływ na środowisko naturalne.

##### Użytkownicy

Projekty pilotażowe realizowane są w duńskich biogazowniach komercyjnych.

##### źródłowa

[138. EPA Dania 2014]

### 4.3.1.1.4 Wstępna obróbka substratów biomasy w celu poprawy przetwarzania beztlenowego

#### Cel

W celu zwiększenia produkcji biogazu w zakładach AD oraz usuwania azotu z bogatej w azot biomasy stosuje się kombinację procesów wstępnego przetwarzania substratów biomasy.

#### Zasada działania

Rekalkantne substraty biomasy o niskim potencjale metanowym i wysokiej zawartości lignocelulozy, jak:

- obornik (głęboka ściółka, ściółka od kurczaków);
- pozostałości rolnicze składające się z wysokiej frakcji włókien (w zakresie 5-80% suchej masy);
- wstępnie przefermentowana i odwodniona biomasa, przed wprowadzeniem do reaktora biogazu, jest przetwarzana poprzez połączenie obróbki mechanicznej (separacja plus ultradźwięki), termicznej, chemicznej (utlenianie na mokro, stabilizacja wapnem, stabilizacja termiczna za pomocą pary w zbiorniku ciśnieniowym) i enzymatycznej.

Takie wstępne przetwarzanie ma pozytywny wpływ na zdolność do rozkładu biomasy bogatej w włókna, przy wzroście wydajności metanu o 10-45%.

Ponadto azot może być usuwany z przetwarzanej biomasy poprzez uwalnianie pary z szybkowaru oraz późniejsze usuwanie azotu z pary. Całkowita zawartość azotu w bogatych w azot biomasach, takich jak ściółka dla kurcząt, może zostać zmniejszona o ponad 75 %, umożliwiając w ten sposób ich przetwarzanie bez większych ilości wody lub konieczności rozcieńczania innymi biomasami.

#### Strumienie wyjściowe

Biogaz.

#### Użytkownicy

Pierwsza pełnowymiarowa biogazownia ze zbiornikiem ciśnieniowym została oddana do użytku wiosną 2014 r. w Wielkiej Brytanii, a w niedalekiej przyszłości mają powstać kolejne instalacje. Modernizacja skali pilotażowej do pełnej skali mechanicznego przetwarzania wstępnego, po którym następuje enzymatyczna obróbka wstępna, jest już w toku w wytwórni biogazu w Hiszpanii.

#### Literatura źródłowa

[138. EPA Dania 2014], [139. Xergi 2017], [140. Uellendahl i inimi 2013],

## 4.3.2 Aktualne poziomy emisji oraz zużycia

### 4.3.2.1 Emisje do atmosfery

[42. WT TWG 2014]

Sam proces AD jest zamknięty, ale emisje do atmosfery, w tym emisje odorów, mogą wystąpić na przykład z:

- postępowania z odpadami wejściowymi;
- przeniesienia do i z komory fermentacyjnej;
- magazynowania na otwartym powietrzu;
- segregacji, obróbki wstępnej i mieszania odpadów (np. z produktem pofermentacyjnym);
- otwartych reaktorów lub zbiorników;
- kondycjonowania produktu pofermentacyjnego;
- oczyszczania i kondycjonowania biogazu;
- przetwarzania końcowego.

---

Główna emisja gazowa (metan) jest pożądanym produktem procesu AD, który, stosowany jako źródło energii odnawialnej, maksymalizuje zyski oraz zmniejsza emisję gazów cieplarnianych.

Emisja ulotna (niezorganizowana) biogazu może jednak powstać w wyniku działania nadmiarowych zaworów ciśnieniowych, z słabo uszczelnionych syfonów wodnych, obsługi kondensatu oraz wycieku metanu ze zbiornika biogazu. Może to prowadzić do powstania szeregu zagrożeń, w tym ryzyka pożaru lub wybuchu, jak również toksyczności ze strony gazów zanieczyszczających, takich jak  $H_2S$ .  $H_2S$ , związki azotu czy merkaptany obecne w biogazie mogą być również bardzo uciążliwe. Oznacza to konieczność rozważenia różnych przepisów, takich jak przepisy dotyczące użytkowania urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w przestrzeniach zagrożonych wybuchem (dyrektywa 94/9/WE), które nie zostały opisane w niniejszym dokumencie.

W tabeli 4.20 podsumowano parametry mierzone w odniesieniu do emisji do atmosfery dla zakładów AD oraz odpowiadające im poziomy zanieczyszczeń (średnia pomiarów okresowych z trzech lat referencyjnych). Rozróżnia się dwa typy instalacji: po pierwsze, wykonujących wyłącznie fermentację beztlenową oraz wykonujących również przetwarzanie tlenowe, a po drugie, wytwarzające emisje inne niż pochodzące ze spalania biogazu (hala odbiorcza, sortownia, mechaniczna obróbka wstępna itp.) oraz wytwarzające emisje z urządzeń do spalania biogazu (silniki, elektrociepłownie). Tabelę tę należy odczytywać razem z tabelą 4.21, która zawiera informacje na temat zastosowanych technik redukcji emisji oraz źródła emisji zorganizowanych do atmosfery.

Większość pomiarów dotyczy emisji pochodzących ze spalania biogazu (SOX, NOX, CO). Ponieważ emisje pochodzące ze spalania biogazu nie są objęte zakresem niniejszego dokumentu, podane wartości podano jedynie w celach informacyjnych.

Najczęściej monitorowane parametry emisji z biologicznych etapów procesu (tj. bez uwzględnienia spalania biogazu) to  $NH_3$ , NMVOC oraz odory.



Tabela 4.20: Emisje do atmosfery z fermentacji beztlenowej (AD)

Mierzone zanieczyszczenie	Rodzaj pomiaru	Uwzględnione zakłady		Zakresy (mg/Nm <sup>3</sup> z wyjątkiem przepływu i odoru)			
		Tylko AD	AD + p.tlenowe	Tylko AD		AD + p.tlenowe	
				Z przetwarzania biologicznego	Z spalania biogazu	Z przetwarzania biologicznego	Z spalania biogazu
Przepływ (Nm <sup>3</sup> /h)	Ciągły	71, 592 <sup>(1)</sup>	255, 256	57 000	NI	16 000– 53 000	NI
	Okresowy	72, 111, 131, 132, 484, 485, 528, 529, 534, 541, 592	251, 341, 377, 382, 459	480–90 000	25.8– 48 600	12 000– 99 500	500– 8900
Pył	Okresowy	72, 113, 131, 132, 529	255, 341, 349, 377, 382	NI	0.21–21	0.3 – 2.1	0.1–4.3
SO <sub>x</sub>	Okresowy	132, 528, 529, 534, 541, 592	341, 377, 459	NA	0.7–436	NA	0.5–114
NO <sub>x</sub>	Okresowy	72, 113, 131, 132, 534, 541, 528, 529, 592	341, 377, 382, 459	NA	60–822	NA	236– 444
CO	Okresowy	72, 131, 132, 528, 529, 534, 541, 592	341, 377, 382, 459	NA	0.7– 1816	NA	39–655
HCl	Okresowy	NI	341, 377, 382	NA	NA	NA	0–3.3

HF	Okresowy	NI	341, 377, 382	NA	NA	NA	0–0.5
H <sub>2</sub> S	Okresowy	485, 528, 541, 592	251, 349, 377, 382 <sup>(2)</sup> , 459	NI	0.14– 0.75	0.0007–1.15	NI
NH <sub>3</sub>	Okresowy	111, 339, 415, 485	256, 341, 349, 377, 382 <sup>(2)</sup> , 459	0.46–83	NA	0.3–265	NA
CH <sub>4</sub>	Okresowy	111, 131, 484, 485	NI	0–895	0.004– 681	NI	NI
Całkowite LZO	Okresowy	131, 528, 529, 534, 541, 592	349, 382 <sup>(2)</sup>	NI	599– 2900	0.4	NI
NMLZO	Okresowy	113 <sup>(3)</sup> , 131, 132, 528, 529, 534, 541, 592	349, 377, 382	NI	0.6–93	NI	17–134
OWO	Okresowy	485 <sup>(4)</sup>	377, 459	NI	NI	0.2–16	654
Odory (OU <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> )	Okresowy	111, 113, 339, 415, 485, 528, 592	20, 251, 255, 268, 339, 349, 377, 382 <sup>(2)</sup> , 459	0–12 967	7190 <sup>(5)</sup>	85–1500	NI
<p>(1) Brak wskazania przepływu.  (2) Emisje z biofiltrów zgłoszone jako emisje rozproszone.  (3) Wartość szacunkowa: 2 tony/rok na podstawie obliczeń bilansu masy.  (4) Wartości podane w ppm.  (5) Emisje odorów z jednostki wzbogacania biogazu.</p> <p>Uwaga: W przypadku pomiarów okresowych wartości są wartościami średnimi z trzech lat referencyjnych. NI = Brak danych. NA = Nie dotyczy.</p>							

Pochodzenie emisji zorganizowanych do atmosfery oraz technik ich ograniczania podano w tabeli 4.21. Stosowane metody obejmują głównie biofiltrację oraz skrubery.

Tabela 4.21: Fermentacja beztlenowa - techniki redukcji oraz źródła emisji zorganizowanych do atmosfery

Numer zakładu	Techniki redukcji emisji do atmosfery	Źródło emisji zorganizowanych	Rodzaj biologicznego przetwarzania	Rodzaj procesu beztlenowego (mezofilny/termofilny)
20	NI	Proces biologiczny	AD + tlenowe zewnętrzne	Mezofilny
71	System płuczek kwaśnych - biofiltr	Wstępne przetwarzanie mechaniczne + AD	Tylko AD	Mezofilny
72	NA	Po spalaniu (regeneracyjny dopalacz termiczny)	Tylko AD	Mezofilny
97	Biofiltracja	Cały zakład, biofiltr	AD + tlenowe zewnętrzne	NI
111	Główny system płuczek - biofiltr	Powietrze wyciągowe z procesów i budynków	Tylko AD	Mezofilny
113	NI	CHP, kocioł opalany paliwem stałym	AD i PCT (hydroliza, odparowanie, destylacja do produkcji bioetanolu)	Mezofilny
131	NA	Spalanie biogazu (silnik tłokowy), spalanie w pochodniach	Tylko AD	Mezofilny
132	NI	Spalanie biogazu (CHP) Spalanie w pochodniach Biofiltr	Tylko AD	Mezofilny
251	System płuczek kwaśnych, biofiltracja, spalanie w pochodniach	Cały zakład, biofiltr	AD + tlenowe zewnętrzne	Termofilny
255	Biofiltracja, płukanie na mokro	Cały zakład, biofiltr	AD + tlenowe pod dachem	Termofilny
256	Biofiltracja	Proces biologiczny	AD + tlenowe pod dachem	Mezofilny
259	NI	NI	AD + tlenowe pod dachem	Termofilny
265	Biofiltracja	Hala odbioru + proces	Tylko AD	Mezofilny
268	Biofiltracja, płukanie na mokro	Działy zakładu pod dachem, zbiorniki odpadów pofermentacyjnych, biofiltr	AD + tlenowe pod dachem	Termofilny
319	NI	Brak pomierzonych emisji do atmosfery	Tylko AD	Mezofilny
339	Biofiltracja	Najczęstsze czynności, homogenizator	Tylko AD	Mezofilny
341	Biofiltracja	Najczęstsze czynności, przesiewacz obrotowy, 2 biofiltry, spalanie biogazu, CHP, spalanie w pochodniach	AD + tlenowe pod dachem	Termofilny

349	Biofiltracja	Fermentacja beztlenowa, a następnie kompostowanie odpadów pofermentacyjnych	AD + tlenowe pod dachem	Mezofilny
377	Pluczka kwaśna, płukanie na mokro, biofiltracja	Fermentacja beztlenowa, a następnie kompostowanie odpadów pofermentacyjnych, 4 biofiltry, spalanie biogazu, 2 instalacje CHP	AD + tlenowe pod dachem	Mezofilny
382	Biofiltracja	Proces biologiczny, 4 biofiltry, spalanie biogazu, 3 instalacje CHP	AD + tlenowe pod dachem	Termofilny
415	Biofiltracja	Przechwytywanie powietrza u źródła	Tylko AD	Mezofilny
459	Usuwanie siarczków w komorze fermentacyjnej, płukanie na mokro, biofiltracja, wymuszone napowietrzanie, zraszanie wodą	Spalanie biogazu (silnik tłokowy), budynki zamknięte, magazynowanie przyjętych odpadów, etapy procesu sortowania	AD + tlenowe pod dachem	Mezofilny
484	Biofiltracja, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Hala odbioru odpadów, zbiornik buforowy odbiorczy i zbiornik buforowy substratu, zbiorniki sanitarne, modernizacja instalacji biogazu	Tylko AD	Termofilny
485	System filtrów workowo/tkaninowych, biofiltracja, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Zbiorniki buforowe, hala odbioru odpadów, budynki zamknięte, modernizacja instalacji biogazu	Tylko AD	Termofilny
526	Biofiltracja, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Najczęstsze czynności + proces biologiczny	Tylko AD	Mezofilny
528	Biofiltracja, spalanie w pochodniach, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Proces biologiczny, spalanie biogazu, 2 instalacje CHP	Tylko AD	Mezofilny
529	Biofiltracja, spalanie w pochodniach	Proces biologiczny, spalanie biogazu, 3 instalacje CHP	Tylko AD	Mezofilny
534	NA	Spalanie biogazu, instalacja CHP	Tylko AD	Mezofilny
541	Biofiltracja, spalanie w pochodniach	Spalanie biogazu, instalacja CHP	Tylko AD	Mezofilny
592	Biofiltracja	Proces biologiczny, zespół biofiltrów, spalanie biogazu, 2 instalacje CHP, spalanie w pochodniach	Tylko AD	Mezofilny
638	NI	NI	Tylko AD	Mezofilny
Uwaga: NI = Brak danych. NA = Nie dotyczy.				

### 4.3.2.2 Emisje do wody oraz zużycie wody

[42. WT TWG 2014]

#### 4.3.2.2.1 Emisje do wody

Chociaż systemy beztlenowe mogą być eksploatowane etapami w celu zmniejszenia całkowitego ChZT w ściekach oczyszczonych, są one zazwyczaj wykorzystywane do wydajnej produkcji metanu, a zatem ścieki oczyszczone są bardziej skoncentrowane niż te pochodzące z systemów tlenowych. W samym procesie AD nie ma nadwyżki wody, jednak podczas magazynowania, obróbki wstępnej i wtórnej oraz działań ubocznych (takich jak czyszczenie lub kondensacje z biogazu) może to być ważne. Woda odpływowa może być zbierana i wykorzystywana w procesie AD lub w kompostowniach.

Ilość wytwarzanych odpadów lub nadwyżki wody zależy od szeregu czynników (stopnia biodegradacji, wilgotności odpadów wejściowych, stopnia recyrkulacji wody technologicznej, sposobu wykorzystania odpadu pofermentacyjnego - w niektórych przypadkach jest on bezpośrednio stosowany na gruntach jako gnojowica - oraz stopnia wykorzystania pary wodnej do ogrzewania biomasy). Większość procesów ma na celu wydobycie nadwyżki wody z odpadu pofermentacyjnego przed biodegradacją tlenową pozostałej biomasy. W tabeli 4.22 podsumowano rodzaje emisji do wody dokonane przez zakłady przeprowadzające fermentację beztlenową oraz odpowiadające im poziomy. Kontrolowane parametry to głównie pH, TSS, ChZT, N całkowity i BZT5. Tabela 4.23 pokazuje, że około jedna trzecia zakładów, które uczestniczyły w gromadzeniu danych, nie zgłosiła emisji do wody, a w przypadku emisji są one kierowane głównie do kanalizacji lub oczyszczalni ścieków poza terenem zakładu.

Tabela 4.22: Emisje do wody z fermentacji beztlenowej

Mierzone zanieczyszczenie	Rodzaj monitoringu	Uwzględnione zakłady	Zakres (mg/l z wyjątkiem przepływu, pH i konduktywności)
Przepływ (m <sup>3</sup> /h)	Ciągły	20, 71, 111, 255, 382	1.25–470
	Oszacowany	341	1.3
pH	Ciągły	111	Średnia godzinna: 7–7.3 Średnia miesięczna: 7.8–7.9
	Próbka zbiorcza	382	7.95
	Próbka chwilowa	20, 71, 113, 132, 341	7.1–7.2
TSS	24-godzinny przepływ – proporcjonalna próbka zbiorcza	111	Średnia krótkoterminowa: 300–1 200
	Próbka zbiorcza	382	1924
	Próbka chwilowa	71, 113, 132, 341, 592	< 415
BZT <sub>5</sub>	24-godzinny przepływ – proporcjonalna próbka zbiorcza	111	Średnia dobową: 70–370
	Próbka zbiorcza	341, 382	1.5–1538
	Próbka chwilowa	20, 71, 132, 592	102–208
ChZT	24-godzinny przepływ – proporcjonalna próbka zbiorcza	111	Średnia dobową: 620–2 900
	Próbka zbiorcza	341, 382	9–3 274
	Próbka chwilowa	20, 71, 113, 132, 349	30–2 928
OWO	Próbka chwilowa	132	NI
THC	Próbka zbiorcza	382	53
Cl <sup>-</sup>	Próbka zbiorcza	341, 382	10.5–537
F <sup>-</sup>	Próbka chwilowa	341	0.009
S <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Próbka zbiorcza	382	0
	Próbka chwilowa	341	0.095
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Próbka zbiorcza	382	1
	Próbka chwilowa	341	0.085
CN <sup>-</sup>	Próbka zbiorcza	382	0.2
Siarczany	Próbka zbiorcza	382	12
	Próbka chwilowa	71, 113, 341	12–321
Azot ogólny	24-godzinny przepływ – proporcjonalna próbka zbiorcza	111	Średnia dobową: 130–440
	Próbka zbiorcza	382	616
	Próbka chwilowa	20, 71, 113, 341, 592	5.7–432
NO <sub>2</sub> /NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Próbka chwilowa	71, 341	0.25–116
NH <sub>3</sub> -N	24-godzinny przepływ – proporcjonalna próbka zbiorcza	111	Średnia dobową: 40–170
	Próbka zbiorcza	382	578
	Próbka chwilowa	71, 341	0.01–69
Fosfor ogólny	24-godzinny przepływ – proporcjonalna próbka zbiorcza	111	Średnia dobową: 10–14
	Próbka zbiorcza	382	29.7
	Próbka chwilowa	20, 71, 113, 341	0.3–35
Cd	Próbka zbiorcza	382	0
Hg	Próbka zbiorcza	382	0.01
As	Próbka zbiorcza	382	0.004
	Próbka chwilowa	341	< 0.00005
Pb	Próbka zbiorcza	382	1.9
	Próbka chwilowa	341	0.001
Cr	Próbka zbiorcza	382	0.065
	Próbka chwilowa	341	0.002
Cr(VI)	Próbka zbiorcza	382	0
Cu	Próbka zbiorcza	382	0.3
	Próbka chwilowa	341	0.002
Mn	Próbka zbiorcza	382	1.03
	Próbka chwilowa	341	0.04
Ni	Próbka zbiorcza	382	0.35

	Próbka chwilowa	341	0.004
V	Próbka chwilowa	341	0.0002
Zn	Próbka zbiorcza	382	1.4
	Próbka chwilowa	341	0.001
Fe	Próbka zbiorcza	382	20.7
	Próbka chwilowa	341	0.07
Fenole	Próbka zbiorcza	382	2.6
	Próbka chwilowa	341	0.004
BTEX	Próbka zbiorcza	382	0
Surfaktant	Próbka zbiorcza	382	2.9
Toksyczność ( <sup>1</sup> )	Próbka chwilowa	341	0
<p>(<sup>1</sup>) Zgłoszona toksyczność: liczba jednostek wyprodukowanych po 24 godz. - Standard: APAT CNR IRSA 7030 D Man 29 2003.</p> <p>Uwaga: W przypadku gdy metodą pomiaru jest próbka zbiorcza lub próbka chwilowa, wartości w tabeli są średnią z pomiarów z trzech lat referencyjnych.</p> <p>Brak emisji do wody lub brak danych: 71, 72, 97, 255, 256, 265, 268, 319, 339, 459, 526, 528, 529, 534, 592, 638 (zob. tabela 4.23 poniżej).</p> <p>NI = Brak danych.</p>			

Tabela 4.23: Fermentacja beztlenowa - techniki ograniczające oraz źródła emisji do wody

Numer zakładu	Źródło emisji do wody	Stosowana technika	Punkty zrzutu	Fermentacja sucha/mokra	Rodzaj zakładu
20	Proces biologiczny	Nitryfikacja / denitryfikacja	Zrzut pośredni (system kanalizacji miejskiej/gminnej)	Fermentacja mokra	AD + tlenowe zewnętrzne
71	Proces biologiczny	Reaktor wsadowy sekwencji tlenowej (SBR), odparowywanie próżniowe, recykling w trakcie procesu (91 %)	Zrzut pośredni (wspólna oczyszczalnia ścieków poza terenem zakładu)	Fermentacja mokra	Tylko AD
72	Proces biologiczny	Recykling w trakcie procesu	Brak zrzutu	NI	Tylko AD
97	Proces biologiczny	Recykling w trakcie procesu	Brak zrzutu	NI	AD + tlenowe pod dachem
111	Wszystkie procesy, jeden rurociąg do odprowadzania ścieków	Aktywne systemy osadów ściekowych, SBR	Zrzut pośredni (system kanalizacji miejskiej/gminnej)	Fermentacja mokra	Tylko AD
113	PCT (hydroliza, odparowanie, destylacja na potrzeby produkcji bioetanolu)	Odparowywanie	Zrzut pośredni (wspólna oczyszczalnia ścieków poza terenem zakładu)	Fermentacja mokra	AD + PCT (hydroliza, odparowanie, destylacja do celów produkcji bioetanolu)
131	Deszczówka	NI	Zrzut pośredni (system kanalizacji miejskiej/gminnej)	Fermentacja mokra	Tylko AD
132	Deszczówka	NI	Bezpośredni zrzut z instalacji oczyszczania ścieków na terenie zakładu do środowiska naturalnego	Fermentacja mokra	Tylko AD
251	Wszystkie procesy	Dekantacja	Zrzut pośredni (system kanalizacji miejskiej/gminnej)	Fermentacja sucha	AD + tlenowe pod dachem
255	Brak uwalniania: wszystkie ścieki (woda do czyszczenia, woda przesiąkająca oraz pochodząca z kondensacji) są ponownie wykorzystywane w procesie	Recykling w trakcie procesu	Brak zrzutu	Fermentacja sucha	AD + tlenowe pod dachem
256	NI	NI	NI	Fermentacja sucha	AD + tlenowe pod dachem
259	Magazynowanie oraz etapy ogólne	NA	Brak zrzutu	Fermentacja sucha	AD + tlenowe pod dachem
265	NI	NI	NI	Fermentacja mokra	Tylko AD
268	NI	NI	NI	Fermentacja sucha	Poniżej progu dyrektywy IED AD & tlenowe pod dachem
319	Brak ścieków	NA	Brak zrzutu	Fermentacja mokra	Tylko AD
339	NA	NA	Brak zrzutu	Fermentacja mokra	Tylko AD
349	Proces biologiczny	NA	Zrzut bezpośredni z instalacji unieszkodliwiania odpadów do środowiska bez przetwarzania	Fermentacja sucha	AD + tlenowe pod dachem
341	Biologiczne przetwarzanie odpadu pofermentacyjnego	Wyrównanie, aktywne systemy osadów ściekowych SBR, odparowywanie	Bezpośredni zrzut z instalacji oczyszczania ścieków na terenie zakładu do środowiska naturalnego	Fermentacja mokra	AD + tlenowe pod dachem
377	Proces biologiczny	NA	Zrzut bezpośredni z instalacji unieszkodliwiania odpadów do środowiska bez przetwarzania	Fermentacja sucha	AD + tlenowe pod dachem



382	Wszystkie procesy. Kompostowanie tlenowe i faza beztlenowa mają oddzielne punkty uwolnienia.	NI	Zrzut pośredni do znajdującej się na terenie zakładu oczyszczalni ścieków	Fermentacja mokra	AD + tlenowe pod dachem
415	Proces rozdrabniania	Zbiornik buforowy	Zrzut pośredni do oczyszczalni ścieków poza terenem zakładu	Fermentacja mokra	Tylko AD
459	NI	Nitryfikacja/denitryfikacja, ultrafiltracja	Brak uwalniania na zewnątrz zakładu	Fermentacja mokra	AD + tlenowe pod dachem
484	Gospodarka ściekami: wszystkie napływające wody, z wyjątkiem ilości używanej jako woda sanitarna, są ponownie wykorzystywane w procesie.	Woda napływająca jest wykorzystywana głównie do mycia ciężarówek/zbiorników po rozładunku obornika i przesyłana do zbiornika substratu. Kondensat z jednostki wzbogacania biogazu jest przesyłany do zbiornika fermentacyjnego.	Woda technologiczna nie jest odprowadzana z zakładu, tylko deszczówka.	Fermentacja mokra	Tylko AD
485	Wszystkie napływające wody, z wyjątkiem ilości używanej jako woda sanitarna, są ponownie wykorzystywane w procesie.	Woda napływająca jest wykorzystywana głównie do mycia ciężarówek/zbiorników po rozładunku obornika i przesyłana do zbiornika substratu. Kondensat z jednostki wzbogacania biogazu jest przesyłany do zbiornika fermentacyjnego.	Woda technologiczna nie jest odprowadzana z zakładu, tylko deszczówka.	Fermentacja mokra	Tylko AD
526	NI	NA	Brak zrzutu	Fermentacja mokra	Tylko AD
528	Gdy zawiera amoniak, zebrana woda jest wykorzystywana w procesie, w przeciwnym razie jest odprowadzana do lokalnej zalewu wodnego. Cała deszczówka jest zbierana i wykorzystywana w procesie.	NA	Brak zrzutu	Fermentacja mokra	Tylko AD
529	Gdy zawiera amoniak, zebrana woda jest wykorzystywana w procesie, w przeciwnym razie jest odprowadzana poza teren zakładu.	NA	NI	Fermentacja mokra	Tylko AD
534	Brak	NA	Brak zrzutu	Fermentacja mokra	Tylko AD
541	Cała potencjalnie zanieczyszczona woda jest zbierana i poddawana recyklingowi w procesie AD lub wysyłana poza teren zakładu w celu przetworzenia.	NA	Brak zrzutu	Fermentacja mokra	Tylko AD
592	Dostępna jest zgoda na zrzut, ale w chwili obecnej nie występują emisje do wody z terenu zakładu.	Beztlenowe biologiczne przetwarzanie ścieków	Brak zrzutu	Fermentacja mokra	Tylko AD
638	NI	NI	NI	Fermentacja mokra	Tylko AD

Uwaga: NI = Brak danych. NA = Nie dotyczy.

#### 4.3.2.2 Zużycie wody

Zgłoszone zużycie wody w zakładach przetwarzania beztlenowego wynosi do około 200 000 m<sup>3</sup>/rok. Zgłoszone średnie zużycie wody na tonę oczyszczonych odpadów wynosi 563 l/t, przy czym zakres ten mieści się w przedziale 6.4-3 100 l/t.

Najniższe jednostkowe wartości zużycia wody odnotowywane były przez zakłady o procesie fermentacji suchej (do 270 l/t przetworzonych odpadów). Woda wykorzystywana jest głównie w procesie, a tylko mała jej ilość wykorzystywana jest do czyszczenia czy też oczyszczania powietrza. Niektóre z zakładów wykorzystują wodę pochodzącą z recyklingu, np. z sąsiedniej oczyszczalni ścieków.

#### 4.3.2.3 Zużycie energii

[\[42. WT TWG 2014\]](#)

Źródłami energii wykorzystywanymi podczas normalnego funkcjonowania fermentacji beztlenowej są energia elektryczna, która może być wytwarzana na miejscu, oraz ciepło, które może być potrzebne do ewentualnego suszenia i/lub procesów grzewczych oraz do ogrzewania budynków. Zgłoszone średnie zużycie energii elektrycznej na tonę przetworzonych odpadów wynosi około 45 kWh, przy zakresie 2-150 kWh/t. Energia elektryczna mogłaby być wytwarzana w samej elektrowni poprzez spalanie biogazu w silniku napędzanym biogazem (sprawność: 35-45 %), ale w większości przypadków jest ona pobierana z sieci.

Poziom zużycia energii (wszystkie rodzaje źródeł energii, tj. energia elektryczna, oleje napędowe, gaz, biogaz) wynosi do 970 kWh/t przetworzonych odpadów.

Niektóre zakłady zgłosiły, że tylko odnawialne źródło energii (biogaz) jest wykorzystywane w procesie fermentacji beztlenowej, albo do ogrzewania komory fermentacyjnej, suszenia odpadu przefermentowanego, czy też do wytwarzania wymaganej energii elektrycznej (CHP).

## 4.4 Mechaniczno-biologiczne przetwarzanie odpadów (MBT)

W tej części opisano tylko niektóre techniki związane z MBT. W razie potrzeby dokonuje się odniesień do powiązanych sekcji mechanicznych i/lub biologicznych.

### 4.4.1 Stosowane procesy oraz techniki

#### Cel

Mechaniczno-biologiczne przetwarzanie odpadów (MBT) jest zazwyczaj zaprojektowane w celu odzyskania materiałów do jednego lub więcej zastosowań oraz stabilizacji frakcji organicznej odpadów resztkowych. Praktyczne zalety zakładów MBT to:

- odzysk materiałów nadających się do recyklingu;
- zmniejszenie ilości odpadów;
- zmniejszenie w odpadach zawartości substancji organicznych wysyłanych do ostatecznego usunięcia (magazynowanie lub spalanie).

Kolejnym celem MBT jest rozdzielenie materiału do dalszego przetwarzania (np. przygotowania stałych paliw odpadowych). Fermentacja biologiczna ma na celu zmniejszenie wagi i zobojętnienie wszelkich biologicznie czynnych materiałów organicznych (zazwyczaj nazywanych "pozostałościami stabilizowanymi"). Typowe wartości łącznej straty wody i materiałów ulegających biodegradacji mogą mieścić się w przedziale od 20 % do 35 %, głównie w zależności od czasu trwania przetwarzania. Dalsze zmniejszenie ilości odpadów kierowanych na składowiska może zostać osiągnięte poprzez mechaniczne rozdzielanie produktów wyjściowych i może być nawet większe niż 60 %.

#### Zasada działania

Zakłady MBT znacznie redukują wilgotność poprzez ekstrakcję, redukcję, odzysk i stabilizację zawartości organicznej w odpadach. Przetwarzanie to obejmuje mechaniczne rozdzielanie odpadów, obróbkę biologiczną (przetwarzanie beztlenowe i/lub tlenowe) frakcji organicznej oraz, w razie potrzeby, dalszą separację mechaniczną.

Biologiczne etapy mechaniczno-biologicznego procesu przetwarzania odpadów resztkowych są w większości identyczne z etapami stosowanymi do kompostowania oraz fermentacji beztlenowej oddzielnie zebranych odpadów organicznych. Jednakże, ze względu na szersze spektrum oraz bardziej niejednorodny materiał wsadowy, MBT ma surowe wymagania dotyczące obróbki mechanicznej oraz niektórych maszyn do obróbki biologicznej. MBT wymaga również większego wysiłku mechanicznego w celu wydobycia znacznej ilości materiału, który nie podlega obróbce biologicznej, na przykład wysokokalorycznej frakcji gruboziarnistej oraz metali żelaznych i nieżelaznych. Tam, gdzie to możliwe, frakcja gruboziarnista poddawana jest dodatkowym procesom przetwarzania i różnicowania. Odpady resztkowe mają również zazwyczaj znacznie większe potencjalne ryzyko powodowania skażeń miejscowych oraz znacznie wyższy poziom zanieczyszczeń niż oddzielnie gromadzone odpady organiczne. [\[141. UBA Niemcy 2013\]](#)

#### Wsad oraz strumienie wyjściowe

Wiele rodzajów odpadów może być przyjmowanych w zakładzie MBT. Materiały rozkładalne i ulegające fermentacji w fazie biologicznej obejmują papier i tekturę, organiczne odpady zielone/kuchenne, część organiczną zawartą w pieluszkach, opakowaniach, tekstyliach, niektórych rodzajach osadów ściekowych itp. Ogólnie, do zakładu trafiają tylko zmieszane, nieposortowane odpady. Jednakże niektóre przepisy europejskie oraz zmiany w procesach przetwarzania wykluczają lub ograniczają niektóre rodzaje odpadów. Niektóre przykłady to odpady niebezpieczne, odpady, których specjalne przetwarzanie jest obowiązkowe ze względu na prawodawstwo WE (np. rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1069/2009 z dnia 21 października 2009 r. określające przepisy sanitarne dotyczące produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego, nieprzeznaczonych do spożycia przez ludzi i uchylające

rozporządzenie (WE) nr 1774/2002 (rozporządzenie o produktach ubocznych pochodzenia zwierzęcego), odpady, w przypadku których obróbka biologiczna nie jest właściwa, oraz odpady powodujące powstrzymanie przetwarzania biologicznego.

Zawartość wilgoci w przyjmowanych odpadach jest bardzo zmienna, ale od odpadów z gospodarstw domowych oczekuje się, że będzie ona wynosić co najmniej 40-50 %.

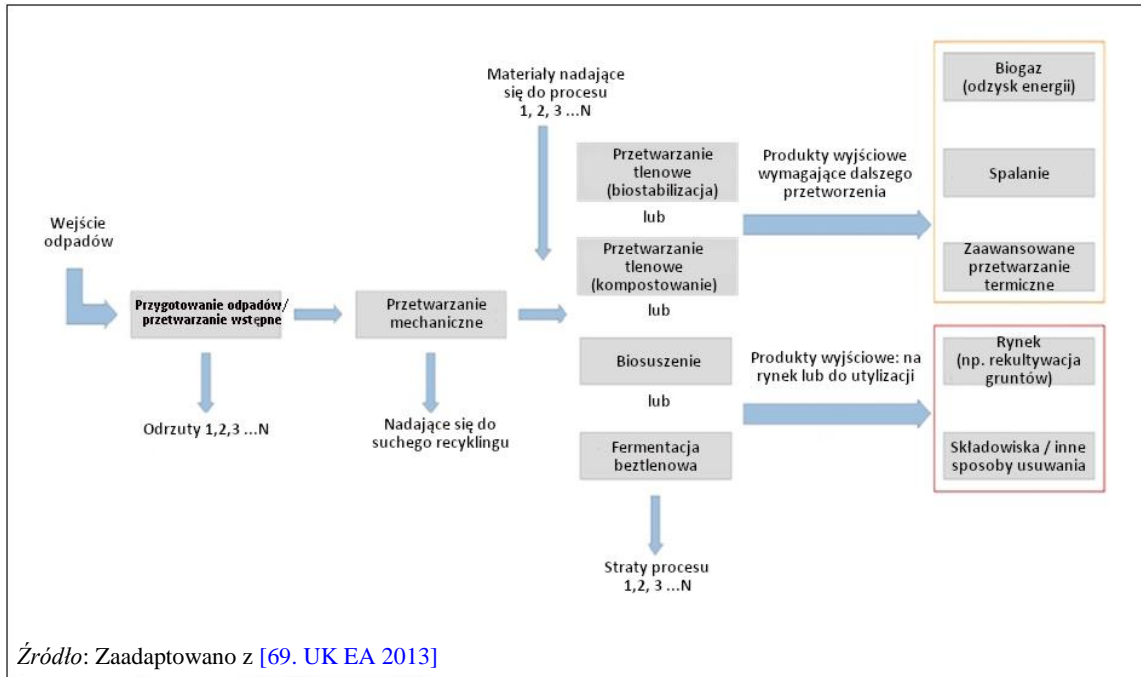
Produkt wyjściowy z instalacji MBT jest znacznie zmniejszony pod względem masy a przy odpowiedniej stabilizacji emisji do atmosfery (np. odoru i metanu) w porównaniu z surowcem nieprzetworzonym można go ograniczyć o około 90-98 % w niż ma to miejsce w przypadku magazynowania. Liczby te są zmiennie i w dużym stopniu zależą od sposobu obliczania redukcji emisji (np. wytwarzanie gazu i aktywność respiracyjna) oraz od poziomu rozkładu/stabilizacji produktu wyjściowego (określonego np. przez zapotrzebowanie na tlen, ogólny węgiel organiczny (OWO), potencjał tworzenia gazu). W niektórych krajach produkt wyjściowy może być ponownie przetworzony lub wykorzystany jako osłona składowiska, jeśli poziom zanieczyszczenia jest wystarczająco niski, lub też może zostać umieszczony na składowisku. Jakość produktu wyjściowego jest ogólnie nie do przyjęcia do powszechnego stosowania ze względu na zanieczyszczenia związane zarówno z zawartością obojętną (szkło, tworzywa sztuczne itp.), jak i z zawartością metali ciężkich pochodzących z innych odpadów wprowadzanych do strumienia (baterie itp.). Inne produkty wyjściowe to frakcje palne oraz materiały nadające się do recyklingu (np. metale, tworzywa sztuczne). Tabela 4.24 przedstawia przegląd produktów wyjściowych z przetwarzania MBT, w zależności od konfiguracji procesu.

**Tabela 4.24: Przegląd produktu wyjściowego w różnych konfiguracjach procesu MBT**

Konfiguracja procesu	Produkt wyjściowy
Biosuszenie tlenowe	Materiały nadające się do recyklingu (różnią się w zależności od konfiguracji, ale zazwyczaj są to metale żelazne i nieżelazne, tworzywa sztuczne)
	RDF lub SRF
	Pyliste materiały nieorganiczne oraz substancje obojętne
Biostabilizacja tlenowa	Materiały nadające się do recyklingu (różnią się w zależności od konfiguracji, ale zazwyczaj są to metale żelazne i nieżelazne, tworzywa sztuczne)
	Tworzywa sztuczne i inne pozostałości nieorganiczne nienadające się do biostabilizacji i produkcji oddzielonej i poddanej przetworzeniu frakcji organicznej
	Oddzielona i poddana obróbce frakcja organiczna lub odpady stabilizowane biologicznie
	Pyliste materiały nieorganiczne oraz substancje obojętne
Biostabilizacja tlenowa wytwarzająca RDF	Materiały nadające się do recyklingu (różnią się w zależności od konfiguracji, ale zazwyczaj są to metale żelazne i nieżelazne, tworzywa sztuczne)
	Materiały nieorganiczne
	Odpady stabilizowane biologicznie nadające się do RDF lub do magazynowania na wysypiskach
	Pyliste materiały nieorganiczne oraz substancje obojętne
Fermentacja beztlenowa	Biogaz
	Produkt pofermentacyjny z możliwością zastosowania jako dodatek RDF o niskiej wartości opałowej (CV) lub dodatek do rekultywacji składowiska odpadów.
	Materiały nadające się do recyklingu (różnią się w zależności od konfiguracji, ale zazwyczaj są to metale żelazne i nieżelazne, tworzywa sztuczne)
	Tworzywa sztuczne i inne pozostałości nieorganiczne nie nadające się do fermentacji beztlenowej
	Pyliste materiały nieorganiczne oraz substancje obojętne

Źródło: [69. UK EA 2013]

Ilustracja 4.5 przedstawia schemat przepływu dla typowego procesu MBT.



**Ilustracja 4.5:** Schemat przepływu materiału w mechaniczno-biologicznym procesie przetwarzania

Miedź i cynk mogą znajdować się w każdej frakcji organicznej, ponieważ są mikroelementami roślinnymi. Inne metale ciężkie będą związane z materiałem wsadowym, z którego pochodzi frakcja organiczna. Ogólnie rzecz biorąc, metale będą zatrzymywane we frakcji stałej.

### Opis procesu

Zakłady MBT są bardzo elastyczne i mogą być budowane modułowo. Na przykład przetwarzanie mechaniczne może być przeprowadzone przed lub po przetworzeniu biologicznym.

#### Przetwarzanie biologiczne

Obróbka biologiczna stosowana w zakładzie MBT to albo przetwarzanie tlenowe (zob. sekcja 4.2), albo fermentacja beztlenowa (zob. sekcja 4.3).

Przetwarzanie mechaniczne (patrz również sekcje 2.3.2.9 oraz 3.3).

Faza przetwarzania mechanicznego obejmuje segregację oraz kondycjonowanie odpadów. Procesy, które mogą wchodzić w grę, to:

- otwieranie worków z odpadami (w razie potrzeby) (np. rozdrabniacze);
- wychwytywanie niepożądanych składników, które mogą utrudniać późniejsze przetwarzanie (np. separatory metali);
- optymalizacja wielkości cząstek w celu ich późniejszego przetworzenia (np. przez sita lub rozdrabniacze);
- segregacja materiałów ulegających biodegradacji w ramach wstępnego przesiewania, tak aby można je było przesłać do procesu przetwarzania biologicznego (np. przez sita);
- segregacja materiałów o wysokiej wartości opałowej, takich jak tekstylia, papier i tworzywa sztuczne, na etapie przesiewania wstępnego, tak aby można je było wykorzystać do produkcji paliwa; segregacja materiałów nadających się do odzysku (np. poprzez separację powietrzem);
- homogenizacja materiałów przeznaczonych do przetwarzania biologicznego.

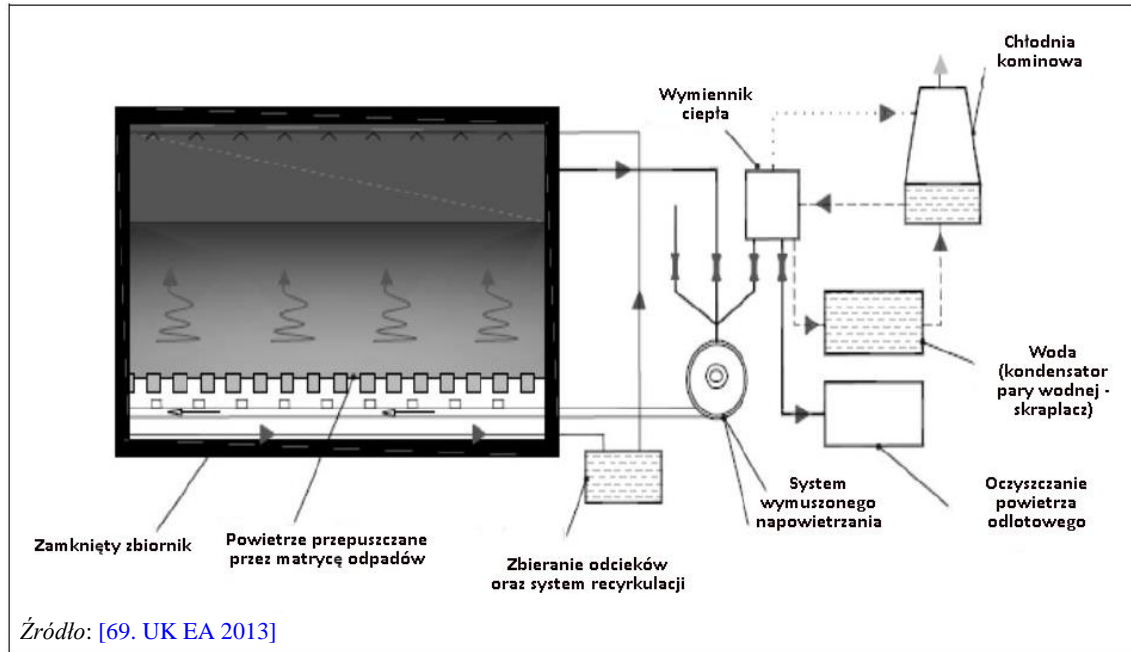
Oprócz tych procesów, zakład może być wyposażony w urządzenia do odzysku metali oraz do ekstrakcji frakcji mineralnych.

Biosuszenie

Typowy reaktor do suszenia biologicznego będzie obejmował serię oddzielnych, zamkniętych

pojemników połączonych z systemem napowietrzania lub dużą halą do biosuszenia, w której partie odpadów są stopniowo przemieszczane za pomocą mechanicznego dźwigu załadunkowego (wędowna hałda). Każdy z używanych pojemników będzie wymagał systemu napowietrzania i zarządzania emisjami w celu osiągnięcia optymalnych warunków suszenia oraz ograniczenia możliwości emisyjnych.

Typowa konfiguracja reaktora do suszenia biologicznego pokazana jest na ilustracji 4.6.



**Ilustracja 4.6:** Schemat procesu suszenia biologicznego (biosuszenia)

Biosuszenie wykorzystuje ciepło uwalniane podczas rozkładu tlenowego łatwo degradowalnego materiału organicznego w celu odprowadzenia wilgoci z hałdy odpadów organicznych w połączeniu z zastosowaniem nadmiernego napowietrzania masy odpadów. Usuwając wilgoć zawartą w odpadach, można wyprodukować materiał RDF.

Utrata wilgoci może być regulowana poprzez natężenie przepływu powietrza, które powinno być zgodne z określonymi profilami temperatury. Wilgotność właściwa powietrza (tj. ilość wody w fazie gazowej) będzie wzrastać wraz z temperaturą. Odparowywanie wody ze stosu odpadów organicznych będzie wzrastać przy zwiększonym przepływie powietrza, prowadząc do znacznych strat energii w postaci ciepła z masy odpadów.

Proces ten spowoduje również zubożenie wartości energetycznej odpadów. Proces suszenia można także przyspieszyć wprowadzając dodatkowe ciepło z palników gazowych lub biogazowych lub ciepło odpadowe z silników gazowych, w przypadku których jednostki AD stanowią opcję przetwarzania kombinowanego.

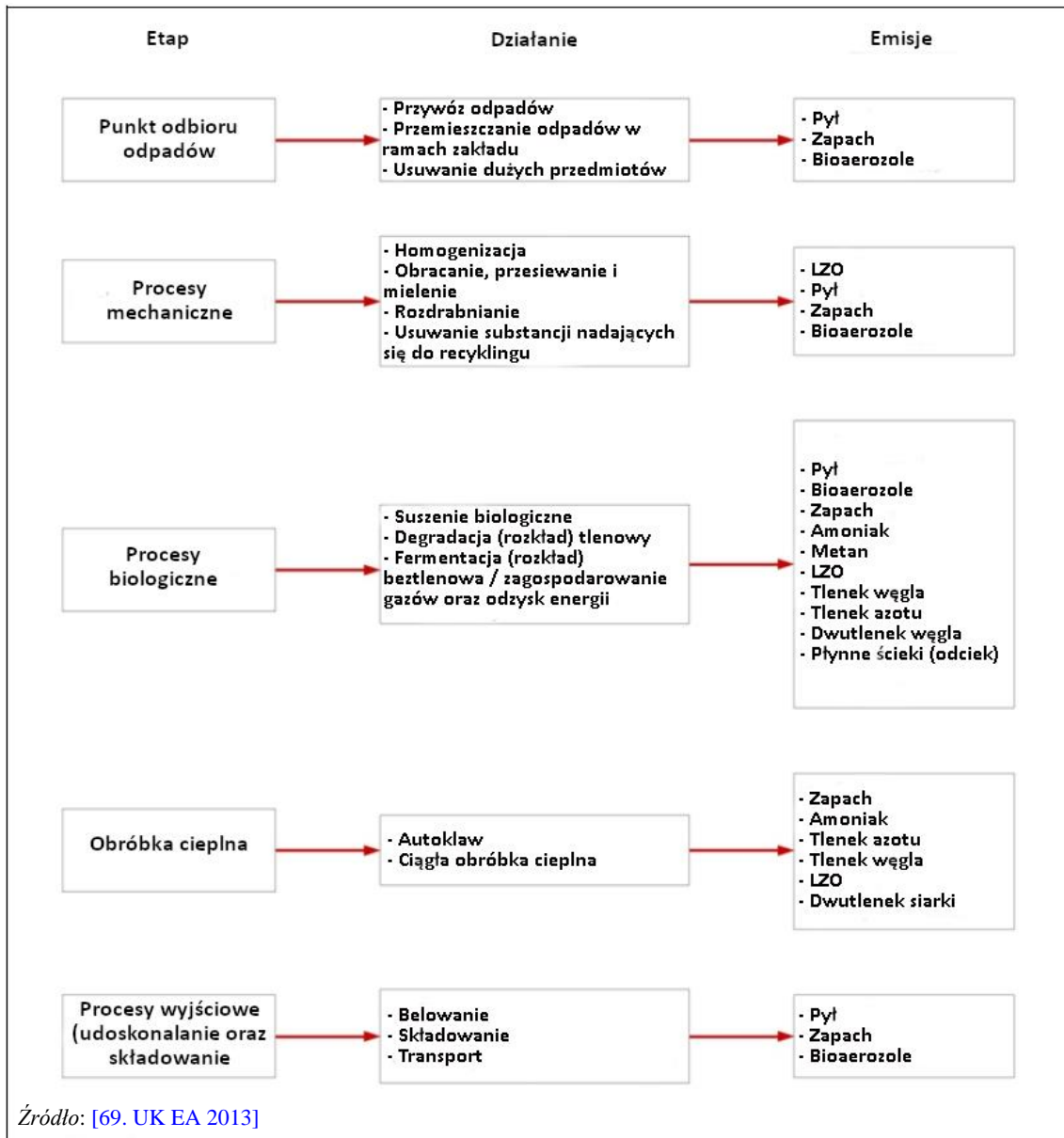
Przetwarzanie gazu i pobór powietrza z obszarów procesowych wymaga szczególnej uwagi, ponieważ strumień powietrza jest silnie kwasowy i zazwyczaj gorący. [69. UK EA 2013]

Autoklaw

Steryliczacja odpadów w autoklawie jest stosowana jako pierwsza faza mieszanego przetwarzania stałych odpadów komunalnych, przed ich mechaniczną separacją. Proces ten zwiększa wydajność mechanicznego sortowania odpadów. Dzięki odwodnieniu frakcja organiczna ulegająca biodegradacji może być całkowicie oddzielona od frakcji nieorganicznych (surowce wtórne, takie jak tworzywa sztuczne, szkło i metale, a także minerały, ceramika itp.). Następnie następuje mechaniczna separacja odpadów, podczas której izolowane są różne frakcje.

Proces autoklawu jest przeprowadzany przy ciśnieniu 2-5 barów i temperaturze 120-150 °C. [21. WT TWG 2016]

Potencjalne emisje z procesów MBT podsumowano na ilustracji 4.7.



Ilustracja 4.7: Potencjalne źródła emisji z procesów MBT

### Użytkownicy

Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne (MBT) jest narzędziem służącym do wstępnego przygotowania odpadów do odzysku, przygotowania odpadów stałych (zazwyczaj komunalnych) do wykorzystania jako paliwo lub poprzedza magazynowanie odpadów. Zakłady z listy referencyjnej stosujące MBT, to: 017, 019, 037, 089, 127, 130, 239, 243, 244, 257, 266, 267, 337, 338, 350, 434, 452, 453, 454, 519, 566, 573, 594, 628.

Autoklaw zgłoszono w jednym zakładzie w Polsce, trzech w Wielkiej Brytanii i jednym w Hiszpanii.

### Literatura źródłowa

[127. Umweltbundesamt (AT) 2015], [142. DEFRA 2013], [143. Bioelektra 2017], [144. Aerothermal 2017], [144. Aerothermal 2017], [145. Orchid Environmental Ltd 2017], [146. Eco Hispanica 2017], [147. EstechUSA 2017].

#### 4.4.1.1 Procesy innowacyjne

##### 4.4.1.1.1 Obróbka wstępna w celu oddzielenia odpadów spożywczych od opakowań

###### Cel

Pakowane odpady spożywcze są rozdzielane na materiały organiczne nadające się do produkcji biogazu i odrzuty do spalania.

###### Zasada działania

Obróbka wstępna oddziela materiał organiczny od opakowania (np. plastik, tekturę i papier, folie lub puszki) poprzez obróbkę mechaniczną w systemie podajników ślimakowych, ubijaków i przewodów tłoczących. Materiał organiczny jest zbierany w przewodach tłoczących za pomocą ślimaków podających materiał organiczny do pojemnika. Odrzucony materiał jest spychany w dół przez ślimak podający i transportowany do innego pojemnika. Obiekt jest wyposażony w systemy spłukiwania do automatycznego czyszczenia przy minimalnym zużyciu wody. Jako środek konserwujący przy oczyszczaniu wodą może być stosowany olej kokosowy.

###### Użytkownicy

Opisana tu wstępna obróbka została przetestowana w duńskich międzygminnych zakładach przetwarzania odpadów na różnych rodzajach odpadów spożywczych pakowanych w różne materiały opakowaniowe. Test obejmował analizy i kontrolę jakości, np. czystości i stopnia sprawności instalacji.

###### Literatura źródłowa

[\[138. EPA Dania 2014\]](#)

##### 4.4.1.1.2 Rozdzielanie substancji ulegających biodegradacji poprzez obróbkę enzymatyczną

###### Cel

Enzymy stosowane są do upłynniania materiału ulegającego biodegradacji w niesortowanych stałych odpadach komunalnych (MSW) i oddzielania go od elementów plastikowych, folii plastikowych i metali, które mogą być odzyskane w postaci frakcji odpadów 2D (folie plastikowe, worki plastikowe itp.) lub 3D (butelki, pojemniki itp.).

###### Zasada działania

Proces jest ciągły, w pełni zautomatyzowany i działa przy ciśnieniu atmosferycznym oraz w temperaturach około 50 °C. Sortowanie odpadów nie jest konieczne przed wprowadzeniem ich do procesu. Etapy procesu są następujące:

- Upłynnienie (skraplanie) odpadów z gospodarstw domowych: enzymy są dodawane do strumienia odpadów w specjalnie zaprojektowanym reaktorze. Ulegająca biodegradacji zawartość niesortowanych odpadów jest upłynniana i oddzielana od nieulegających biodegradacji substancji stałych w celu utworzenia pompowalnych płynnych bioodpadów o wysokim potencjale biometanowym.
- Separacja balistyczna: przetwarzane odpady są rozdzielane na trzy frakcje - ciekłe bioodpady, frakcje stałe 2D i 3D.
- Mycie frakcji 3D: frakcja 3D jest transportowana do bębna myjącego, gdzie pozostałości powierzchniowe są spłukiwane. Zużyta woda płuczająca jest ponownie wprowadzana do obiegu.
- Pierwsze prasowanie frakcji 2D: po separatorze balistycznym frakcja 2D jest transportowana do prasy, gdzie ciecz zawierająca włókna organiczne i pozostałości jest oddzielana od reszty. Ciecz jest następnie mieszana z ciekłym strumieniem bioodpadów.
- Mycie frakcji 2D: frakcja 2D jest myta w celu poprawy stabilności magazynowania i zatrzymania jak największej ilości biomateriału. Zużyta woda jest recykulowana do etapu obróbki wstępnej.
- Drugie prasowanie frakcji 2D: po umyciu następuje drugie prasowanie w celu zwiększenia zawartości suchej masy.



- Kiedy płynne bioodpady opuszczają separator balistyczny, są mieszane z płynnymi bioodpadami z pierwszego prasowania frakcji 2D. Dalsze przetwarzanie zależy od przeznaczenia tych bioodpadów (np. produkcja biogazu).

### Strumienie wyjściowe

- Płynne bioodpady.
- Materiał nadający się do recyklingu (metal, materiał obojętny/nieaktywny taki jak żwir, tworzywa sztuczne).
- Paliwo stałe.

### Użytkownicy

- Zakład demonstracyjny w ARC - Amager Resource Center, Kopenhaga, Dania.
- Zakład w Northwich, Wielka Brytania (zostanie oddany do użytku w 2017 r.).

### Literatura źródłowa

[138. EPA Dania 2014], [148. Dong Energy 2017]

## 4.4.2 Aktualne poziomy emisji oraz zużycia

[42. WT TWG 2014]

W przeciwieństwie do kompostowni przetwarzających odpady zielone i selektywnie zbierane bioodpady, materiał przetwarzany w instalacjach MBT może wykazywać szeroki zakres emisji, ponieważ może zawierać odpady komunalne. Gazy odlotowe z MBT mogą zawierać fluorowane lub chlorowane węglowodory, rtęć, metale oraz inne związki.

Gazy odlotowe z MBT są częściowo wytwarzane w trakcie przetwarzania mechanicznego, ale są głównie związane z procesem biologicznym, w którym uwalniane jest ciepło. W zależności od procesu mogą być osiągnięte temperatury od 30 °C do 90 °C. W ten sposób duża część wilgoci zawartej w odpadach jest wypierana. Ponadto, pozostałości rozpuszczalników i węglowodanów oleju mineralnego mogą zostać usunięte. W tych warunkach granicznych gazy odlotowe z procesu MBT zawierają co najmniej następujące frakcje:

- woda w postaci nasyconego parą wodną powietrza odlotowego, które prawdopodobnie nie będzie poniżej poziomu nasycenia, chyba że dodane zostanie nienasycone powietrze z hali;
- produkty rozkładu organicznego, o których wiadomo, że są również wynikiem fermentacji alkoholowej, takie jak aceton, aldehyd octowy, etanol, metanol, butanol i inne związki o krótkim łańcuchu;
- rozpuszczalniki, zwłaszcza benzen, toluen, ksylen;
- terpeny odorowe, głównie limonen oraz alfa- i beta-pinen;
- węglowodany śladowe z olejów mineralnych.

Przetwarzanie mechaniczno - biologiczne, w tym separacja oraz fermentacja beztlenowa, zazwyczaj zużywa wodę, materiały pomocnicze i energię.

### 4.4.2.1 Emisje do atmosfery

Emisje do atmosfery zanieczyszczeń i substancji wydzielających odory z zakładów MBT to emisje:

- specyficzne dla danych odpadów (typ, skład, wiek);
- specyficzne dla procesu przetwarzania (degradacja tlenowa, fermentacja beztlenowa);
- specyficzne dla procesu (rodzaj napowietrzania);
- zależne od zarządzania operacyjnego;
- zależne od warunków meteorologicznych (warunków pogodowych) w przypadku reaktorów otwartych.

Oprócz uwalniania związków wydzielających odór przy dostawie i podczas mechanicznego przetwarzania, emisje z zakładu pochodzą głównie z następujących źródeł:

- 
- rozkład (degradacja) tlenowa;
    - fermentacja (degradacja, rozkład) beztlenowa;
    - oczyszczanie powietrza odlotowego/spalin.

Tabela 4.25 przedstawia różne parametry mierzone w zakładach MBT oraz rodzaj pomiaru (okresowy/ciągły). Tabelę tę należy odczytywać razem z tabelą 4.26, która dla każdego zakładu pokazuje pochodzenie emisji do atmosfery oraz związane z tym techniki redukcji.

Najczęściej mierzone parametry to  $\text{NH}_3$ , odory, kurz,  $\text{H}_2\text{S}$  i związki organiczne z zakładów wyposażonych głównie w system płuczkowy (skruber) i biofiltr. Redukcja emisji pyłów jest czasami realizowana za pomocą filtra workowego. Niektóre zakłady wyposażone są wyłącznie w biofiltr. Cztery zakłady (243, 267, 279 i 628) wyposażone zostały w regeneracyjny system termicznego utleniania.

Tabela 4.25: Techniki ograniczające emisje do atmosfery i pochodzenie emisji w zakładach MBT

Mierzony parametr	Rodzaj pomiaru	Uwzględnione zakłady	Zakres (mg/Nm <sup>3</sup> z wyjątkiem przepływu, odoru i zawartości O <sub>2</sub> w powietrzu)
Przepływ	Ciągły	017_1, 037, 239 <sup>(1)</sup> , 243, 244 <sup>(1)</sup> , 257_1, 257_2, 266, 267, 573, 628 <sup>(1)</sup>	720–134 000
	Okresowy	017_2, 017_3, 019, 127, 337_1, 337_2, 338, 350_1, 350_2, 350_3, 452_1 <sup>(1)</sup> , 452_2, 452_3, 452_4, 452_5, 452_6, 454, 566	
Pył	Ciągły	239 <sup>(1)</sup> , 243, 244 <sup>(1)</sup> , 257_1, 257_2, 266, 267, 628 <sup>(1)</sup>	< 19
	Okresowy	017_3, 019, 037, 127, 279_1, 337_1, 337_2, 350_1, 350_2, 350_3, 452_1 <sup>(1)</sup> , 452_2, 452_3, 452_4, 452_5, 452_6, 573	
Odory	Okresowy	017_1, 017_2, 019, 037, 127, 239 <sup>(1)</sup> , 243, 244 <sup>(1)</sup> , 257_1, 257_2, 266, 267, 338, 434_1, 434_2, 628 <sup>(1)</sup>	74–5550
NH <sub>3</sub>	Okresowy	017_1, 019, 037, 127, 243, 337_1, 338, 350_1, 350_2, 350_3, 415_1, 452_1 <sup>(1)</sup> , 452_2, 452_3, 566, 573	0.12–48 <sup>(2)</sup>
Całkowite LZO <sup>(3)</sup>	Ciągły	239 <sup>(1)</sup> , 243, 244 <sup>(1)</sup> , 257_1, 257_2, 266, 267, 628 <sup>(1)</sup>	3–21
	Okresowy	017_1, 017_2, 019, 037, 337_1, 350_1, 350_2, 350_3, 452_1 <sup>(1)</sup> , 452_2, 452_3, 452_4, 452_5,	
H <sub>2</sub> S	Okresowy	127, 337_1, 350_1, 350_2, 350_3, 452_1 <sup>(1)</sup> , 452_2, 452_3, 452_4, 452_5, 566, 573,	0–4.25
NO <sub>x</sub>	Okresowy	019, 415_2, 415_3, 452_4 <sup>(1)</sup> , 452_5, 452_6, 566, 573	0.95–405
N <sub>2</sub> O	Ciągły	239 <sup>(3)</sup> , 243, 244 <sup>(1)</sup> , 257_1, 257_2, 266, 628 <sup>(1)</sup>	1.7–14.99
	Okresowy	017_1, 037	7
HCl	Okresowy	452_1 <sup>(1)</sup> , 452_2, 452_3, 452_4, 452_5	0.06–3.23
HF	Okresowy	452_1 <sup>(1)</sup> , 452_2, 452_3, 452_4, 452_5	0–0.33
SO <sub>x</sub>	Okresowy	415_2, 415_3, 452_4 <sup>(1)</sup> , 452_5, 452_6	5.5–15.20
CO	Okresowy	452_4 <sup>(1)</sup> , 452_5, 452_6	3.9–94.97
PCDD/PCDF	Ciągły	266	0–0.015 ng I-TEQ/Nm <sup>3</sup>
	Okresowy	239 <sup>(1)</sup> , 243, 257_1, 257_2	
CH <sub>4</sub>	Okresowy	017_1, 037	5.79–22
Hg	Okresowy	573	0.00009
Bioaerozole	Okresowy	37	41.5 (cfu/Nm <sup>3</sup> )

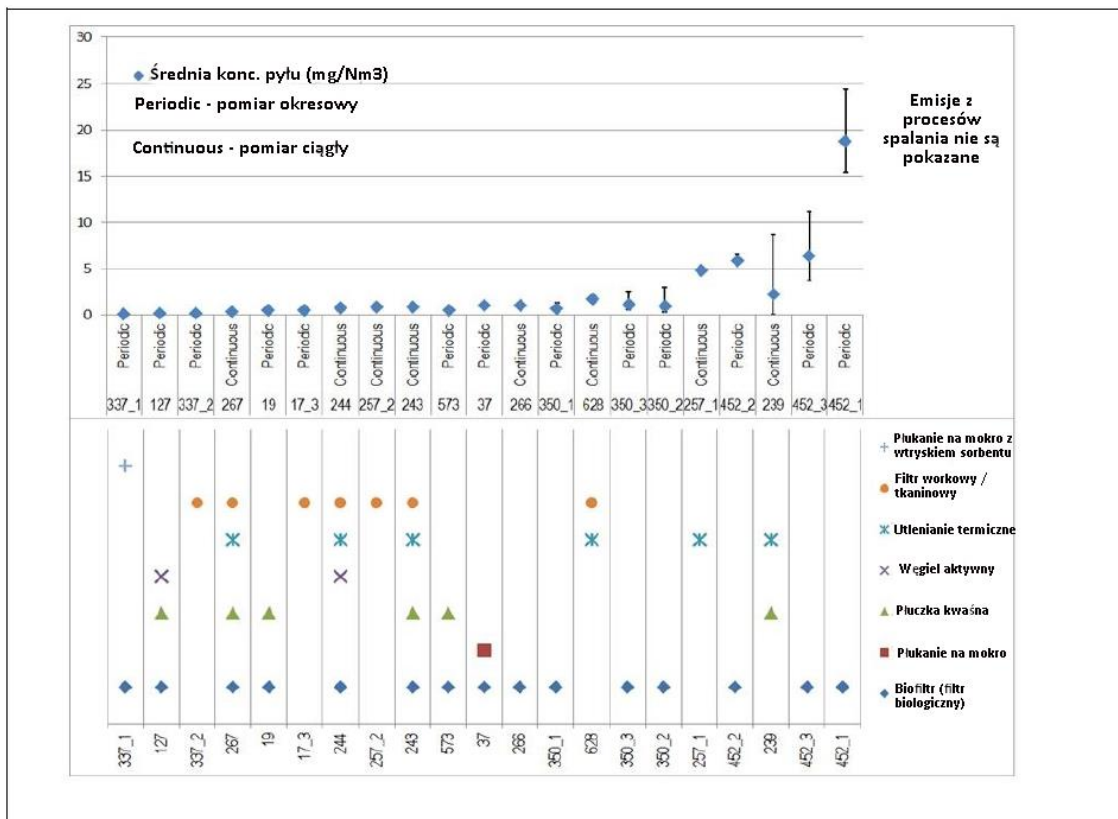
(1) Zakłady w których prowadzona jest fermentacja beztlenowa.  
(2) Wartość dla NH<sub>3</sub> przed przetwarzaniem. Stężenie emisji po przetworzeniu wynosi poniżej 1 mg/Nm<sup>3</sup>.  
(3) Pomiar całkowitego LZO prowadzą 2 zakłady (349 i 350), a OWO 11 zakładów (17, 19, 37, 239, 243, 244, 257, 267, 337, 452, 628). W przypadku OWO, zgłoszona norma EN 12619 i odpowiadająca jej metoda pomiaru (FID) pozwala zakładom na pomiar tylko frakcji lotnej.

Tabela 4.26: Techniki ograniczające emisje do atmosfery i pochodzenie emisji w zakładach MBT

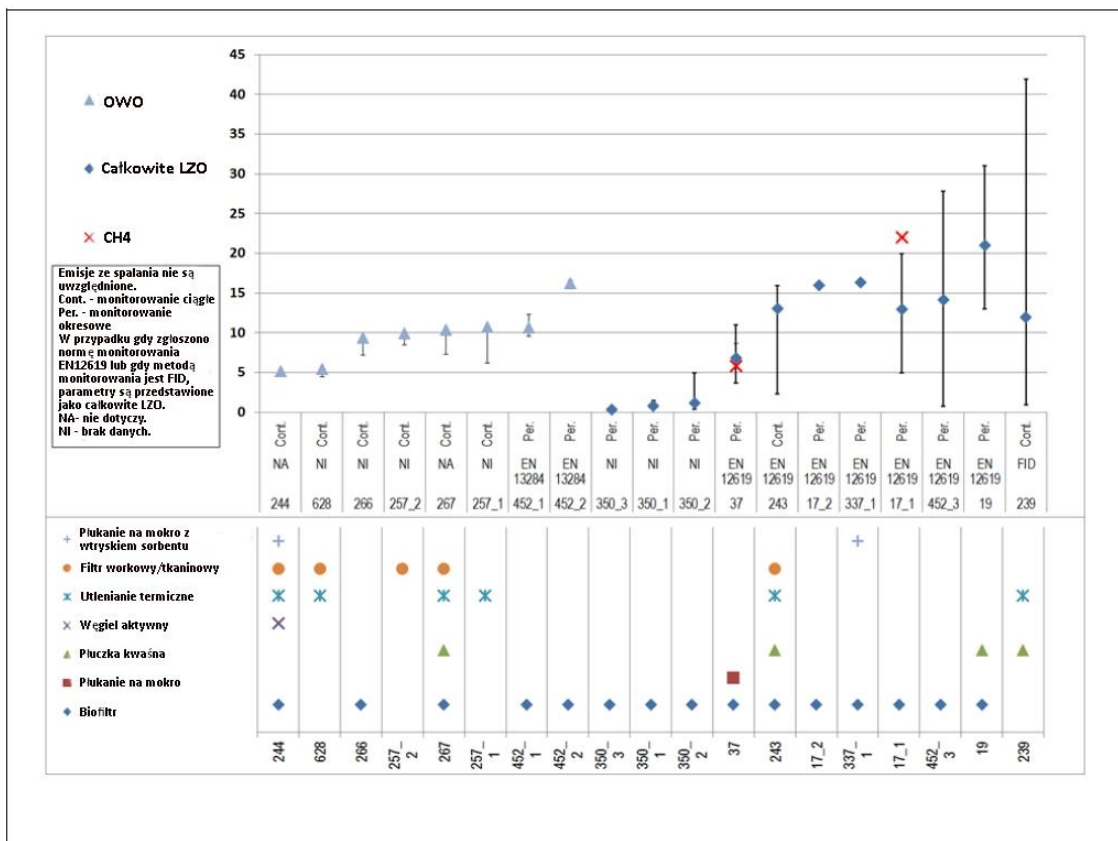
Numer zakładu	Źródło emisji do atmosfery	Stosowana technika
17_1	Proces biologiczny	Wymiennik ciepła przed biofiltrem, biofiltracja
17_2	Procesy mechaniczne w hali przyjmującej odpady	Biofiltracja
17_3	Procesy mechaniczne w hali przyjmującej odpady	System filtrów workowych/tkaninowych
19	Proces biologiczny	Biofiltracja, płuczka kwaśna
37	Cały zakład	Schładzanie, bioskrubing, biofiltracja, płukanie na mokro
89	Brak monitoringu	Brak emisji zorganizowanych
127	Fazy procesu mechanicznego i biologicznego	Płukanie na mokro, biofiltracja, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego, biofiltracja
130	Biofiltr	Biofiltracja
239 (¹)	Proces tlenowy	System skrubierów kwaśnych, regeneracyjne utlenianie termiczne
243	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne zmieszanych odpadów stałych zawierających bioodpady (jeden stos)	Płukanie na mokro z wtryskiem sorbentu, system filtrów workowo/tkaninowych, biofiltracja, regeneracyjne utlenianie termiczne
244 (¹)	Cały zakład	Biofiltracja, regeneracyjne utlenianie termiczne, płukanie na mokro z wtryskiem sorbentu, system filtrów workowo/tkaninowych, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego
257_1	Proces biologiczny	Regeneracyjne utlenianie termiczne
257_2	Proces mechaniczny	System filtrów workowo/tkaninowych
266	Powietrze wydalone z tuneli kompostujących	Biofiltracja, nawilżacz powietrza kondycjonujący powietrze doprowadzane do filtra biologicznego, recyrkulacja powietrza używanego do wentylacji tuneli kompostujących
267	Przetwarzanie mechaniczne i biologiczne	System filtrów workowo/tkaninowych, płukanie na mokro z wtryskiem sorbentu, biofiltracja, regeneracyjne utlenianie termiczne
337_1	Suszarka biologiczna E1+E2	Biofiltracja, płukanie na mokro z wtryskiem sorbentu
337_2	Przygotowanie SRF do spalania lub współspalania E3	System filtrów workowo/tkaninowych
338	Przetwarzanie mechaniczno - biologiczne (MBT) zmieszanych odpadów stałych zawierających bioodpady	Biofiltracja
350_1	Separacja mechaniczna E1	Biofiltracja
350_2	Stabilizacja odpadów E3	Biofiltracja
350_3	Kompostowanie E4	Biofiltracja
434_1	Przetwarzanie biologiczne, przetwarzanie mechaniczne	Membrana (izolacja) ochronna
434_2	Przetwarzanie biologiczne, przetwarzanie mechaniczne	Wymuszone natlenianie, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego
452_1 (¹)	Biofiltr odbiorczy	Biofiltracja
452_2	Biofiltr sortujący/proces beztlenowy	Biofiltracja
452_3	Biofiltr do kompostowania	Biofiltracja
452_4	Silnik na biogaz 1	NI
452_5	Silnik na biogaz 2	NI
452_6	Kocioł do podgrzewania komory fermentacyjnej	NI
453	NI	NI
454	Kompostowanie	Biofiltracja
519	Przetwarzanie tlenowe	NI
566	Proces biologiczny	System płuczek kwaśnych, biofiltracja
573	Proces biologiczny	Biofiltracja, system płuczek kwaśnych
594	Brak punktów ukierunkowanych emisji do atmosfery z zakładu	Brak punktowego źródła emisji do atmosfery
628 (¹)	Cały zakład	Regeneracyjne utlenianie termiczne, system filtrów workowo/tkaninowych

(¹) Zakłady w których prowadzona jest fermentacja beztlenowa  
Uwaga: NI = Brak danych.

Ilustracje 4.8 i 4.9 przedstawiają emisje pyłów i związków organicznych do atmosfery z zakładów MBT.



Ilustracja 4.8: Emisja pyłu do atmosfery z zakładów stosujących MBT



Ilustracja 4.9: Emisje związków organicznych do atmosfery z zakładów stosujących MBT

#### 4.4.2.2 Emisje do wody oraz zużycie wody

##### 4.4.2.2.1 Emisje do wody

Tabela 4.27 przedstawia różne pomierzone zanieczyszczenia w zakładach MBT oraz rodzaj pomiaru (ciągły/okresowy). Należy ją odczytywać razem z tabelą 4.28, która podsumowuje zastosowane techniki redukcji emisji oraz rodzaj zrzutu do wody.

Najczęściej mierzone parametry to pH, ChZT, BZT<sub>5</sub>, NH<sub>3</sub>-N oraz niektóre metale, takie jak Cd, Pb, Cr, Ni i Zn. Około połowa zakładów zgłosiła pośrednie zrzuty do wody. Trzy zakłady zgłosiły zrzut bezpośrednio do środowiska bez oczyszczania.

**Tabela 4.27: Emisje do wody z zakładów MBT**

Mierzony parametr	Rodzaj pomiaru	Uwzględnione zakłady	Zakres (mg/l z wyjątkiem przepływu, temperatury i pH)	Ilość pomiarów w trakcie trzyletniego okresu referencyjnego (2010-2012)
Przepływ (m <sup>3</sup> /h)	Ciągły	243, 244, 257, 415, 434, 566, 628	0.4–10	NA
	Próbka chwilowa	127	0.06–2.3	1–3
Temperatura (°C)	Ciągły	244	37	NA
	Próbka chwilowa	17, 243, 519	20–30	1–36
pH	Próbka chwilowa	17, 19, 127, 243, 244, 257, 349, 350, 434	6.9–8.6	1–36
ChZT	Próbka chwilowa	127, 244, 279, 350, 519	30–88 809	1–36
OWO	Próbka chwilowa	17, 434	317–382	1
BZT <sub>5</sub>	Próbka chwilowa	127, 243, 244, 350, 519	2.75–36 347	1–36
Azot ogólny	Próbka chwilowa	127, 244, 279, 350	171–8449	1–33
NH <sub>3</sub> -N	Próbka chwilowa	17, 19, 350, 519	1–487	1–11
Fosfor ogólny	Próbka chwilowa	127, 519, 566	45–638	1–3
TSS	Próbka chwilowa	127, 349, 350	16–1360	1–11
THC	Próbka chwilowa	19	1.5	1
Cl <sup>-</sup>	Próbka chwilowa	350, 519, 566	31.3–254	3–11
F <sup>-</sup>	Próbka chwilowa	350, 566	0.8	11
S <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Próbka chwilowa	19, 244, 350, 519, 566	0.01–0.4	1–33
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Próbka chwilowa	350, 566	0.1	8
CN <sup>-</sup>	Próbka chwilowa	244, 350, 566	0.006–0.03	11–36
Siarczany	Próbka chwilowa	350, 519, 566	31.2–633	3–11
Cd	Próbka chwilowa	19, 243, 244, 257, 349, 350, 434	0.001–0.01	1–36
Hg	Próbka chwilowa	19, 243, 244, 257, 350, 434_1	0.0001–0.0009	1–36
As	Próbka chwilowa	243, 244, 257, 349, 350	0.009–0.05	1–36
Pb	Próbka chwilowa	19, 243, 244, 257, 279, 349, 350, 434	0.004–0.07	1–36
Cr	Próbka chwilowa	19, 243, 244, 257, 279, 349, 350_1	0.009–0.2	1–36
Cr(VI)	Próbka chwilowa	244, 257, 350, 566	0.01–0.04	3–36
Co	Próbka chwilowa	244, 566	0.02	36
Cu	Próbka chwilowa	19, 127, 243, 244, 257, 279, 349, 350, 434, 566	0.01–0.1	1–36
Mn	Próbka chwilowa	244, 350	0.09–0.13	11–36
Ni	Próbka chwilowa	19, 243, 244, 257, 279, 349, 350	0.046–0.45	1–36
Zn	Próbka chwilowa	19, 127, 243, 244, 257, 279, 350, 434	0.02–2.4	1–36
Fe	Próbka chwilowa	350, 566	0.15	11
Chlor	Próbka chwilowa	519, 566	254	3
Fenole	Próbka chwilowa	19-566	0.1	1
AOX	Próbka chwilowa	19, 243, 244, 257, 350	0.03–0.36	1–36
BTEX	Próbka chwilowa	19, 566	0.6	1
Toksyczność	Próbka chwilowa	257	0.01	3

Uwagi:

- Najwyższe wartości stężenia ChZT, BZT<sub>5</sub>, N ogółem i TSS odnotowano w Zakładzie 127 (odciek kierowany do zakładowej oczyszczalni ścieków - patrz tabela 4.28).
- Dane liczbowe dostarczone przez zakład 566 są wartościami dopuszczalnymi określonymi w pozwoleniu. Nie zostały one podane w tej tabeli.
- Inne parametry (np. NO<sub>2</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N) zostały zgłoszone tylko przez jeden zakład. Nie zostały one podane w tej tabeli.

Tabela 4.28 przedstawia przegląd technik redukcji emisji do wody wykorzystywanych w zakładach MBT.

**Tabela 4.28: Techniki ograniczające emisje do wody w zakładach MBT**

Numer zakładu	Źródło emisji do wody	Rodzaj zrzutu	Stosowane techniki
17	Proces biologiczny (zarządzanie powietrzem, ścieki są uwalniane z wymiennika ciepła tylko przed biofiltrem)	Odprowadzanie pośrednie (wspólna oczyszczalnia ścieków poza terenem zakładu)	NI
19	Proces biologiczny	Odprowadzenie pośrednie (miejski/gminny system kanalizacyjny)	NI
37	Brak emisji do wody (cała woda jest ponownie wykorzystywana, emisja odparowywana tylko przez biofiltr)	NA	NA
89	Brak emisji do wody z kompostowania. Deszczówka i woda technologiczna są zbierane oddzielnie i ponownie wykorzystywane w procesie. Nadwyżki (niewielka część) są transportowane do oczyszczalni za pomocą system drogowych.	Odprowadzanie pośrednie (wspólna oczyszczalnia ścieków poza terenem zakładu)	NA
127	Nadmierne ilości odcieku powstającego w wyniku kompostowania w tunelach oraz nadmiar ścieków pochodzących z oczyszczania emisji do atmosfery.	Pośrednie zrzuty do wspólnej instalacji oczyszczania ścieków na terenie zakładu (na pracę instalacji wpływają głównie ścieki pochodzące z działalności innej niż unieszkodliwiania odpadów).	Aktywne systemy osadów ściekowych - konwencjonalne, biologiczne usuwanie składników żywnościowych (nityfikacja), ultrafiltracja, absorpcja, oczyszczona woda jest przechowywana w 3 zbiornikach magazynowych i rozprowadzana na lądzie.
130	Woda z platformy zewnętrznej	Pośrednie zrzuty do wspólnej instalacji oczyszczania ścieków na terenie zakładu (na pracę instalacji wpływają głównie ścieki pochodzące z działalności innej niż unieszkodliwiania odpadów).	NA
239	Odpady pofermentacyjne, nadmiar wody	Odprowadzanie pośrednie (wspólna oczyszczalnia ścieków poza terenem zakładu)	NA
243	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne	Odprowadzenie pośrednie (miejski/gminny system kanalizacyjny)	Nityfikacja/denityfikacja
244	Cały zakład	Odprowadzenie pośrednie (miejski/gminny system kanalizacyjny)	Absorpcja, nityfikacja/denityfikacja, ultrafiltracja
257	Proces biologiczny (suszenie biologiczne)	Odprowadzenie pośrednie (miejski/gminny system kanalizacyjny)	Nityfikacja/denityfikacja, ultrafiltracja
266	Końcowe dojrzewanie na sucho odpadów biologicznych	Wyładunek z instalacji WT do środowiska bez przetwarzania	Przesiewanie, zbiorniki buforowe, odparowywanie
267	Zwykle bezodpływowy tryb pracy	NA	NA
337	Brak punktów emisji do wody; cały odciek jest przesyłany do zewnętrznej oczyszczalni ścieków.	NA	NA
338	Cały odciek jest wysyłany do zewnętrznej oczyszczalni ścieków.	NA	Utlanianie wilgotnym powietrzem
350	Proces biologiczny S1	Uwolnienie z instalacji WT do środowiska bez przetwarzania	NI
434	Proces biologiczny, place magazynowe, obszary transportowe	Odprowadzenie pośrednie (miejski/gminny system kanalizacyjny)	Zbiorniki buforowe
452	Brak emisji do wody	NA	NA
453	Brak emisji do wody	NA	NA
454	Zużyta woda jest zbierana w zbiorniku i przesyłana do zewnętrznej oczyszczalni ścieków.	NI	NI
519	NI	Odprowadzenie pośrednie (miejski/gminny system kanalizacyjny)	NI
566	NI	Odprowadzenie pośrednie (miejski/gminny system kanalizacyjny)	Ścieki są odprowadzane po wstępnym oczyszczeniu do kanalizacji (około 10 m <sup>3</sup> dziennie).
573	Ścieki przemysłowe są przekazywane do oczyszczalni ścieków.	NI	NI
594	Brak emisji do wody	NA	NA
628	Wszystkie procesy	Zrzut pośredni: nadmiar wody technologicznej jest oczyszczany w zewnętrznej oczyszczalni ścieków.	NA

Uwaga: NI = Brak danych. NA = Nie dotyczy.

#### 4.4.2.2 Zużycie wody

Zakłady MBT dodają czasami wodę do pryzm obornika, ponieważ wilgoć w nich jest tracona podczas biodegradacji tlenowej, co w przeciwnym razie mogłoby doprowadzić do niedoboru wody i zatrzymać proces. Dzieje się tak zazwyczaj w miesiącach letnich oraz zimowych.

W niektórych przypadkach w procesie tym nie występuje zużycie wody netto. W procesie suszenia powstaje woda (350 litrów w postaci pary na tonę oczyszczonych odpadów). Podczas biodegradacji tlenowej osiągane są temperatury 50-60 °C. W ten sposób woda utracona z substratu staje się parą wodną (około 90 %) i jest zazwyczaj uwalniana do atmosfery. Jednak w niektórych przypadkach, część tej wody jest kondensowana. Oczyszczanie takiej wody jest dość skomplikowane. Oczyszczona woda ściekowa (permeat) jest wykorzystywana jako woda technologiczna w obiegu chłodniczym. Jest ona odparowywana w chłodni kominowej. Woda bieżąca używana jest w chłodni kominowej tylko jako woda uzupełniająca (10 litrów na tonę odpadów).

Zgłoszone średnie zużycie wody na tonę oczyszczonych odpadów wynosi 132 l, przy czym zakres ten wynosi 6-860 l/t.

Niektóre zakłady zgłosiły, że wykorzystują wodę pochodzącą z recyklingu, np. z sąsiedniej oczyszczalni ścieków.

#### 4.4.2.3 Zużycie energii

Zgłoszone średnie zużycie energii na tonę odpadów przetworzonych w zakładach MBT, w tym na przykład zużycie paliwa przez maszyny i ładowarki kołowe, wynosi od 5 kW/t do około 100 kW/t, przy średniej wynoszącej około 50 kW/t.

Zgłoszone średnie zużycie energii elektrycznej na tonę przetworzonych odpadów waha się od 1 kWh/t do 86 kWh/t, przy średniej wynoszącej około 37 kWh/t.



## 4.5 Techniki do uwzględnienia przy określaniu BAT

### 4.5.1 Techniki dla wszystkich rodzajów przetwarzania biologicznego

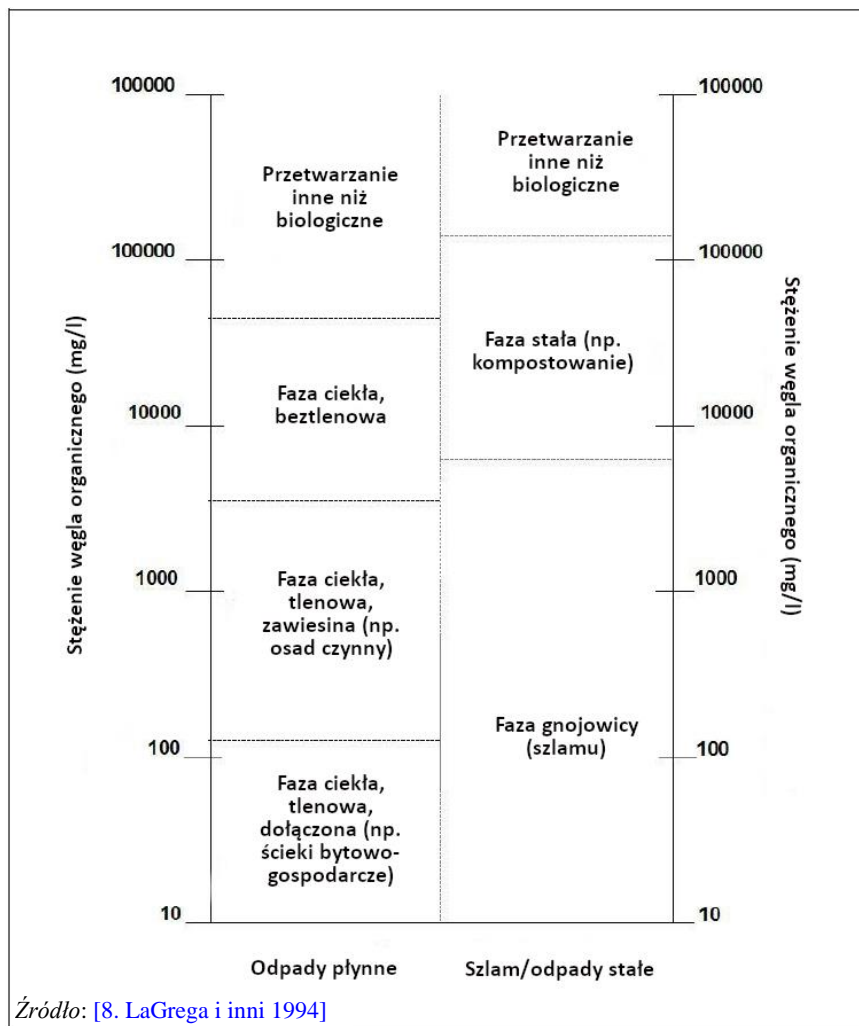
#### 4.5.1.1 Selekcja odpadów dostarczonych do przetworzenia

##### Opis

Selekcja przywiezionych odpadów celem zapewnienia ich przydatności do przetwarzania, np. aby umożliwić właściwy bilans składników biogennych oraz aby uniknąć przedostania się związków toksycznych (tj. toksycznych pod względem ograniczenia aktywności biologicznej) do systemów biologicznych. Odnosi się to również do procedur poprzedzających wstępną akceptację, przyjęcie i sortowanie opisanych w sekcji 2.3.2.

##### Szczegóły techniczne

Kluczowym czynnikiem technicznym wyboru odpowiedniego systemu jest jego zdolność do zapewnienia właściwego kontaktu pomiędzy składnikami organicznymi odpadów a populacją drobnoustrojów. Zdolność ta zależy przede wszystkim od zdolności do rozkładu odpadów w odpowiednich warunkach procesu tlenowego (kompostowanie) lub beztlenowego (fermentacja beztlenowa), stanu odpadów i koncentracji w nich węgla organicznego. Przybliżony schemat systemu oferującego największe możliwości w funkcji dwóch ostatnich zmiennych pokazano na ilustracji 4.10.



Ilustracja 4.10: Wybór odpowiedniego biologicznego systemu przetwarzania w zależności od stężenia węgla organicznego i rodzaju odpadów

Ważnymi cechami wybranego systemu biologicznego, które należy uwzględnić, jest równomierny rozkład składników odżywczych i wilgotności przetwarzanych odpadów (jednorodność) oraz dostępność wybranego sposobu obróbki.

Inne kwestie do rozważenia to:

- Maksymalizacja jakości materiału wsadowego zgodnie z przetwarzaniem. Ważne są tu zarówno dopuszczalne rodzaje odpadów, jak i etapy sortowania (zob. informacje dotyczące techniki akceptacji wstępnej, przyjmowania oraz segregacji odpadów w sekcjach 2.3.2.1, 2.3.2.3 i 2.3.2.9). Techniki te obejmują następujące elementy:
  - Zapewnienie właściwej równowagi pomiędzy zawartością składników odżywczych (np. zawartość azotu vs. zawartość węgla).
  - Minimalizacja obecności materiałów toksycznych i niechcianych (w tym metali ciężkich, patogenów oraz materiałów obojętnych).
  - Uznanie, że wszelkie nieulegające biodegradacji składniki odpadów, które są wprowadzane do beztlenowego zbiornika fermentacyjnego lub poddawane obróbce tlenowej i na które proces ten nie będzie miał wpływu, zajmują po prostu niepotrzebną przestrzeń. Mogą one również zaszkodzić procesowi oraz sprzętowi. Aby zmaksymalizować korzyści płynące z zastosowanej techniki (zarówno pod względem środowiskowym, jak i ekonomicznym) oraz zminimalizować koszty, ważne jest ograniczenie do minimum obecności tych komponentów w surowcu.
- Zwiększenie poziomu składników pokarmowych w surowcu, jeżeli okaże się to uzasadnione (zob. sekcja 2.3.2.8), poprzez dodanie innych odpadów (np. ścieków, organicznych odpadów przemysłowych, odpadów z przetwórstwa spożywczego i odpadów rolniczych) do frakcji organicznej stałych odpadów komunalnych, jak również poprzez zawilgocenie.
- Wykorzystanie odpadów kuchennych i innych odpadów gnilnych, które mogą być zbyt mokre i pozbawione właściwej struktury, aby mogły być odpowiednio przetworzone w procesie tlenowym, może stanowić doskonały surowiec do fermentacji beztlenowej (AD). Fermentacja beztlenowa lepiej nadaje się do odpadów o wyższym zawilgoceniu i może odbywać się w odpadach o zawartości wilgoci pomiędzy 60 % a 99 %. Ciecze są często dodawane w procesach AD (woda lub ścieki z recyklingu) w celu utrzymania wysokiego zawilgocenia, jednakże odpady o niższej wilgotności są kierowane do suchego AD zamiast do mokrego AD, co pozwala na oszczędność wody. Zaniechanie mieszania różnych rodzajów odpadów, jeśli nie okaże się to właściwe. Jest to związane z sekcją 2.3.2.8.
- Ciągłe zaznajamianie się z wpływem właściwości odpadów na parametry eksploatacyjne, takie jak agregaty, przepływ masy, objętości, zmienne degradacji biologicznej (np. temperatura, CO<sub>2</sub>), a także mierzone emisje (gazowe) (np. wykorzystanie stale gromadzonych danych dotyczących emisji (gaz nieprzetworzony i/lub gaz czysty), lotne związki organiczne, metan, w celu dostosowania ustawień, np. automatycznej kontroli procesów biologicznych).
- Stała szybkość rozkładu podczas procesu produkcji biogazu (AD) wymaga równomiernego obciążenia substratem.

#### **Korzyści dla środowiska**

Korzyści dla środowiska tej techniki obejmują:

- a. zapobieganie emisjom, np. związków azotu;
- b. poprawa wskaźnika ponownego wykorzystania/recyklingu poprzez unikanie obecności niebiologicznych części (np. szkła, metali) w surowcu.

#### **Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Nie dostarczono danych.

#### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Dodanie osadów ściekowych do frakcji organicznej stałych odpadów komunalnych (MSW) może mieć negatywny wpływ na samo oczyszczanie biologiczne, jakość gazów odlotowych uzyskiwanych podczas oczyszczania biologicznego oraz jakość uzyskiwanego produktu.

### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Ogólnie rzecz biorąc, ma zastosowanie do wszystkich rodzajów przetwarzania.

#### **Ekonomika**

Nie dostarczono danych.

#### **Siła napędowa wdrażania**

Jakość produktu końcowego.

#### **Przykładowe zakłady**

Nie dostarczono danych.

#### **Literatura źródłowa**

[8. LaGrega i inni 1994], [18. WT TWG 2004], [9. UK EA 2001], [10. Babbie Group Ltd 2002], [90. Hogg i inni 2002], [18. WT TWG 2004], [19. WT TWG 2004], [51. WT TWG 2005], [21. WT TWG 2016]

### **4.5.1.2 Zarządzanie magazynowaniem gnijących odpadów dostarczonych do przetworzenia**

#### **Opis**

Zarządzanie i optymalizacja magazynowania odpadów gnilnych pod względem czasu trwania, lokalizacji i wielkości.

#### **Szczegóły techniczne**

- Strefa magazynowania gnijących, niezdrewniałych materiałów wsadowych jest zaprojektowana w taki sposób, aby umożliwić całkowite opróżnienie i oczyszczenie składowisk, w tym osuszenie (jeśli jest to konieczne na tym etapie), umożliwiając odpowiednie odprowadzanie odcieku i wody płuczącej, transfer i zrzut do wpustów przez studzienkę w celu wykorzystania w procesie, zrzut do kanałów ściekowych, umieszczenie w oczyszczalni ścieków lub w innym autoryzowanym zakładzie przetwarzania odpadów lub rozprowadzone po gruncie, jeśli jest to dozwolone.
- Niektóre drewniane materiały wsadowe (duże krzewy i ścinki drzew) są przechowywane w wyznaczonym miejscu w celu zmieszania z innymi przychodzącymi bioodpadami czy osadami. Są one przechowywane w taki sposób, aby ograniczyć emisje lotne i pożary.
- Poziom środków ochronnych jest proporcjonalny do ryzyka zanieczyszczenia wód powierzchniowych i/lub podziemnych. Wszystkie miejsca magazynowania gnijących, niezdrewniałych materiałów wsadowych powinny dysponować nieprzepuszczalną powierzchnią z uszczelnionym systemem odwadniania, aby zapobiec przedostawaniu się wycieków do systemów magazynowania lub wydostawaniu się ich poza teren zakładu. Konstrukcja powinna zapobiegać zanieczyszczeniu czystej wody powierzchniowej (zobacz punkt 2.3.11).
- Odpady są magazynowane w odpowiednich warunkach w wyznaczonym miejscu w celu zarządzania procesem gnilnym, wytwarzaniem odorów, przyciąganiem szkodników i wszelkimi innymi uciążliwymi lub budzącymi sprzeciw czynnikami. Można to osiągnąć poprzez zapewnienie szybkiego przetwarzania odpadów i zminimalizowanie czasu ich magazynowania.
- W zależności od rodzaju materiału wsadowego (stosunek C:N, zdolność do rozkładu itp.), zdolność do optymalnego czasu przebywania materiału wsadowego przechowywanego przed przetworzeniem jest ważnym czynnikiem wpływającym na potencjał powstawania odorów w danym zakładzie. Nieprzetworzony i niewłaściwie wymieszany materiał może zwiększać powstawanie odorów. Oddzielne magazynowanie różnych rodzajów odpadów może być przydatne do wytworzenia określonych produktów kompostowych (np. kompost z odpadów zielonych, kompost z bioodpadów, kompost z kory, kompost z szlamu).

- Najlepiej, aby magazynowanie odpadów gnilnych odbywało się w zamkniętym pomieszczeniu. Jeśli nie to należy:
  - świeżo dostarczoną trawę i liście przetworzyć ("przetwarzanie" może również oznaczać zmieszanie, przykrycie lub wytworzenie kiszonki, itp.) w ciągu maksymalnie 72 godzin;
  - inne odpady gnilne (np. odpady żywnościowe, odpady kuchenne, odpady z przemysłu spożywczego) przetworzyć ("przetwarzane" może również oznaczać zmieszanie, przykrycie lub wytworzenie kiszonki, itp.) w ciągu maksymalnie 24 godzin.
- W przypadku stosowania pomieszczeń zamkniętych zapewnia się szybkie drzwi umożliwiające dostęp i opuszczenie miejsca dostawy, inne pojazdy, a także podejmuje się odpowiednie środki w celu zminimalizowania emisji rozproszonych z obszarów rozładunkowych (np. kurtyna powietrzna). Budynki powinny być tak zwymiarowane, aby rozładunek mógł odbywać się wewnątrz budynku za zamkniętymi drzwiami. Może to być wspomaganie przez umieszczenie bram roletowych lub klapowych sterowanych czujnikami oraz odpowiednie zwymiarowanie obszaru manewrowania przed halą. Należy pamiętać, że dyscyplina personelu hali i parku samochodowego jest co najmniej tak samo ważna, aby rzeczywiście zrealizować krótkie czasy otwarcia bram. W przypadku zbiornika podziemnego, do którego pojazdy zbliżają się do tyłu, a następnie wysypują ładunek, montaż kurtyny z obrysem pojazdu za faktycznymi drzwiami może być sposobem na maksymalne ograniczenie wymiany powietrza podczas rozładunku.
- W przypadku gdy wymagane jest, aby miejsce magazynowania odpadów znajdowało się w pomieszczeniu zamkniętym, obejmuje ono system wentylacji budynku oraz system redukcji emisji, które utrzymują pomieszczenie w warunkach podciśnienia powietrza w celu zminimalizowania unoszących się odorów i uwalniania pyłu z budynku. Powietrze wywiewane jest wychwytywane i może być ponownie wykorzystane do napowietrzania stosów kompostujących przed odprowadzaniem i przetworzeniem.
- W przypadku pośredniego magazynowania segregowanych u źródła odpadów zielonych i odpadów spożywczych z gospodarstw domowych (w krajach, w których jest to dozwolone na zewnątrz), zainstalowana powinna być fizyczna ochrona przed znoszeniem przez wiatr frakcji lekkich (zanieczyszczeń takich jak tworzywa sztuczne) (ogrodzenia, ściany, pokrycie z włókniiny) lub są one usuwane z powierzchni.

#### **Korzyści dla środowiska**

Osiągnięte korzyści środowiskowe tej techniki obejmują:

- minimalizację wytwarzania odorów;
- zapobieganie niekontrolowanemu uwalnianiu ścieków i odcieków.

#### **Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Tabela 4.29 przedstawia rodzaj magazynowania odpadów wejściowych oraz związaną z tym pojemność dla różnych rodzajów biologicznego przetwarzania odpadów.

**Tabela 4.29: Oczyszczalnie biologiczne wyposażone w zamkniętą halę i związane z tym możliwości magazynowania**

<b>Rodzaj zakładu przetwarzania biologicznego</b>	<b>Liczba zakładów wyposażonych w zamknięte hale do magazynowania odpadów (z tych, które uczestniczyły w gromadzeniu danych).</b>	<b>Zakres pojemności magazynowej zamkniętych hal (w tonach)</b>
Otwarte zakłady przetwarzania tlenowego	3 z 27	198–1000
Zamknięte zakłady przetwarzania tlenowego	22 z 28	50–2000
Zakłady przetwarzania beztlenowego	23 z 29	50–1000
Zakłady MBT	17 z 27	200–2000

### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Nie dostarczono danych.

### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Należy ustanowić odpowiednie przepisy dotyczące przyjmowania sezonowych szczytowych ilości dostaw, takich jak te występujące wiosną i jesienią.

W przypadku istniejących zakładów rozładunek w budynku zamkniętymi drzwiami może być niemożliwy ze względu na ograniczenia projektowe.

### **Ekonomia**

Nie dostarczono danych.

### **Siła napędowa wdrażania**

Zmniejszenie lokalnych uciążliwości, a co za tym idzie - mniej skarg z sąsiedztwa.

### **Przykładowe zakłady**

W zakładzie 125 kontrolowane jest stężenie tlenu w odpadach wejściowych oraz prędkość obrotowa ich mieszalnika. Odpady te są stale mieszane z niską prędkością obrotową lub napowietrzane przy większej prędkości, gdy konieczne jest zwiększenie ilości tlenu.

W zakładzie 635 powietrze z wejściowego obszaru rozdrabniania odpadów jest wypompowywane i wtryskiwane pod hałdy, które działają jak biofiltr. Zmniejsza to emisję odorów i poprawia dopływ powietrza do hałd kompostu (zamiast okresowo obracać hałdy). Zwałowiska pokrywa się półprzepuszczalną membraną.

### **Literatura źródłowa**

[149. Clausen i inni 2002], [150. Kühner 2001], [18. WT TWG 2004], [49. Podgrupa bio. 2014], [42. WT TWG 2014], [83. UK EA 2013]

#### **4.5.1.3 Plan zarządzania odorami**

Więcej informacji można znaleźć w sekcji 2.3.5.1.

#### **Opis**

Plan zarządzania odorami określa odpowiednie środki łagodzenia odorów na terenie zakładu, w tym:

- działania operacyjne;
- zarządzanie skargami;
- monitorowanie emisji odorów.

#### **Szczegóły techniczne**

##### Działania operacyjne

Plan zarządzania odorami określa środki operacyjne mające na celu łagodzenie odorów. Środki te opisano w sekcjach 4.5.2.1 i 4.5.3.1.

##### Skargi

Ponadto, jako część planu zarządzania odorem, "postępowanie ze skargami" w przypadku pojedynczych zdarzeń związanych z emisją odorów obejmuje następujące elementy, które powinny być należycie zarejestrowane:

- nazwisko, adres i numer telefonu skarżącego;
- datę oraz godzinę wpłynięcia skargi;
- opis skargi;
- reakcję na skargę w momencie jej wpłynięcia;
- warunki pogodowe (np. temperaturę, kierunek wiatru, opady atmosferyczne);
- działania operacyjne podjęte w związku ze skargą;
- komunikacja związana ze skargą; natychmiastowa odpowiedź skarżącemu.

Plan zarządzania odorami obejmuje również środki operacyjne, takie jak monitorowanie ich emisji.

#### Monitorowanie emisji odorów

Plan zarządzania odorami identyfikuje okoliczności (tj. kiedy uciążliwość odorów może być spodziewana i/lub jest uzasadniona), które wymagałyby monitorowania emisji odorów oraz, w stosownych przypadkach, częstotliwości i lokalizacji pomiarów, jak również ich metody.

#### **Korzyści dla środowiska**

Osiągnięte korzyści środowiskowe tej techniki obejmują:

- redukcję emisji odorów;
- Ograniczenie liczby skarg od okolicznych mieszkańców.

#### **Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Tabela 4.30 przedstawia emisje odorów zmierzone w oczyszczalniach biologicznych.

**Tabela 4.30: Zakresy zmierzonych emisji odorów w zakładach oczyszczania biologicznego**

Rodzaj biologicznego przetwarzania	Pomierzone zakresy emisji odorów (OU <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> )
Tlenowe zewnętrzne (zob. ilustracja 4.4)	303–5 916
Tlenowe wewnętrzne (zob. ilustracja 4.7)	139–7 433
Beztlenowe (zob. tabela 4.20)	29–12 967
MBT (zob. tabela 4.25)	74–5 550

#### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Nie dostarczono danych.

#### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Plan zarządzania odorami jest ograniczony do przypadków, w których uciążliwość odoru może być spodziewana i/lub uzasadniona.

#### **Ekonomika**

Nie dostarczono danych.

#### **Siła napędowa wdrażania**

Ograniczenie ilości skarg z sąsiedztwa.

#### **Przykładowe zakłady**

Wiele zakładów w całej Europie stosuje obecnie technologie, które pomagają w prowadzeniu działań związanych z biodegradacją tlenową, nawet na bardziej zatłoczonych obszarach, pod warunkiem, że projekt i zarządzanie zakładem uwzględniają problemy związane z odorem przy zachowaniu należytej staranności.

#### **Literatura źródłowa**

[49. Podgrupa bio. 2014], [42. WT TWG 2014]

#### **4.5.1.4 Redukcja zorganizowanych emisji pyłu, odorów, związków organicznych, H<sub>2</sub>S i NH<sub>3</sub>**

##### **Opis**

Zbieranie emisji pyłów, związków organicznych i związków wydzielających odory, w tym H<sub>2</sub>S i NH<sub>3</sub>, oraz ich redukcja poprzez:

- biofiltrację (zob. sekcja 2.3.4.7);
- utlenianie termiczne (zob. sekcja 2.3.4.6);
- płuczkę gazową mokrą (zob. sekcja 2.3.4.10); płuczki wodne, kwasowe lub alkaliczne są stosowane w połączeniu z biofiltrem, utlenianiem termicznym lub adsorpcją z użyciem węgla aktywnego;
- adsorpcję z użyciem węgla aktywnego (zob. sekcja 2.3.4.9);
- filtr tkaninowy (zob. sekcja 2.3.4.4); filtr tkaninowy używany jest w przypadku przetwarzania mechaniczno-biologicznego.

Ograniczanie zapylenia i związków organicznych dotyczy tylko MBT.

### **Szczegóły techniczne**

Zobacz sekcje dotyczące poszczególnych technik ograniczania emisji oraz dokument CWW BREF. [\[45. COM 2016\]](#).

### **Korzyści dla środowiska**

Osiągnięte korzyści środowiskowe tej techniki obejmują:

- redukcję emisji odorów;
- redukcję emisji H<sub>2</sub>S;
- redukcję emisji NH<sub>3</sub>;
- redukcję emisji składników organicznych;
- redukcję emisji pyłów.

### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Zobacz CWW BREF [\[45. COM 2016\]](#).

### **Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

W przypadku wysokiej zawartości NH<sub>3</sub> (np. 5-40 mg/Nm<sup>3</sup>) może być konieczne wstępne oczyszczenie gazu odlotowego przed biofiltrem (np. przy użyciu wody lub płuczki kwaśnej, patrz sekcja 2.3.4.10) w celu kontrolowania pH mediów i ograniczenia powstawania N<sub>2</sub>O w biofiltrze.

Niektóre inne związki wydzielające odory (np. merkaptany, H<sub>2</sub>S) mogą powodować zakwaszenie biofiltra i wymagają zastosowania wody lub płuczki alkalicznej (patrz sekcja 2.3.4.10) do wstępnego oczyszczenia gazu odlotowego przed biofiltrem.

Tabele 4.31 i 4.32 przedstawiają efektywność środowiskową zakładów z listy referencyjnej wykonujących zabiegi biologiczne, pod względem emisji NH<sub>3</sub> oraz odorów.

Tabela 4.31: Efektywność środowiskowa zakładów prowadzących przetwarzanie biologiczne w kategoriach emisji NH<sub>3</sub> do atmosfery

Numer zakładu	Rodzaj przetwarzania	Koncentracja minimalna (mg/Nm <sup>3</sup> )	Koncentracja średnia (mg/Nm <sup>3</sup> )	Koncentracja maksymalna (mg/Nm <sup>3</sup> )	Główna technika unikania/ograniczenia emisji	Rodzaj pomiaru	Ilość pomiarów dokonana w 3 letnim okresie referencyjnym (2010-2012)
017_1	MBT	0.3	0.3	0.3	Wymiana ciepła przed biofiltrem, biofiltracja	Okresowy	36
019	MBT	1.0	4.6	11.0	Biofiltracja, system płuczki kwaśnej	Okresowy	3
037	MBT	1.0	1.0	1.0	Chłodzenie, płuczka biologiczna, biofiltracja, płuczka wodna	Okresowy	2
062	Tlenowe	0.00	9.49	24.00	Biofiltracja, wtrysk neutralizatorów odorów, zraszanie wodą (pył), szybkie zamykanie kurtyn.	Okresowy	30
114	Tlenowe	10.00	10.00	10.00	Płuczka kwaśna, biofiltracja	Okresowy	3
127	MBT	17.0	17.0	17.0	System płuczek kwaśnych, biofiltracja, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego, biofiltracja	Okresowy	1
243	MBT	2.2	2.2	2.2	System płuczek kwaśnych, system filtrów workowo-tkaninowych, biofiltracja, regeneracyjne utlenianie termiczne	Okresowy	2
328	Tlenowe	5 ppm (3.5 mg/m <sup>3</sup> )	5 ppm (3.5 mg/m <sup>3</sup> )	5 ppm (3.5 mg/m <sup>3</sup> )	Płuczka kwaśna, biofiltracja	Okresowy	36
337_1	MBT	0.5	0.5	0.5	Biofiltracja, płukanie na mokro z wtryskiem sorbentu	Okresowy	1
338	MBT	0.3	0.3	0.3	Biofiltracja	Okresowy	3
339	AD	< 0.26	< 0.46	< 0.5	Biofiltracja	Okresowy	6
341_1	AD	0.6	2.7	4.7	Biofiltracja	Okresowy	12
341_3	AD	0.0	0.6	1.8	Biofiltracja	Okresowy	11
349_1	AD	0.3	1.0	2.5	Biofiltracja	Okresowy	3
349_2	AD	0.3	0.4	0.6	Biofiltracja	Okresowy	3
350_1	MBT	0.6	0.8	1.5	Biofiltracja	Okresowy	6
350_2	MBT	0.6	1.0	2.5	Biofiltracja	Okresowy	6
350_3	MBT	0.6	0.7	0.9	Biofiltracja	Okresowy	6
372	Tlenowe	0.50	1.07	2.20	Płuczka wodna, biofiltracja	Okresowy	3



377_1	AD	0.3	0.9	1.5	Płuczka kwaśna, płuczka wodna, biofiltracja	Okresowy	2
377_2	AD	0.3	0.5	0.7	Płuczka kwaśna, płuczka wodna, biofiltracja	Okresowy	2
377_3	AD	0.3	0.6	0.8	Płuczka kwaśna, płuczka wodna, biofiltracja	Okresowy	2
377_4	AD	0.3	0.3	0.3	Płuczka kwaśna, płuczka wodna, biofiltracja	Okresowy	2
382_4	AD	0.1	0.2	0.2	Biofilter	Okresowy	3
382_5	AD	2.6	5.2	6.7	Biofilter	Okresowy	3
382_6	AD	0.1	0.4	0.5	Biofilter	Okresowy	3
382_7	AD	0.3	0.5	0.7	Biofilter	Okresowy	3
382_8	AD	0.1	0.6	1.2	Biofilter	Okresowy	3
382_9	AD	0.1	0.3	0.5	Biofilter	Okresowy	3
406_40 7_2	Tlenowe	5.00	5.00	5.00	Biofiltracja	Okresowy	3
410_41 1_2	Tlenowe	5.00	5.00	5.00	Biofiltracja	Okresowy	3
412_1	Tlenowe	0.00	0.06	1.00	Biofiltracja	Okresowy	33
413_1	Tlenowe	0.00	0.00	0.00	Biofiltracja	Okresowy	33
415_1	AD	1.8	1.8	1.8	Biofiltracja	Okresowy	1
452_1	MBT	0.1	0.1	0.2	Biofiltracja	Okresowy	3
452_2	MBT	0.2	0.2	0.2	Biofiltracja	Okresowy	3
452_3	MBT	0.5	0.6	0.7	Biofiltracja	Okresowy	6
459_2	AD	0.2	0.6	1.1	Płuczka wodna, biofiltracja, wymuszone napowietrzanie, zraszanie wodą (pył)	Okresowy	4
460_1	Tlenowe	1.00	1.27	1.70	Płuczka kwaśna, biofiltracja, wymuszone napowietrzanie, zraszanie wodą (pył)	Okresowy	3
485_1	AD	3.5	3.5	3.5	Filtr kombinowany chemiczno-biologiczny K2, po którym następują w seriach filtry z węglem aktywnym K4a i K4b, oddzielna wentylacja/przepływ powietrza, PW na wysokości 25 m nad ziemią w celu rozcieńczenia, system filtrów workowo-tkaninowych, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego.	Okresowy	1
566	MBT	2.2	2.2	2.2	System płuczek kwaśnych, biofiltracja	Okresowy	1
573	MBT	7.6	8.0	8.4	Biofiltracja, system płuczek kwaśnych	Okresowy	2
621	Tlenowe	0.73	1.60	3.30	Biofiltracja	Okresowy	7
634	Tlenowe	0.11	0.47	1.10	Biofiltracja, płuczka wodna	Okresowy	10



Tabela 4.32: Efektywność środowiskowa zakładów prowadzących przetwarzanie biologiczne pod względem emisji odorów do atmosfery

Numer zakładu	Rodzaj przetwarzania	Koncentracja minimalna (mg/Nm <sup>3</sup> )	Koncentracja średnia (mg/Nm <sup>3</sup> )	Koncentracja maksymalna (mg/Nm <sup>3</sup> )	Główna technika unikania/ograniczania emisji	Rodzaj pomiaru	Ilość pomiarów dokonana w 3 letnim okresie referencyjnym (2010-2012)
017_1	MBT	70	183	310	Wymiana ciepła przed biofiltrem, biofiltracja	Okresowy	3
017_2	MBT	74	74	74	Biofiltracja	Okresowy	1
019	MBT	120	287	380	Biofiltracja, system płuczek kwaśnych	Okresowy	3
037	MBT	136	302	427	Chłodzenie, płuczka biologiczna, biofiltracja, płuczka wodna	Okresowy	3
239	MBT	107	231	427	System płuczek kwaśnych, regeneracyjne utlenianie termiczne	Okresowy	3
243	MBT	61	153	223	System płuczek kwaśnych, system filtrów workowotkaninowych, biofiltracja, regeneracyjne utlenianie termiczne	Okresowy	3
244	MBT	215	291	391	Biofiltracja, regeneracyjne utlenianie termiczne, płukanie na mokro z wtryskiem sorbentu, system filtrów workowotkaninowych, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Okresowy	3
251	AD	38	107	240	Biofilter	Okresowy	6
255	AD	149	149	149	Biofiltracja, płuczka wodna	Okresowy	1
257_1	MBT	160	280	381	Regeneracyjne utlenianie termiczne po przejściu przez wymiennik ciepła	Okresowy	9
257_2	MBT	143	276	479	System filtrów workowotkaninowych	Okresowy	9
262	Tlenowe	191	304	416	Biofiltracja, płukanie na mokro	Okresowy	2
267	MBT	390	413	450	System filtrów workowotkaninowych, system płuczek kwaśnych, biofiltracja, regeneracyjne utlenianie termiczne	Okresowy	3
268	AD	110	165	200	Płuczka wodna, biofiltracja	Okresowy	4
338	MBT	60	81	95	Biofiltracja	Okresowy	3

339	AD	122	185	253	Biofiltracja	Okresowy	3
349_1	AD	75	100	115	Biofiltracja	Okresowy	3
349_2	AD	65	85	100	Biofiltracja	Okresowy	3
372	Tlenowe	161	197	222	Płuczka wodna, biofiltracja	Okresowy	3
377_1	AD	160	220	270	Płuczka kwaśna, płuczka wodna, biofiltracja	Okresowy	3
377_2	AD	140	193	270	Płuczka kwaśna, płuczka wodna, biofiltracja	Okresowy	3
377_3	AD	150	193	220	Płuczka kwaśna, płuczka wodna, biofiltracja	Okresowy	3
377_4	AD	140	170	200	Płuczka kwaśna, płuczka wodna, biofiltracja	Okresowy	3
434_2	MBT	981	1010	1069	Wymuszone napowietrzanie, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Okresowy	3
460_1	Tlenowe	287	568	1024	Płuczka kwaśna, biofiltracja, wymuszone napowietrzanie, rozpylanie wody (pył)	Okresowy	6
485_2	AD	40	40	40	Redundantny płyn filtracyjny i oddzielny przepływ powietrza, PW na wysokości 25 m nad ziemią w celu rozcieńczenia, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Okresowy	1
485_3	AD	21	30	38	Biofiltracja	Okresowy	2
518	Tlenowe	847	882	917	Biofiltracja	Okresowy	2
528_1	AD	0	0	0	Biofiltracja, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Okresowy	4
621	Tlenowe	76	139	206	Biofiltracja	Okresowy	7
628	MBT	200	307	400	Regeneracyjne utlenianie termiczne, system filtrów workowo-tkaninowych	Okresowy	9
634	Tlenowe	140	289	420	Biofiltracja, płuczka wodna	Okresowy	10

#### Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Wymienione tutaj techniki redukcji "końca rury" znajdują ogólne zastosowanie w procesach biologicznych, w których występują zorganizowane emisje do atmosfery. Zobacz również dokument referencyjny CWW BREF. [\[45. COM 2016\]](#)

#### Ekonomika

Zobacz CWW BREF [\[45. COM 2016\]](#).

#### Siła napędowa wdrażania

- Prawodawstwo dotyczące ochrony środowiska.
- Skargi dotyczące emisji odorów.

#### Przykładowe zakłady

Zobacz tabele 4.31 i 4.32.

### Literatura źródłowa

[151. Jacobs i inni 2007], [49. Podgrupa bio. 2014], [42. WT TWG 2014], [21. WT TWG 2016]

#### 4.5.1.5 Ograniczenie wytwarzania ścieków oraz zużycia wody

##### Opis

Technika ta obejmuje :

- recykulację wód procesowych (np. z odwadniania płynnych produktów pofermentacyjnych w przypadku przetwarzania beztlenowego) lub wykorzystanie w procesie alternatywnych źródeł wody, np. wody skondensowanej, wody płuczającej, wody odpływowej, w celu zminimalizowania emisji wody;
- efektywne bilansowanie wody w celu zminimalizowania produkcji odcieków;
- segregację odcieku wyciekającego ze stosów i przyzm kompostowych, wód powierzchniowych pochodzących z dróg transportowych oraz nieskażonej deszczówki pochodzącej z budynków;
- oczyszczanie ścieków na miejscu, w zależności od instalacji odbiorczej, przed ich odprowadzeniem, gdy woda nie może być całkowicie ponownie użyta w procesie lub rozproszona po gruncie (jeżeli jest to dozwolone), w zależności od instalacji odbiorczej.

Zobacz również sekcję 2.3.7.

##### Szczegóły techniczne

###### Wody zanieczyszczone

Odcieki mają zazwyczaj wysoką zawartość substancji organicznych, które mogą powodować eutrofizację w wodach powierzchniowych, wodach gruntowych i roślinach oraz mogą powodować zanieczyszczenie gleby. Mają one również duży potencjał w zakresie wytwarzania odorów.

Zakłady powinny być tak zaprojektowane, aby miały wystarczającą pojemność do gromadzenia i magazynowania zabrudzonych spływów, odcieków i wody do mycia (wody zanieczyszczone) z wszelkich nieprzepuszczalnych, utwardzonych obszarów zakładu. Pomieszczenia magazynowe i laguny powinny być budowane zgodnie z dostępnymi standardami projektowania budowlanego. Zbiorniki podziemne powinny być regularnie sprawdzane pod względem integralności. Wysoce przepuszczalna warstwa drenażowa, taka jak wióry drzewne, powinna zostać wprowadzana do konstrukcji przyzmy w celu umożliwienia drenażu odcieku oraz dopływu powietrza do przyzmy.

W celu zapewnienia zgodności z lokalnymi, krajowymi i europejskimi normami jakości wody, wody zanieczyszczone są minimalizowane oraz zbierane. Następnie są one albo ponownie wykorzystywane w procesie kompostowania, odpowiednio usuwane w celu oczyszczenia w zakładowej oczyszczalni ścieków, oczyszczane w innej autoryzowanej oczyszczalni ścieków (np. AD), albo rozprowadzane po gruncie, jeśli pozwalają na to właściwe władze.

Po zebraniu zanieczyszczone wody mogą być ponownie wykorzystane na początku procesu kompostowania do nawilżania świeżych materiałów wsadowych w procedurze mieszania, gdy ocena wilgotności wymaga ich zastosowania, lub później w procesie kompostowania, jeżeli zezwala na to system regulacyjny i pod warunkiem, że zanieczyszczone wody nie zawierają znaczącej ilości zanieczyszczeń, które mogą zagrozić jakości produkowanego kompostu.

Oczyszczanie odcieku na terenie zakładu za pomocą zatwierdzonych środków, przed ich zrzutem, może być również wprowadzone (np. w postaci trzcinowisk, napowietrzonych lagun lub zakładowych oczyszczalni ścieków).

Odciek może być również generowany podczas procesu przetwarzania na zewnątrz. Wszystkie podłoża do przetwarzania powinny być przygotowywane w taki sposób, że odciek może być

zbierany za pomocą systemu zlewni w celu przechwycenia i skierowania płynu do basenu lub podziemnego zbiornika magazynowego lub laguny magazynującej.

#### Czysta woda powierzchniowa

Czyste wody powierzchniowe są zbierane i przechowywane oddzielnie od wody zanieczyszczonej lub odcieku, w celu zmniejszenia ilości wody zabrudzonej do uzdatnienia.

Właściwe zarządzanie gospodarką wodami powierzchniowymi będzie istotne dla ochrony pobliskich cieków wodnych. Cały teren powinien być podzielony oraz ogrodzony lub okrawężnikowany w celu ułatwienia zbierania i odprowadzania wód powierzchniowych do zbiorników, które skierują wodę do laguny lub zbiornika do ponownego wykorzystania w procesie kompostowania.

Wody powierzchniowe mogą być zarządzane lub efektywnie wykorzystywane na terenie zakładu w następujący sposób:

- do rozpylania na powierzchnie robocze na terenie zakładu celem zwalczania zapylenia;
- do kontroli wilgotności na początku i w trakcie aktywnej fazy kompostowania oraz utwardzania;
- nieskażone wody powierzchniowe mogą być również przechowywane w osadnikach, aby umożliwić osiadanie osadów na dnie osadnika przed ich odprowadzeniem do lokalnych cieków wodnych; oraz
- mogą być również używane na konstrukcjach podmokłych w celu zmniejszenia potencjału zanieczyszczeń przed ich odprowadzeniem do lokalnych cieków wodnych.

#### Dalsze ustalenia

- Odpowiednie wymiarowanie pośredniego(-ich) zbiornika(-ów) na ścieki uwzględnia wielkość miejsca oraz opady deszczu w celu przechowywania brudnych wód ze wszystkich wybrukowanych obszarów, gdzie kompost lub surowiec jest magazynowany lub oczyszczany na otwartych, nie zadaszonych terenach.
- Obszary nieprzepuszczalne obejmują następujące tereny kompostowni:
  - obszar wyładowywania i pośredniego magazynowania materiałów wsadowych dla wszystkich materiałów wejściowych z możliwym wyjątkiem materiałów drzewiastych (ścinki drzew i krzewów), słomy lub podobnych biologicznie nieaktywnych, bogatych w węgiel, suchych materiałów wsadowych (jeżeli zezwala na to system regulacyjny), lub gotowego kompostu;
  - obszar magazynowania materiałów innych niż drzewne (odpady spożywcze i kuchenne, szlam, odpady z przetwórstwa spożywczego, wszystkie materiały o wysokiej zawartości wody i wysokim potencjale fermentacyjnym);
  - obszar wstępnego przetwarzania, na którym mieszane są surowce, z wyjątkiem obszaru, na którym rozdrabniane są wyłącznie materiały drzewiaste (ścinki drzew i krzewów);
  - aktywny obszar dekompozycji, niezależnie od tego, czy jest zadaszony czy nie;
  - obszar dojrzewania, niezależnie od tego, czy jest zadaszony czy nie; oraz
  - obszar magazynowania dojrzałego kompostu, z wszelkimi możliwymi wyjątkami podlegającymi zatwierdzeniu przez właściwy organ i z uwzględnieniem co najmniej jednego z poniższych wyjątków:
    - lokalne opady atmosferyczne;
    - ochrona wód gruntowych i powierzchniowych
    - pokrycie wodoodporną włókniną lub dachem.
- W przypadku obszarów o obfitych opadach deszczu lub obfitych opadach, pokrycie małych trójkątnych przyzmy geowłókninami lub kompostowanie pod konstrukcją zadaszoną zmniejsza powstawanie i zanieczyszczanie organiczne ścieków oraz pomaga poprawić zarządzanie ich odpływem.
- Wszystkie strefy magazynowania i przetwarzania pozwalają na kontrolowane odprowadzanie wszystkich płynów, aby uniknąć tworzenia się zawilgocenia przyzmy lub podłoża surowca. Osiąga się to poprzez zbudowanie kompostownika na zboczu, aby

uniknąć stagnacji wody. Minimalne nachylenie terenu uzależnione jest od wysokości przyzmy, rocznych opadów atmosferycznych, występowania zadaszenia, metody napowietrzania oraz obecności rur drenażowych/napowietrzających.

### Zużycie wody

Środki zarządzania jakością mające na celu zmniejszenie ilości zużywanej wody i gospodarowanie wodami zanieczyszczonymi to:

- włączenie w początkowy etap kompostowania mieszanek paszowych, które zapewniają dobrą strukturę i zdolność zatrzymywania wody (np. rozdrobnione drewno, kora, słoma, cząstki ponadwymiarowe, trociny, liście i kompost w odpowiedniej ilości);
- dostosowanie początkowej zawartości wilgoci w surowcu wsadowym celem jak najlepszego dostosowania go mając na uwadze jego zdolność do zatrzymywania wody;
- ocena zapotrzebowania na wodę oraz zapewnienie prawidłowego dodawania wody w miarę postępu procesu kompostowania a co za tym idzie zmniejszenia całkowitej zdolności do zatrzymywania wody przez przetwarzany wsad.

### **Korzyści dla środowiska**

Osiągnięte korzyści środowiskowe tej techniki obejmują:

- zapobieganie skażeniu wód gruntowych lub powierzchniowych;
- ograniczenie zużycia wody oraz produkcji odcieku;
- ograniczenie ilości zanieczyszczonej wody do utylizacji przed jej odprowadzeniem.

### **Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Przykłady zakładów wykorzystujących wodę z recyklingu - zob. tabela 4.33.

Zgłoszony stosunek wody poddanej recyklingowi do wykorzystanej wody (jako średnia z trzech lat referencyjnych) waha się od 20 % do 100 %. Woda poddana recyklingowi jest wykorzystywana jako woda do mycia, jak również woda procesowa. Źródłem wody poddanej recyklingowi jest głównie woda deszczowa, a także odciek i ścieki po przetworzeniu.

Jeżeli chodzi o efektywność środowiskową w zakresie emisji do wody, zob. sekcja 2.3.6.1.1.

### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Ponowne wykorzystanie wody odciekowej może powodować uciążliwe emisje oraz ponownie wprowadzać patogeny do oczyszczonego już kompostu.

Ponadto recykling ścieków może prowadzić do wzrostu stężenia związków toksycznych/utleniających, co może mieć negatywny wpływ na przetwarzanie biologiczne. Ponadto udostępnienie tych źródeł wody pociąga za sobą dodatkowe koszty (np. związane z uzdatnianiem wody).

### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Specjalny system zbierania czystych wód powierzchniowych, jak również klasyfikowanie terenu, może mieć zastosowanie wyłącznie do nowych obiektów. Segregacja strumieni wody może być ograniczana w istniejących zakładach poprzez układ instalacji wodnych.

Stopień recyklingu wody jest ograniczony przez bilans wodny zakładu i potencjalną zawartość zanieczyszczeń (metale ciężkie, sole, patogeny, związki wydzielające odory itp.) lub charakterystykę strumieni wodnych (np. zawartość składników biogennych).

Oczyszczanie ścieków, które ma być przeprowadzone, zależy przede wszystkim od rodzaju zrzutu do środowiska, czy jest on bezpośredni czy pośredni, a w przypadku pośredniego zrzutu, czy odbierająca oczyszczalnia ścieków jest przeznaczona do oczyszczania tych ścieków (na przykład, jeżeli zawierają one metale).

### **Ekonomika**

Ograniczanie wydatków związanych z zużyciem wody.

### **Siła napędowa wdrażania**

Prawodawstwo w zakresie zanieczyszczania wód.

### **Przykładowe zakłady**

Zebrane dane wskazują, że 21 zakładów wykorzystuje wodę pochodzącą z recyklingu (zob. tabela 4.33).

**Tabela 4.33: Przykłady zakładów wykorzystujących wodę pochodzącą z recyklingu**

Rodzaj przetwarzania biologicznego	Numer zakładu	Procent wykorzystywanej wody pochodzącej z recyklingu (%)	Komentarz
Beztlenowe	097	100	Woda deszczowa z dachów jest wykorzystywana do mycia maszyn.
Beztlenowe	255	70	Używana do mieszania bioodpadów do jednostki fermentacyjnej.
Beztlenowe	377	50	NI
Beztlenowe	113	26	W oparciu o obliczenia bilansu materiałowego, woda do czyszczenia i rozcieńczania
Beztlenowe	382	61	Dotyczy to wody poddawanej bezpośredniemu recyklingowi oraz części pochodzącej z oczyszczalni ścieków
Beztlenowe	459	78	Dotyczy wody deszczowej, oczyszczonych ścieków i ścieków z mokrej obróbki wstępnej (celulozy).
Beztlenowe	541	100	Woda deszczowa jest zbierana i wykorzystywana w procesie AD oraz do nawadniania biofiltrów
Tlenowe pod dachem	062	78	Wykorzystanie deszczówki w procesie kompostowania jest zmaksymalizowane i dodatkowo zmniejsza ilość ścieków przesyłanych do oczyszczalni.
Tlenowe pod dachem	518	58	Zbieranie deszczówki
Tlenowe pod dachem	520	23	Zbieranie deszczówki
Tlenowe pod dachem	621	100	Szacunkowa wartość odzyskanej z recyklingu deszczówki
Tlenowe pod dachem	460	78	Redukcja emisji do atmosfery, płuczka, woda deszczowa + oczyszczone ścieki do czyszczenia i płukania instalacji, skruberów oraz innych urządzeń.
MBT	349	47	NI
MBT	415	51	NI
Tlenowe na wolnym powietrzu	069	100	Deszczówka/odciek
Tlenowe na wolnym powietrzu	073	100	Odływ i odciek
Tlenowe na wolnym powietrzu	104	100	Oczyszczona woda/odciek jest stosowana przede wszystkim w celu zapobiegania uciążliwościom związanym z pyłem.
Tlenowe na wolnym powietrzu	124	98	Woda zebrana w zakładzie (odciek + deszczówka) wykorzystywana w procesie
Tlenowe na wolnym powietrzu	417	100	NI
Tlenowe na wolnym powietrzu	418	100	NI
Tlenowe na wolnym powietrzu	419	50	NI

Uwaga: NI = Brak danych.



### Literatura źródłowa

[152. Sauer i inni 2013], [49. Podgrupa bio. 2014], [42. WT TWG 2014], [21. WT TWG 2016]

#### 4.5.2 Techniki przetwarzania (oczyszczania, rozkładu, uzdatniania) tlenowego

##### 4.5.2.1 Monitorowanie procesów tlenowych w celu poprawy efektywności środowiskowej

###### Opis

Monitorowanie i/lub kontrola kluczowych parametrów odpadów i procesów w celu poprawy ogólnej efektywności środowiskowej obejmuje:

- kontrola charakterystyki wejściowej odpadów (np. stosunek C:N, wielkość cząstek);
- kontrola temperatury i wilgotności w różnych punktach przyzmy;
- napowietrzanie przyzmy (np. poprzez częste obracanie, stężenie O<sub>2</sub> i/lub CO<sub>2</sub> w przyzmy, temperaturę strumieni powietrza w przypadku napowietrzania wymuszonego);
- chłonność, wysokość oraz szerokość przyzmy.

###### Szczegóły techniczne

###### *Charakterystyka odpadów wejściowych*

Prawidłowe przygotowanie odpadów poprawia wydajność procesu biologicznego, wpływa na jakość produkcji i przyczynia się do redukcji odorów. Obejmuje ono następujące elementy:

- Rozpoznanie uciążliwych odpadów po ich dostarczeniu na teren zakładu tak szybko, jak to możliwe.
- W przypadku łączonego kompostowania pod dachem (etap intensywnego rozkładu) i na zewnątrz (dojrzewanie), zapewnienie, że etap sanityzacji jest kompletny, a biomasa będzie w zamkniętych budynkach wystarczająco stabilna, tak aby na etapie utwardzania na otwartym powietrzu obecne były wyłącznie materiały nie wydzielające odoru.
- Optymalizację rozmiaru cząsteczek, który można osiągnąć poprzez rozdrabnianie surowców tak, aby stworzyć idealne środowisko dla kompostujących mikroorganizmów oraz zwiększyć biodegradację.
- Unikanie za wcześnie rozpoczętego etapu rafinacji w celu zmniejszenia zbyt dużej ilości cząstek, co utrudniłoby dyfuzję powietrza przez materiał, który nadal musi zostać poddany transformacji biochemicznej (mniejszy rozmiar cząstek mógłby spowodować utratę struktury bioodpadów oraz zwiększyć prawdopodobieństwo ich rozkładu beztlenowego).
- Mieszanie materiałów wejściowych w celu osiągnięcia optymalnego stosunku węgla do azotu (C:N) w danej partii. Przy niskim stosunku C:N emisje NH<sub>3</sub> rosną wraz ze wzrostem temperatury kompostowania. Stosunek C:N > 20 minimalizuje powstawanie NH<sub>3</sub>. Jednakże wraz ze wzrostem tego współczynnika (do ponad 35) tempo kompostowania będzie spadać, ponieważ N będzie ograniczało tempo.
- Ocenę przyjętego ładunku w celu określenia wymogów przetwarzania i ewentualnych problemów. Wszelkie przyjmowane ładunki wilgotne lub mokre są rutynowo mieszane z innymi drewnianymi lub suchymi wsadami lub nadwymiarowym materiałem kompostowym (przesiewanie kompostu) po rozładowaniu w celu zmniejszenia możliwości wystąpienia warunków beztlenowych, powodujących uwalnianie odoru.
- Dodanie dojrzałego kompostu może być korzystne w celu ułatwienia skutecznego tworzenia się substancji humusowych (humifikacja) oraz wprowadzania lotnych związków węgla i azotu do bardziej złożonych związków.
- Dodatki do procesu kompostowania (np. inokulanty lub aktywatory pochodzenia mineralnego lub biologicznego) mogą być dodawane na tym etapie procesu lub na późniejszych etapach w celu usprawnienia przetwarzania lub zapewnienia niezbędnej różnorodności gatunków bakterii tak, aby zagwarantować spójność działania zakładu. Stosuje się je tylko wtedy, gdy mają na celu przyniesienie korzyści procesowi

kompostowania lub zmniejszenie emisji, bez znaczącego niekorzystnego wpływu na właściwości kompostu.

- Zapobieganie powstawaniu stagnacji w odcieku (np. zapewnienie właściwego nachylenia nawierzchni utwardzonej).
- Unikanie magazynowania na zewnątrz gruboziarnistych odpadów z etapów wstępnego przesiewania, ponieważ zawierałyby one również pewien procent materiałów fermentujących.
- Stosowanie odczynników powierzchniowo czynnych.

#### Wilgotność

Idealna wilgotność na początku procesu kompostowania wynosi poniżej 60-65 % (masa/masa) oraz pomiędzy 30 % a 65 % (masa/masa) w trakcie procesu. Rejestruje się następujące dane:

- ocenę wilgotności (ocena kompostowania w pomieszczeniach może wymagać przeprowadzenia przed i w trakcie działań związanych z transferem);
- datę nawadniania;
- pochodzenie wykorzystywanej wody (np. woda ze studni, woda z dachu, woda odciekowa z obszaru intensywnego rozkładu lub wyładunku, woda odciekowa z obszaru dojrzewania oraz magazynowania kompostu).

Wilgotność jest kontrolowana podczas całego procesu kompostowania. Można to zrobić za pomocą kontroli wzrokowej połączonej z jedną z poniższych metod:

- Test "ściskania lub pięści", który jest najczęściej stosowany przez operatorów. Polega on na uchwyceniu i zaciśnięciu próbki w rękawiczce przez około 10 sekund, a następnie otwarciu i ocenieniu zawartości wilgoci zgodnie z poniższą tabelą 4.34. Jest to test subiektywny, ale uważany za wiarygodny, jeżeli jest przeprowadzany przez doświadczonego operatora.
- Urządzenie do monitorowania wilgotności z możliwością odczytu lub podłączenia do systemu przechwytywania danych.
- Metoda suszenia w piecu (bardziej dokładna), po której następuje obliczenie zmiany masy po zważeniu próbki przed i po "suszeniu i chłodzeniu".

Ponieważ wyniki próby ściskania oraz techniki sondy wilgotności są mniej dokładne, w miarę możliwości można je weryfikować w regularnych odstępach czasu poprzez porównanie z wynikami ilościowymi (% masy/masy) uzyskanymi przy użyciu metody suszenia w piecu.

**Tabela 4.34: Wskaźnik oceny wilgotności**

Indeks	Typowe zachowanie próbki	Interpretacja
1	Woda wycieka	Za mokra
2	Pojawia się więcej niż jedna kropla	Za mokra
3	Pojawia się jedna kropla	OK
4	Cząsteczki kompostu pozostają spakowane razem i nie pojawiają się żadne krople.	OK
5	Cząsteczki kompostu odpadają od siebie nawzajem.	Za sucha

#### Napowietrzanie przyzmy

Monitorowanie napowietrzania ma na celu zapewnienie utrzymania odpowiednich warunków tlenowych. Ponadto utrzymująca się przez dłuższy czas wysoka temperatura, po sanitzacji termicznej, prowadzi do powstawania substancji wydzielających odory i amoniaku. Rejestruje się następujące parametry:

- Częstotliwość obracania (np. w przypadku kompostowania w przyźmie na otwartym powietrzu) lub tlenu i/lub CO<sub>2</sub>.
  - W przypadku systemów kompostowania zamkniętego, dopływ powietrza może być również kontrolowany poprzez monitorowanie temperatury powietrza procesowego, poprzez czujniki temperatury w rurach doprowadzających i/lub odprowadzających powietrze w systemach z wymuszonym napowietrzaniem. Natężenie przepływu powietrza będzie regulowane na podstawie zmierzonych wartości temperatury.

Tabela 4.35 podsumowuje środki zapobiegające niedoborom tlenu oraz nadmiarowi wody podczas kompostowania.

**Tabela 4.35: Środki zapobiegające niedoborom tlenu podczas kompostowania**

<p><b>Środki zapobiegające powstawaniu nadmiaru wody</b></p>	<p><u>Redukcja wody na wejściu:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wybierz suchy materiał wsadowy o wysokiej zdolności zatrzymywania wody.</li> <li>• Dodaj materiały wsadowe o wysokiej wartości C:N (rozdrobione drewno, kora, trociny, suchy kompost itp.).</li> <li>• W przypadku silnych opadów deszczu: przykryj trójkątne przyzmy na wolnym powietrzu geowłókniną (odprowadza 80-90 % wody deszczowej).</li> <li>• Ukształtuj przyzmę aby swobodnie odprowadzać wodę.</li> </ul> <p><u>Zwiększenie uwalnianie wody:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Upewnij się, że początkowa "mieszanka" materiałów jest zrównoważona i porowatość zmaksymalizowana.</li> <li>• Odkrywaj przyzmy w dni o wysokim potencjale parowania.</li> </ul>
<p><b>Środki mające na celu poprawę struktury</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• W razie potrzeby wymieszaj z dodatkowymi środkami spęczniającymi (rozdrobione ścinki krzewów).</li> <li>• W razie potrzeby zwiększ ilość środków spęczniających, szczególnie na dnie hałdy. Utwórz warstwę podstawową, tworząc strukturę rozdrobnionego drewna.</li> <li>• W celu "otwarcia" struktury wsadu zastosuj elementy ponadgabarytowe.</li> <li>• Porowatość jest kluczowym czynnikiem w powstawaniu odorów. Gęstość materiału można zoptymalizować od samego początku poprzez efektywne mieszanie i łączenie surowców wsadowych. Umożliwi to odpowiedni przepływ powietrza w całym stosie.</li> </ul>
<p><b>Budowa przyzmy</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ustaw luźne, dobrze skonstruowane przyzmy na początkową fazę intensywnej degradacji.</li> <li>• Optymalna wysokość stosu/pryzmy powinna mieścić się w zakresie od 1.5 do 3 metrów i zależy od:                     <ul style="list-style-type: none"> <li>○ czasu rozkładu (im bardziej dojrzały, tym wyższe mogą być stopy);</li> <li>○ stabilności strukturalnej całej mieszanki;</li> <li>○ zainstalowania układu napowietrzania wymuszonego (naprzemiennie dodatni [nadmuchiwanie] i ujemny [wyciąganie]).</li> </ul> </li> <li>• Poprzez mechaniczne mieszanie (obracanie) powstają nowe dostępne powierzchnie i zwiększa się wymiana powietrza.</li> </ul>
<p><i>Źródło:</i> Zaadaptowano z [153. Bidlingmaier i inni 1997], [83. UK EA 2013]</p>	

Tabela 4.36 przedstawia zalety i wady napowietrzania dodatniego i ujemnego.

Tabela 4.36: Zalety/wady systemów nadciśnieniowych i ssawnych

	Zalety	Wady
Nadciśnienie (system napowietrzania dodatniego - nadmuchiwanie)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Niższe ryzyko zawilgocenia i zagęszczenia napowietrzanej dolnej części pryzmy/stosu</li> <li>Kontrola przepływu powietrza i naturalnej emisji ciepła</li> <li>Ograniczone wymagania dotyczące konstrukcji podłogi napowietrzającej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mieszanie powietrza z hałdy z powietrzem z hali</li> <li>Ograniczona dostępność w hali</li> <li>Znaczna korozja elementów konstrukcyjnych i maszyn oraz zwiększone koszty zużycia i konserwacji</li> <li>Nie jest możliwe określenie parametrów procesowych powietrza odlotowego</li> <li>Degradacja biologiczna może być kontrolowana tylko poprzez pomiary pośrednie oraz doświadczenie</li> <li>Oddzielne przetwarzanie i oczyszczanie hałdy i hali nie jest możliwe</li> </ul>
Ssanie (układ napowietrzania ujemnego, wyciąganie)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tylko niewielkie zanieczyszczenie powietrza w hali przez powietrze z hałd</li> <li>Ograniczona korozja elementów konstrukcyjnych i maszyn</li> <li>Hala jest dostępna podczas napowietrzania hałdy</li> <li>Możliwość określenia parametrów procesu w powietrzu odlotowym z hałdy</li> <li>Możliwość oddzielnej zbiórki i przetwarzania powietrza z hałdy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Więcej ograniczeń dotyczących budowy podłogi napowietrzającej</li> <li>Większe ryzyko zawilgocenia</li> </ul>

Podłoga napowietrzająca z płytami listwowymi i przestrzenią pod nimi umożliwia równomierne napowietrzanie całej przestrzeni ruchomej/obrotowej.

Napowietrzanie jest dostosowane do stopnia biodegradacji materiału poprzez segmentację obszaru degradacji biologicznej na oddzielnie sterowane pola napowietrzania oraz poprzez regulację ilości powietrza na dane pole napowietrzania w zależności od temperatury i zawartości tlenu (z użyciem wentylatorów sterowanych częstotliwościowo lub poprzez zmianę cyklu pracy).

Równomierny przepływ przez materiał ulegający biodegradacji w podłogowych systemach tunelowych jest zapewniony dzięki zastosowaniu rur perforowanych oraz stosunkowo wysokich ciśnień.

Naturalne napowietrzanie w pryzmach na otwartym powietrzu opiera się na zasadzie naturalnej konwekcji, a podczas pierwszych etapów rozkładu mechaniczne mieszanie może powodować krótkotrwałe zwiększenie emisji odorów. Dlatego też w pryzmach na wolnym powietrzu warunki specyficzne dla danego miejsca są brane pod uwagę razem z właściwościami surowców oraz codziennymi operacjami zarządzania procesem.

Konkretne środki operacyjne mające na celu zmniejszenie emisji odorów z pryzm na otwartym powietrzu to:

- natychmiastowe i skuteczne przetwarzanie dostarczonych odpadów o wysokim potencjale tworzenia odorów (np. odpady spożywcze, świeże ściłki trawy);

- mieszanie z dobrze rozdrobnionymi i ustrukturyzowanymi odpadami ogrodowymi i parkowymi (utrzymanie wystarczającej ilości środków spęczniających utrzymując odpowiedni stosunek C:N oraz porowatość);
- regularne obracanie, aby uniknąć tworzenia się stref beztlenowych w pryzmach;
- ograniczanie wielkości pryzm;
  - utrzymywanie obiektu w czystości (regularne czyszczenie powierzchni, sprzętu, tras komunikacyjnych itp.);
  - obracanie pryzm tylko wtedy, gdy istnieje korzystny kierunek wiatru w stosunku do potencjalnie zagrożonego sąsiedztwa, jeśli jest to możliwe.

### Temperatura

Oprócz wpływu na jakość produktu wyjściowego, kontrola temperatury jest przydatna w celu zapewnienia optymalnej wydajności systemu redukcji emisji zanieczyszczeń (np. biofiltr, płuczka biologiczna). Ponadto wysokie temperatury utrzymujące się przez dłuższy czas po procesie higienizacji termicznej mogą prowadzić do wzrostu ilości odorów oraz amoniaku. Monitorowanie temperatury może być również wykorzystywane do kontroli napowietrzania.

Optymalna temperatura procesu wynosi od 55°C do 70°C.

Bardziej zaawansowane oprogramowanie do zarządzania kompostem umożliwiające zintegrowane monitorowanie tlenu, wilgotności, temperatury i dwutlenku węgla jest również dostępne do celów kontroli procesu i może pomóc operatorowi dokładniej zrozumieć warunki rzeczywiście występujące w masie kompostu.

Dokładniej rzecz ujmując, technika ta obejmuje następujące elementy:

- a. temperatura jest monitorowana z odpowiednią częstotliwością podczas fazy intensywnego kompostowania (w celu zapewnienia higienizacji termicznej);
- b. temperatura rejestrowana jest w reprezentatywnych punktach okresowo lub w sposób ciągły, zgodnie z ustaleniami systemu zarządzania jakością operatora, zazwyczaj co najmniej raz dziennie w ciągu całego okresu higienizacji;
- c. w celu ograniczenia powstawania odorów i amoniaku zaleca się unikanie utrzymywania się przez dłuższy czas bardzo wysokich temperatur po etapie higienizacji termicznej.

### **Korzyści dla środowiska**

- Zmniejszona emisja amoniaku, lotnych związków organicznych i odoru.
- Zmniejszona liczba skarg z sąsiedztwa.

### **Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Informacje na temat emisji odorów znajdują się w sekcji 4.5.1.3.

### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Podciśnienie działa "przeciwko grawitacji" - zużycie energii jest znacznie wyższe niż w przypadku nadciśnienia.

### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

#### Wilgotność

Monitorowanie wilgoci podczas procesu kompostowania wewnątrz zamkniętego budynku lub zbiornika jest zwykle trudne ze względu na kwestie bezpieczeństwa i higieny pracy. Regularne pomiary zawartości wilgoci w materiale wewnątrz zamkniętych systemów nie są technicznie wykonalne. Wilgotność można ocenić przed załadunkiem materiału do zamkniętego reaktora kompostującego oraz zmienić i wyregulować po wyjściu z etapu kompostowania zamkniętego. Optymalna wilgotność może być utrzymywana wewnątrz zamkniętej jednostki kompostującej w oparciu o doświadczenie operatora. Ponadto bilans wodny można określić, jeżeli przeanalizowana została początkowa zawartość wilgoci, a straty wody są szacowane poprzez obliczenie natężenia przepływu powietrza i zawartości wody w powietrzu wydechowym.

Należy zauważyć, że w niektórych przypadkach - np. w miesiącach zimowych, charakteryzujących się zazwyczaj wysokim stosunkiem C:N materiałowego wsadowego - operatorowi może być trudno utrzymać pożądany stosunek C:N.

**Ekonomika**

Koszty inwestycji związanej z budową podłogi napowietrzającej z płytami listwowymi oraz piwnicą napowietrzającą są o 40-50 % wyższe niż w przypadku innych dostępnych systemów (np. rur napowietrzających lub kanałów w dolnej części hali).

**Siła napędowa wdrażania**

- Zmniejszona ilość skarg z sąsiedztwa.
- Zwiększona jakość produktu wyjściowego.

**Przykładowe zakłady**

Zakłady 544, 546, 547, 548 oraz 622.

**Literatura źródłowa**

[91. UBA Niemcy 2003], [49. Podgrupa bio. 2014], [70. Amlinger i inni 2009], [151. Jacobs i inni 2007], [152. Sauer i inni 2013], [75. Umweltbundesamt (AT) 2015], [42. WT TWG 2014], [90. Hogg i inni 2002], [10. Bactie Group Ltd 2002], [33. EPA Irlandia 2003], [91. UBA Niemcy 2003], [18. WT TWG 2004]

**4.5.2.2 Techniki ograniczania emisji pyłów rozproszonych, odorów i bioaerozoli****Opis**

Określenie działalności obiektu oraz warunków meteorologicznych, które mogłyby potencjalnie generować pył, odory i bioaerozole oraz dostosowanie działań do tych warunków meteorologicznych.

**Szczegóły techniczne**

Następujące czynności/wydarzenia mogą powodować powstawanie pyłu i/lub bioaerozoli oraz odoru:

- ruch pojazdów i sprzętu w obrębie zakładu;
- rozdrabnianie surowców lub materiałów masowych;
- formowanie i obracanie stosów kompostu/pryzm oraz napełnianie zbiorników;
- wymuszone napowietrzanie zewnętrznych niezabezpieczonych pryzm;
- przesiewanie gotowego kompostu;
- rozpylanie odcieku, gdy jest on ponownie wykorzystywany w procesie kompostowania, w szczególności w przypadku stosowania zraszaczy (co skutkuje przede wszystkim wytwarzaniem bioaerozoli);
- silny wiatr.

Poniżej wymieniono konkretne metody postępowania w celu ograniczenia emisji pyłów, odorów i bioaerozoli. Opisane środki kontroli objęte są planem zarządzania emisjami rozproszonymi zakładu (zob. sekcja 2.3.5.3), chyba że przedstawiono dowody, że środki te nie są wykonalne, skuteczne lub użyteczne w konkretnej sytuacji.

- Pokrycie otwartych kontenerów w tranzycie do i z miejsca i w magazynie.
- Regularne sprzątanie (np. utrzymanie porządku i czystości na terenie zakładu, ruchomych maszyn i ładowarek).
- Powierzchnie zakładu, takie jak drogi i tory, są regularnie nawilżane i/lub zmiotane w celu tłumienia pyłu i bioaerozoli. Pochłaniacze mogą być używane do lepszego tłumienia zapylenia.
- Urządzenia i maszyny są odpowiednio utrzymywane, aby uniknąć powstawania pyłu.
- Skuteczne sterowanie wilgocą, temperaturą i dopływem powietrza dla wszystkich materiałów, które mogą generować pył i bioaerozole.
- Utrzymanie odpowiedniej zawartości wilgoci w całym procesie kompostowania w celu uniknięcia wysychania wsadu, materiałów do kompostowania i gotowego kompostu oraz potencjalnego powstawania pyłu i bioaerozoli podczas obchodzenia się z nimi.
- Nawadnianie partii wsadowej jest przeprowadzane, gdy parametry wilgotności spadną poniżej krytycznych wartości granicznych. Woda jest rozprowadzana równomiernie.

- Warunki pogodowe i kierunek wiatru są monitorowane i brane pod uwagę przy przeprowadzaniu głównych działań procesowych.
- Tworzenie lub obracanie pryzm lub stosów, jak również przesiewanie i rozdrabnianie nie są podejmowane w przypadku niekorzystnych warunków meteorologicznych (np. gdy prędkość wiatru jest zbyt niska lub zbyt wysoka lub wiatr wieje w kierunku wrażliwych receptorów).
  - Pryzmy są zorientowane tak, aby uwzględniały kierunek wiejącego wiatru. Najmniejsza możliwa powierzchnia masy kompostującej powinna być narażona na działanie wiatru w celu zmniejszenia rozproszenia zanieczyszczeń z powierzchni pryzmy.
  - Pryzmy i stosy powinny znajdować się na najniższej położonych terenach w ogólnym układzie obiektu.
  - Bariery fizyczne, takie jak wały z ziemi, ściany lub granice drzew, mogą ograniczyć emisję pyłów i bioaerozoli opuszczających zakład. Zastosowanie ekranów dla sit i zasobników może być przydatne w ograniczaniu rozprzestrzeniania się pyłu i bioaerozoli.
  - Kompostowanie, przesiewanie i rozdrabnianie powinno odbywać się w zamkniętym pomieszczeniu, takim jak budynek lub zbiornik wyposażony w system redukcji emisji.

### **Korzyści dla środowiska**

Redukcja emisji rozproszonych pyłów i bioaerozoli do atmosfery z działalności związanej z kompostowaniem.

### **Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Nie dostarczono danych.

### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Kontrola zapylenia oznacza większe zużycie wody. Wyższy współczynnik wentylacji oznacza również większe zużycie energii.

### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Technika ogólnie dostępna.

### **Ekonomika**

Nie dostarczono danych.

### **Siła napędowa wdrażania**

- Prawodawstwo w zakresie ochrony środowiska, zdrowia i bezpieczeństwa.
- Uwarunkowania lokalne.

### **Przykładowe zakłady**

Technika powszechnie stosowana w sektorze.

### **Literatura źródłowa**

[\[49. Podgrupa bio. 2014\]](#)

## **4.5.2.3 Półprzepuszczalne osłony membranowe z wymuszonym napowietrzaniem**

### **Opis**

Pryzmy lub stosy pokrywane są półprzepuszczalnymi osłonami membranowymi, które są metodą oczyszczania emisji, takich jak odory, amoniak, lotne związki organiczne, pył i bioaerozole z aktywnej hałdy kompostującej.

### **Szczegóły techniczne**

W przeciwieństwie do technik końca rury, systemy te realizują redukcję emisji u źródła. Osłona tworzona jest przez laminat tekstylny, a membrana jest warstwą środkową jako element funkcyjny. Retencja emisji opiera się na połączeniu warstwy ciekłego kondensatu powstającego na wewnętrznej powierzchni osłony, która działa jako połączenie płukania biologicznego rozpuszczającego większość substancji gazowych oraz półprzepuszczalnych właściwości membrany.

Wskutek działania siły grawitacji powstające krople spływają w dół, utrzymując stałą wymianę z wodą nasycającą niższe partie przyzmy, co zapewnia zdolność zatrzymywania odorów.

Inną ważną funkcją półprzepuszczalnej osłony membranowej jako elementu systemu jest zapewnienie optymalnego gospodarowania wilgocią podczas wyżej wymienionych biologicznych procesów przetwarzania.

Instalacja z półprzepuszczalną osłoną membranową została zaprojektowana w taki sposób, że osłona jest szczelnie połączona z elementami ją mocującymi w celu ułatwienia przepływu powietrza wywiewanego przez membranę. Ciśnienie zwrotne zapewnia jednorodny dopływ powietrza do hałdy, co ułatwia przeprowadzanie prawidłowych procesów oczyszczania biologicznego.

Odporność na wodę, jak również charakterystyka przenoszenia wilgoci i powietrza laminatu w połączeniu z procesem kontrolowanym przez czujnik (temperatura i/lub tlen) zapobiegają powstawaniu zawilgocenia lub zbyt szybkiemu wysychaniu materiału wsadowego.

Hermetyzacja z półprzepuszczalnymi osłonami membranowymi i laminatami może być realizowana przez różne konstrukcje w zależności od lokalizacji zakładu. Poniższa lista opisuje reprezentatywne spektrum projektowe:

1. Projekty wymagające urządzeń do przenoszenia osłony:
  - a. wersja z hałdą z osłoną przytwierdzoną do podłoża;
  - b. wersja ze ścianą boczną z osłoną uszczelnioną do niej, jak również do ściany pchającej.
2. Projekty konstrukcyjne z półprzepuszczalnymi laminatami membranowymi montowanymi do ruchomej konstrukcji ramowej:
  - a. wersja motylkowa (dach dwuspadowy zawiasowy z dwiema otwieranymi połówkami) ze wspólną ścianą;
  - b. wersja z dachem podnoszonym, ze wspólną ścianą.
3. Projekty łączone:
  - a. zamknięta elastyczna osłona hermetyczna połączona z ujemnie napowietrzanym budynkiem (tunel zasilający).

Wersje konstrukcyjne 2 i 3 są skonstruowane w taki sposób, że pokrywa/dach może być podnoszona w celu zapewnienia dostępu dla pojazdów ładunkowych.

Wersje konstrukcyjne 1a i 1b wymagają zastosowania urządzeń nawijających do pokrywania, jak również do odsłaniania hałdy. Urządzenia te mogą mieć np. postać przewijarki ruchomej w przypadku wersji 1a lub zamontowanej np. do ściany pchającej, w przypadku wersji 1b.

Wszystkie wersje są zaprojektowane w taki sposób, że połączenia pomiędzy laminatem pokrywy a instalacją, takie jak połączenia pomiędzy podłożem (1a) lub ścianą boczną i ścianą przesuwaną (1b) lub wspólną ścianą (2) i pokrywą, będą uszczelnione w celu uniknięcia powstawania strumieni obejściowych.

Wersje hałdowe (1a) mogą być uszczelnione do podłoża poprzez obciążenie obciążnikami listwy szkieletowej osłony wykonanej z nieprzepuszczalnego materiału lub, w przypadku wersji ścian bocznych (1b), za pomocą elastycznych lin przewleczonych przez oczko w listwie krawędziowej, które mocują i w ten sposób uszczelniają krawędź osłony do góry ściany bocznej.

W przypadku innych konstrukcji (2 i 3) można na przykład zaprojektować połączenie:

- tak aby ruchome elementy, takie jak dachy lub drzwi wejściowe, były wyposażone w odpowiednie środki, takie jak gumowe krawędzie lub profile, zapewniające niezbędną szczelność przy zamkniętej instalacji;
- poprzez przymocowanie osłony do ściany, podczas gdy sama osłona jest dostosowana tak, aby utworzyć bufor wyrównujący różnicę wysokości przy podnoszeniu.





**Korzyści dla środowiska**

- Niskie zużycie energii: 1,5-4 kWh/t materiału wsadowego (w zależności od projektu i rodzaju biologicznego przetwarzania tlenowego).
- Redukcja emisji bez konieczności wymiany mediów (bez zubożenia), jak w przypadku biofiltrów.
- Brak odorów wytwarzanych przechodzących przez półprzepuszczalną powłokę membranową.
- Najniższy ekwiwalent dwutlenku węgla w porównaniu z innymi technologiami kompostowania.

**Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Zakres wydajności, w którym zrealizowano obudowę z półprzepuszczalnymi osłonami membranowymi wynosi od 2 000 t/rok do 620 000 t/rok. W ciągu ostatnich 20 lat na terenie Unii Europejskiej zainstalowało je około 200 zakładów.

Tabela 4.37 opisuje wydajność redukcji emisji wymienionych zanieczyszczeń, przykładowo wykorzystując wydajność osłony, która stanowi względne porównanie atmosfery powyżej i poniżej osłony:

- w oparciu o dwa rzeczywiste pomiary powyżej i poniżej osłony;
- w przypadku amoniaku i LZO, względne porównanie jednego rzeczywistego pomiaru powyżej osłony z tzw. współczynnikiem bazowym, który jest opisany jako znormalizowana emisja z otwartej, nie napowietrzanej przyzmy kompostującej.

**Tabela 4.37: Ograniczanie emisji jako sprawność pokrywy w porównaniu do współczynnika bazowego półprzepuszczalnych osłon membranowych**

Rodzaj emisji	Efektywność osłony	vs. Współczynnik bazowy
Odory	90–97 % (1, 2, 3)	Nie dotyczy
Bioaerozole	99,99 % (1,3)	Nie dotyczy
Pył/cząsteczki zawieszane (4)	99,99 % (4) (niewykrywalna)	Nie dotyczy
Amoniak	Brak danych	80 % (5,6)
LZO	90–95 % (7)	90–98 % (7)

Źródło:

(1) [\[150. Kühner 2001\]](#)

(2) [\[154. Kuhner 2000\]](#)

(3) Wejście: bioodpady; pomiary przeprowadzane przy użyciu tego samego produktu co w (6).

(4) PM 2.5 Skuteczność filtracji cząstek zawieszonych zgodnie z "VDI 3926, Part 2 Testing of Filter Media for Cleanable Filters under Operational Conditions from December 1994" (VDI 3926, część 2 - Badanie wkładów filtracyjnych do filtrów nadających się do oczyszczenia stosowanych w warunkach eksploatacyjnych od grudnia 1994 r.). Test został przeprowadzony na materiale GORE® L3650, który jest suchym środkiem filtrującym z membraną ePTFE o znacznie większej porowatej strukturze. Ma to znaczenie jedynie orientacyjne. Wydajność membrany GORE® ePTFE z GORE® Heap Cover jest podobno znacznie lepsza ze względu na ściślejszą strukturę porów i fakt, że test suchej filtracji stanowi najgorszy scenariusz. W tym teście nie można brać pod uwagę efektu wychwytywania kondensatu wodnego dla drobnych cząstek zawieszonych.

(5) [\[155. Schmidt i inni 2009\]](#)

(6) Wejście: odpady biologiczne stałe/Szlam kanalizacyjny; pomiary przeprowadzone przy użyciu GORE® Heap Cover z półprzepuszczalną membraną GORE® ePTFE.

(7) Pomiary z użyciem różnych materiałów wsadowych w ramach projektu mającego na celu udowodnienie istnienia GORE® Heap.

Osłona jako BACT (Best Available Control Technology - Najlepsza Dostępna Technologia Kontroli) zgodnie z SJVAPCD (San Joaquin Valley Air Pollution Control District; CA) zasada 4565 oraz zasada 4566 i SCAQMD (Southern California Air Quality Management District; CA) zasada 1133.

Wydajność hermetyzacji z półprzepuszczalną membraną osłaniającą, w wersji projektowej 1b, pozwoliła uzyskać kontrolę odoru podobną lub lepszą niż w przypadku konwencjonalnych systemów kompostowania w tunelu z biofiltrem i późniejszego dojrzewania w przypadku zakładu o rocznej wydajności 60 000 ton mieszanego wsadu odpadów (70 % bioodpadów i 30 % odpadów zielonych). [\[156. Bruyn 2011\]](#)

Membrany półprzepuszczalne nie kontrolują emisji, gdy membrana nie pokrywa odpadów, na przykład podczas załadunku, wszelkich operacji obracania i usuwania odpadów. Ponadto, jeśli całkowite uszczelnienie nie jest utrzymywane w taki sposób, że cały przepływ powietrza jest kierowany przez membranę, dochodzi do uwolnienia związków wydzielających odory.

### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Nie zidentyfikowane.

### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Technologia ogólnie stosowana w przypadku przetwarzania tlenowego.

### **Ekonomika**

Projekty hermetyzacji z zastosowaniem półprzepuszczalnych osłon membranowych mają zwykle niższe koszty inwestycyjne i operacyjne w porównaniu z projektami budowlanymi. Koszty kapitałowe mogą wzrosnąć wraz ze wzrostem ilości i jakości komponentów konstrukcyjnych (od wersji 1a jako najniższej do 3 jako najwyższej); jednakże wersje konstrukcyjne mogą uprościć procedurę operacyjną.

W odniesieniu do wyników w zakresie redukcji emisji, nie dochodzi do uszczuplenia jakichkolwiek mediów, ponieważ nie zachodzą procesy chemiczne lub biochemiczne z udziałem materiałów powłok osłaniających. W tym przypadku nacisk kładzie się na zachowanie integralności powłoki laminatu, który składa się z membrany oraz tkaniny przedniej i tylnej. Jest to zapewnione poprzez dobrą praktykę, jak również wykorzystanie odpowiednich urządzeń manipulacyjnych dla konstrukcji, które wymagają, aby pokrywa poruszała się w celu otwarcia i zamknięcia zabudowanego reaktora (1a i 1b). W projektach, w których laminat jest montowany do ramy, ryzyko uszkodzenia jest, ze względu na charakter projektu, mało prawdopodobne. Na przykład doświadczenie z półprzepuszczalnymi osłonami membranowymi pokazuje, że przy stosowaniu najlepszych praktyk średni okres użytkowania wynosi od pięciu do siedmiu lat. [\[157. Peche i inni 2014\]](#)

### **Siła napędowa wdrażania**

- Technologia prosta i wytrzymała.
- Znacznie niższe koszty kapitałowe w porównaniu z tradycyjnymi technologiami budowlanymi.
- Niskie koszty utrzymania i eksploatacji.
- Technologia "końca rury" nie jest konieczna, z wyjątkiem wersji konstrukcyjnej 3a. Wersja ta pozwala jednak na znacznie mniejsze konstrukcje związane z przetwarzaniem "końca rury" z uwagi na fakt, że tylko powietrze z podłączonego tunelu zasilającego wymaga przetwarzania. Powietrze procesowe z obróbki biologicznej jest obsługiwane przez "obudowę z półprzepuszczalną osłoną membranową".

### **Przykładowe zakłady**

Zakłady 579, 580 oraz 635.

### **Literatura źródłowa**

[\[150. Kühner 2001\]](#), [\[155. Schmidt i inni 2009\]](#), [\[156. Bruyn 2011\]](#), [\[157. Peche i inni 2014\]](#), [\[158. Podgrupa bio. 2015\]](#), [\[42. WT TWG 2014\]](#)

### 4.5.3 Techniki przetwarzania (degradacja, rozkład, fermentacja) beztlenowego

#### 4.5.3.1 Monitorowanie odpadów oraz procesów beztlenowych

##### Opis

System monitorowania procesów i odpadów, ręczny i/lub instrumentalny, stosowany do:

- zapewnienia stabilnej pracy komory fermentacyjnej;
- zminimalizowania trudności operacyjnych, takich jak spienianie, które mogą prowadzić do emisji odorów;
- zapewnienie wystarczającego wczesnego ostrzegania o awariach systemu, które mogą prowadzić do utraty bariery ochronnej i wybuchu (np. zablokowanie zaworów bezpieczeństwa ciśnienia, powodujące wzrost ciśnienia w zbiorniku i w konsekwencji awarię).

##### Szczegóły techniczne

Monitorowanie i kontrola procesów i odpadów jest głównym działaniem zapobiegawczym w zakresie redukcji emisji do atmosfery, jak również związanym z wytwarzaniem stabilnego materiału pofermentacyjnego. W zależności od materiału wsadowego, przyjętego systemu fermentacji beztlenowej i wykorzystania odpadu przefermentowanego, kluczowe czynniki procesu fermentacji, które należy monitorować w celu lepszej kontroli i optymalizacji procesu lub skrócenia czasu odzysku po wystąpieniu problemu, obejmują:

- pH oraz zasadowość wsadu do komory fermentacyjnej;
- temperaturę pracy komory fermentacyjnej;
- hydrauliczną prędkość załadunku;
- stężenie lotnych kwasów tłuszczowych (VFA) i amoniaku w komórce fermentacyjnej i w odpadach pofermentacyjnych;
- ilość i skład biogazu (np.  $H_2S$ ) oraz jego ciśnienie;
- poziom cieczy i piany w zbiorniku fermentacyjnym.

System monitorowania został zaprojektowany w taki sposób, aby możliwe było pobieranie wymaganych próbek materiału wejściowego do komór fermentacyjnych, substratu w komórce fermentacyjnej, materiału przefermentowanego i biogazu w kluczowych punktach procesu oraz okresowe badanie wydajności komory fermentacyjnej. W przypadku dużych instalacji AD można rozważyć możliwość udostępnienia laboratoriów na terenie zakładu wykonujących analizę próbek.

Niektóre dodatkowe techniki fermentacji beztlenowej mogą obejmować następujące elementy:

- a. Przechowywanie niedostatecznie ustabilizowanych płynnych produktów przefermentowanych w zamkniętym magazynie ze zbieraniem gazu lub oczyszczaniem powietrza odlotowego w celu zminimalizowania emisji metanu i amoniaku (zob. sekcja 2.3.5.3).
- b. Unikanie emisji z niekontrolowanych procesów beztlenowych podczas postkompostowania poprzez odpowiedni etap napowietrzania (patrz sekcja 4.5.2.1). Wdrożenie programu wykrywania nieszczelności i naprawy (LDAR), np. za pomocą kamery IR, identyfikującej znaczne emisje niezorganizowane (ulotne) do atmosfery. Podjęcie działań konserwacyjnych w celu usunięcia wszelkich wykrytych wycieków metanu, np. wymiana zaworu (zob. sekcja 2.3.5.4).

##### Korzyści dla środowiska

Osiągnięte korzyści środowiskowe tej techniki obejmują:

- poprawę efektywności procesu;
- unikanie emisji odorów.

### **Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

We wszystkich okolicznościach konieczne jest kontrolowanie i monitorowanie odpowiednich parametrów materiału wsadowego, komory fermentacyjnej i odpadu przefermentowanego w regularnych odstępach czasu w celu zapewnienia dobrego funkcjonowania instalacji. Monitorowanie obejmuje rejestrowanie, sprawdzanie i działanie na podstawie danych w częstych odstępach czasu, zależnych od tempa zmian w procesie.

Wzrost produkcji biogazu w odniesieniu do ilości wsadu jest zazwyczaj skorelowany ze zwiększoną stabilnością produkowanego odpadu przefermentowanego, ponieważ zostaje on lepiej strawiony mikrobiologicznie, o ile wsad nie ulegnie zmianie. Istnieje również korelacja pomiędzy stanem higienicznym a produkcją biogazu, ponieważ większa ilość mikroorganizmów tworzących metan wypiera bakterie patogeniczne. Ma to pośredni wpływ na jakość odpadu przefermentowanego.

### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Nie zidentyfikowano.

### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Technika ogólnie dostępna.

### **Ekonomika**

Im większe obciążenie organiczne, tym większy potencjał gazowy. Im dłuższy czas retencji, tym mniej materiału można przetworzyć. Jeżeli za odpady pobierana jest opłata wjazdowa, będzie to miało wpływ na gospodarkę zakładu. Wszystkie parametry muszą być zoptymalizowane w połączeniu ze sobą.

### **Siła napędowa wdrażania**

- Prawodawstwo dotyczące ochrony środowiska.
- Poprawa produkcji i jakości biogazu.
- Poprawa jakości masy pofermentacyjnej.

### **Przykładowe zakłady**

Technika powszechnie stosowana w sektorze.

### **Literatura źródłowa**

[\[49. Podgrupa bio 2014\]](#), [\[42. WT TWG 2014\]](#), [\[132. UK EA 2013\]](#)

## **4.5.4 Techniki MBT**

Biorąc pod uwagę, że MBT jest połączeniem obróbki mechanicznej i biologicznej, techniki opisane w pkt 3.3, 4.5.1, 4.5.2 i 4.5.3 mają również częściowe lub pełne znaczenie dla MBT, w zależności od zastosowanych procesów podprocesów (np. tlenowych lub beztlenowych).

### **4.5.4.1 Środki mające na celu ograniczanie emisji do atmosfery**

#### **Opis**

Zintegrowane zarządzanie przepływem oraz strategia uzdatniania powietrza oparta na inwentaryzacji jego strumieni, która uwzględnia następujące zasady:

- a. ograniczenie emisji rozproszonych do atmosfery;
- b. segregacja strumieni gazów odlotowych;
- c. recyrkulacja gazów odlotowych w procesie biologicznym.

Gaz odlotowy jest odpylany przed ponownym użyciem, np. za pomocą filtra workowego, a przed uwolnieniem jest poddawany obróbce za pomocą odpowiedniej kombinacji filtra workowego, biofiltra, płuczki, systemu adsorpcji z użyciem węgla aktywnego i/lub regeneracyjnego utleniacza termicznego.

## Szczegóły techniczne

### Ograniczenie emisji rozproszonych

- Obszary rozładunkowe w zamkniętych budynkach o podciśnieniu atmosferycznym i wyposażone w śluzy powietrzne, jak również wykorzystanie bunkrów zasilających i odbiorczych lub innych urządzeń do dostarczania, transportu i przechowywania substancji wejściowych.
- Hermetyzacja lub odsysanie powietrza (odsysanie w punkcie centralnym) dla źródeł emisji rozproszonych, takich jak mechaniczne przetwarzanie odpadów lub fizyczne oddzielanie odpadów, np. kruszenie, klasyfikowanie, sortowanie, mieszanie, homogenizowanie, odwadnianie, suszenie, granulowanie lub prasowanie. Stosowanie zamkniętych pojemników do usuwania materiałów wydzielających pył.
- Stosowanie hermetycznych lub zabudowanych systemów transportu i przetwarzania beztlenowych pozostałości fermentacyjnych. Powietrze odlotowe z tych systemów jest zbierane (hala, odsysanie u źródła), dzięki czemu może być ponownie wykorzystane w procesie lub oczyszczone.

### Segregacja strumieni gazów odlotowych

- Podział całkowitego strumienia gazów odlotowych na strumienie gazów o wysokiej zawartości zanieczyszczeń i strumienie gazów o niskiej zawartości zanieczyszczeń.

### Recyrkulacja gazów odlotowych

- Minimalizacja emisji gazów poprzez wielokrotne zastosowanie/kaskadowe wykorzystanie.
- Ponowne wykorzystanie gazów odlotowych (zwłaszcza tych o niskiej zawartości substancji szkodliwych) w miarę możliwości. Recyrkulacja gazów odlotowych zwiększa stężenie związków węgla, co sprawia, że utlenianie termiczne jest realną alternatywą dla biofiltra. Na przykład gaz odprowadzany z miejsca dostawy np. z niskich zbiorników i bunkrów podziemnych, z mechaniczną obróbką dostarczonych odpadów lub bez niej, lub recykling gazów o niskiej zawartości zanieczyszczeń i odpowiedniej temperaturze jest wykorzystywany jako dopływ powietrza (powietrza procesowego) do degradacji biologicznej.

### Techniki ograniczające

- Przetwarzanie przepływów częściowych za pomocą odpowiedniej kombinacji filtrów workowych, biofiltrów, płukania na mokro, systemów adsorpcji z użyciem węgla aktywnego oraz regeneracyjnego dopalacza termicznego RTO (dodatkowe informacje na temat każdej z tych technik można znaleźć w dokumencie CWW BREF [45. COM 2016]).
- Kontrola emisji do atmosfery związków organicznych, pyłów i amoniaku.

## Korzyści dla środowiska

Redukcja emisji do atmosfery.

## Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Tabele 4.38 i 4.39 przedstawiają efektywność środowiskową zakładów MBT w zakresie emisji pyłów i związków organicznych do atmosfery.

Tabela 4.38: Efektywność środowiskowa zakładów MBT pod względem emisji pyłów do atmosfery

Numer zakładu	Koncentracja minimalna (mg/Nm <sup>3</sup> )	Koncentracja średnia (mg/Nm <sup>3</sup> )	Koncentracja maksymalna (mg/Nm <sup>3</sup> )	Główna technika ograniczania/unikania emisji	Rodzaj pomiaru	Ilość pomiarów dokonana w 3 letnim okresie referencyjnym (2010-2012)
017_3	0.5	0.5	0.5	System filtrów workowo-tkaninowych	Okresowy	1
019	0.5	0.5	0.5	Biofiltracja, system płuczek kwaśnych	Okresowy	3
037	< 1	< 1	< 1	Chłodzenie, płukanie biologiczne, biofiltracja, płuczka wodna	Okresowy	3
127	0.15	0.15	0.15	System płuczek kwaśnych, biofiltracja, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego, biofiltracja	Okresowy	1
243	NA	0.90	NA	System płuczek kwaśnych, system filtrów workowo-tkaninowych, biofiltracja, regeneracyjne utlenianie termiczne	Ciągły	NA
244	0.8	0.3	0.3	Biofiltracja, regeneracyjne utlenianie termiczne, płukanie na mokro z wtryskiem sorbentu, system filtrów workowo-tkaninowych, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Ciągły	NA
257_2	ST: 0.4 LT: 0.8	ST: 0.9 LT: 1.2	ST: 0.9 LT: 1.3	System filtrów workowo-tkaninowych	Ciągły	NA
266	< 1	< 1	< 1	Biofiltracja, nawilżacz powietrza klimatyzujący powietrze doprowadzane do biofiltra, recykulacja powietrza do wentylacji tunelu	Ciągły	NA
267	NA	0.31	NA	System filtrów workowo-tkaninowych, system płuczek kwaśnych, biofiltracja, regeneracyjne utlenianie termiczne	Ciągły	NA
337_1	0.1	0.1	0.1	Biofiltracja, płukanie na mokro z wtryskiem sorbentu	Okresowy	1
337_2	0.2	0.2	0.2	System filtrów workowo-tkaninowych	Okresowy	1
350_1	0.3	0.70	1.3	Biofiltracja	Okresowy	6
350_2	0.33	0.97	3	Biofiltracja	Okresowy	6
350_3	0.6	1.10	2.5	Biofiltracja	Okresowy	6
452_2	5.47	5.84	6.58	Biofiltracja	Okresowy	3
573	0.21	0.56	0.91	Biofiltracja, system płuczek kwaśnych	Okresowy	2
628	NA	1.73	NA	Regeneracyjne utlenianie termiczne, system filtrów workowo-tkaninowych	Ciągły	NA

Uwagi:  
ST = Średnia krótkoterminowa (dla pomiarów ciągłych).  
LT = Średnia długoterminowa (dla pomiarów ciągłych).  
NA = Nie dotyczy.

**Tabela 4.39: Efektywność środowiskowa zakładów MBT pod względem emisji związków organicznych do atmosfery**

Numer zakładu	Zanieczyszczenie/pa- rametr	Koncentracja minimalna (mg/Nm <sup>3</sup> )	Koncentracja średnia (mg/Nm <sup>3</sup> )	Koncentracja maksymalna (mg/Nm <sup>3</sup> )	Główna technika ograniczania/unika- nia emisji	Rodzaj pomiaru	Ilość pomiarów dokonana w 3 letnim okresie referencyjnym (2010-2012)
017_1	Całkowite LZO	5	13	20	Wymiana ciepła przed biofiltrem, biofiltracja	Okresowy	3
017_2	Całkowite LZO	16	16	16	Biofiltracja	Okresowy	1
019	OWO	13	21	31	Biofiltracja, system płuczek kwaśnych	Okresowy	3
037	Całkowite LZO	3.7	6.8	11	Chłodzenie, płukanie biologiczne, biofiltracja, płuczka wodna	Okresowy	3
239	OWO	0.91	11.96	41.94	System płuczek kwaśnych, regeneracyjne utlenianie termiczne	Ciągły	NA
243	OWO	2.3	13.06	15.9	System płuczek kwaśnych, system filtrów workowo-tkaninowych, biofiltracja, regeneracyjne utlenianie termiczne	Ciągły	NA
244	OWO	5.2	5.2	5.2	Biofiltracja, regeneracyjne utlenianie termiczne, płukanie na mokro z wtryskiem sorbentu, system filtrów workowo-tkaninowych, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Ciągły	NA
257_1	OWO	ST: 6.2 LT: 5.4	ST: 10.76 LT: 6.2	ST: 10.76 LT: 6.3	Regeneracyjne utlenianie termiczne po przejściu przez wymiennik ciepła	Ciągły	NA
257_2	OWO	ST: 8.5 LT: 6.8	ST: 9.89 LT: 10.4	ST: 9.89 LT: 10.5	System filtrów workowo-tkaninowych	Ciągły	NA
266	OWO	7.2	9.35	9.4	Biofiltracja, nawilżacz powietrza klimatyzujący powietrze doprowadzane do biofiltra, recyrkulacja powietrza do wentylacji tunelu	Ciągły	NA
267	OWO	7.3	10.4	10.4	System filtrów workowo- tkaninowych, system płuczki kwaśnej, biofiltracja, regeneracyjne utlenianie termiczne	Ciągły	NA
337_1	Całkowite LZO	16.35	16.35	16.35	Biofiltracja, płukanie na mokro z wtryskiem sorbentu	Okresowy	1
350_1	Całkowite LZO	0.36	0.79	1.5	Biofiltracja	Okresowy	6
350_2	Całkowite LZO	0.36	1.15	5	Biofiltracja	Okresowy	6
350_3	Całkowite LZO	0.36	0.38	0.4	Biofiltracja	Okresowy	6
452_1	OWO	9.59	10.65	12.31	Biofiltracja	Okresowy	3
452_2	OWO	15.74	16.24	16.62	Biofiltracja	Okresowy	3
452_3	Całkowite LZO	0.77	14.19	27.8	Biofiltracja	Okresowy	6
628	OWO	4.5	5.5	5.5	Regeneracyjne utlenianie termiczne, system filtrów workowo- tkaninowych	Ciągły	NA

Uwaga: NA = Nie dotyczy. ST = Średnia krótkoterminowa (dla pomiarów ciągłych). LT = Średnia długoterminowa (dla pomiarów ciągłych).



### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Gdy strumień gazów odlotowych z recyrkulacji jest bardzo wilgotny, ich przetwarzanie może powodować problemy. W takich przypadkach konieczne jest skondensowanie pary wodnej, co oznacza chłodzenie powietrza przez wymienniki ciepła oraz uzdatnianie wody kondensacyjnej.

### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Zarządzanie gazami odlotowymi i wymagana konfiguracja obwodów powietrza (układ) mają wpływ zarówno na budowę, jak i inżynierię procesową instalacji. Następujące czynniki odgrywają kluczową rolę w każdej strategii gospodarowania gazami odlotowymi:

- minimalizacja gabarytów (objętości) hali;
- segmentacja jednostek operacyjnych;
- środki mające na celu aktywną i pasywną minimalizację emisji, bliskie ich źródłom.

W przypadku istniejących zakładów konfiguracja obwodów powietrza może stwarzać pewne ograniczenia w zastosowaniu powyższych technik. Celem uzyskania informacji na temat ograniczeń dotyczących możliwości zastosowania związanych z technikami redukcji emisji (tj. filtr tkaninowy, regeneracyjny utleniacz termiczny, biofiltr, płuczka i adsorpcja z użyciem węgla aktywnego), patrz dokument CWW BREF [\[45. COM 2016\]](#).

### **Ekonomika**

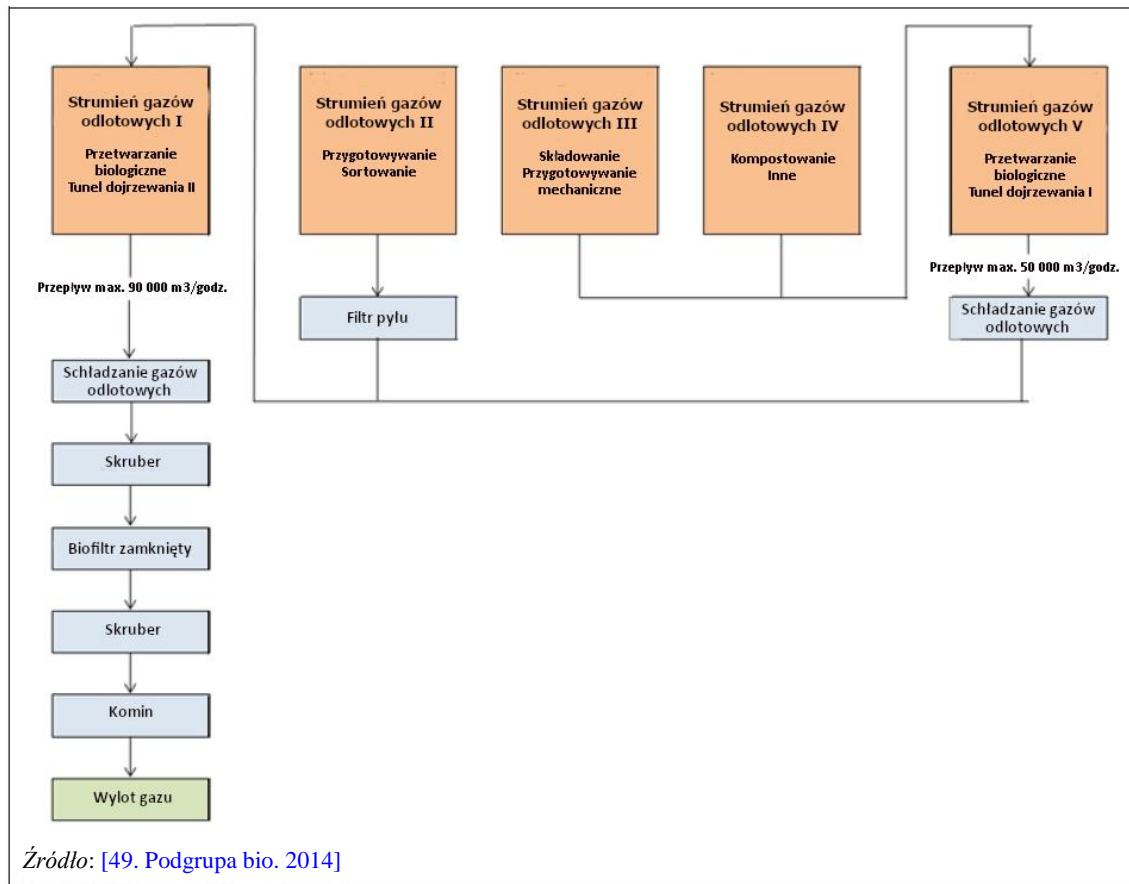
Techniki redukcji emisji (tj. filtr tkaninowy, regeneracyjny utleniacz termiczny, biofiltr, płuczka i adsorpcja z użyciem węgla aktywnego) można znaleźć w dokumencie CWW BREF [\[45. COM 2016\]](#).

### **Siła napędowa wdrażania**

Prawodawstwo dotyczące zanieczyszczenia powietrza.

### **Przykładowe zakłady**

Następujące zakłady ponownie wykorzystują w procesie biologicznym strumienie gazów odlotowych pochodzące z sortowania i przygotowywania odpadów i/lub z procesów obróbki mechanicznej (po odpyleniu filtrami workowymi): 17, 19, 37, 239, 267. Ilustracja 4.11 przedstawia przykład ewentualnej konfiguracji systemu zbierania powietrza odlotowego/zanieczyszczonego.



Ilustracja 4.11: Konfiguracja systemu kolekcji powietrza wylotowego w Zakładzie 37

#### Literatura źródłowa

[114. Greenpeace 2001], [94. Vrancken i inni 2001], [9. UK EA 2001], [10. Babcie Group Ltd 2002], [90. Hogg i inni 2002], [118. Hogg, D. 2001], [33. EPA Irlandia 2003], [91. UBA Niemcy 2003], [18. WT TWG 2004], [51. WT TWG 2005], [49. Podgrupa bio. 2014], [42. WT TWG 2014]

## 5 FIZYCZNO-CHEMICZNE PRZETWARZANIE ODPADÓW (PCT)

### 5.1 Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych

[\[89. Eklund i inni 1997\]](#), [\[32. Inertec, Dechets, F. oraz Sita 2002\]](#), [\[8. LaGrega i inni 1994\]](#), [\[9. UK EA 2001\]](#), [\[10. Babbie Group Ltd 2002\]](#), [\[11. WT TWG 2003\]](#), [\[12. UNEP 2000\]](#), [\[159. Greenpeace 1998\]](#), [\[13. Schmidt i inni 2002\]](#), [\[160. Perseo P. 2003\]](#), [\[15. Iswa 2003\]](#), [\[161. Straetmans, B. 2003\]](#), [\[162. Galambos i inni 2003\]](#), [\[18. WT TWG 2004\]](#), [\[19. WT TWG 2004\]](#), [\[35. VROM 2004\]](#), [\[36. UBA Niemcy 2004\]](#)

#### 5.1.1 Przegląd

W tej sekcji szczegółowo opisano przetwarzanie fizyczno-chemiczne odpadów stałych i/lub półpłynnych. Opisano dwa główne procesy fizyczno-chemicznego przetwarzania odpadów stałych i/lub półpłynnych: immobilizację odpadów stałych i/lub półpłynnych (sekcja 5.1.2.1), która obejmuje stabilizację i zestalanie (utwardzanie), oraz przetwarzanie fizyczno-chemiczne odpadów stałych i/lub półpłynnych przed zasypaniem wykopów (sekcja 5.1.2.2). Osady przemysłowe mogą być również przetwarzane poprzez desorpcję termiczną, która została opisana w sekcji 5.6.1.1. Techniki redukcji emisji są opisane w sekcjach 2.3.4 i 2.3.6. Ogólne działania prowadzone w tych zakładach (np. magazynowanie, obsługa) zostały omówione w sekcji 2.1.

Głównym celem przetwarzania fizyczno-chemicznego odpadów stałych i/lub półpłynnych jest zminimalizowanie długotrwałego uwalniania poprzez wypłukiwanie przede wszystkim metali ciężkich oraz związków słabo biodegradowalnych. Dostępne opcje przetwarzania mają na celu wydłużenie okresu wymywania, na przykład poprzez uwalnianie metali ciężkich w niższych i bardziej akceptowalnych dla środowiska stężeniach w większym okresie czasu.

Zasadniczo wszystkie możliwości przetwarzania mogą być stosowane do odpadów stałych i/lub półpłynnych. Jednakże charakterystyka przetwarzanego materiału oraz skuteczność technologii przetwarzania może się znacznie różnić w zależności od specyficznych właściwości pierwotnego wsadu odpadów oraz od rodzaju zastosowanego systemu oczyszczania.

W przypadku przetwarzania fizyczno-chemicznego odpadów stałych i/lub półpłynnych przed zasypaniem wykopów (zob. punkt 5.1.2.2), celem jest również dostosowanie charakterystyki strukturalnej i fizycznej wsadu odpadów zgodnie z lokalnymi warunkami długoterminowego magazynowania w kopalni.

#### 5.1.2 Stosowane procesy oraz techniki

##### 5.1.2.1 Immobilizacja odpadów stałych i/lub półpłynnych

###### Cel

Immobilizacja ma na celu zminimalizowanie tempa migracji zanieczyszczeń do środowiska i/lub zmniejszenie poziomu toksyczności zanieczyszczeń celem zmiany lub poprawy właściwości odpadów, tak aby można je było usunąć. Cel obejmuje zarówno zmniejszenie toksyczności i mobilności odpadów, jak i poprawę właściwości technicznych stabilizowanego materiału.

Immobilizacja zmienia skład chemiczny poprzez niektóre reakcje chemiczne, ale nie zmniejsza zawartości jakiegokolwiek zanieczyszczenia we wsadach odpadów. Odpady organiczne zazwyczaj nie są unieruchomione przez stabilizację/utwardzenie, ale są adsorbowane przez substancje stałe.

Zobacz również informacje podane w sekcji 2.3.2.8 dotyczące zgodności mieszania lub łączenia odpadów.

### Zasada działania

Immobilizacja polega na właściwościach odczynnika celem wytworzenia immobilizowanego produktu wyjściowego, nawet jeśli nie ma on postaci stałej.

Stabilizacja oraz zestalenie (utwardzenie) mogą wystąpić w procesie immobilizacji:

- Stabilizacja (zob. sekcja 5.1.2.1.1) zmienia stan chemiczny składników wsadu odpadów. Przy całkowitej stabilizacji, odpady niebezpieczne mogą zostać przekształcone w odpady inne niż niebezpieczne za pomocą określonych reakcji chemicznych, które:
  - niszczą niebezpieczne substancje organiczne;
  - przekształcają nieorganiczne substancje niebezpieczne w związki inne niż niebezpieczne (np. redukcja chromu (VI) w chrom (III) lub utlenianie cyjanku).
- Zestalenie (utwardzenie) (zob. sekcja 5.1.2.1.2.2) zmienia fizyczne właściwości wsadu odpadów poprzez zastosowanie dodatków. Procesy częściowej stabilizacji lub zestalania nie zmieniają niebezpiecznego charakteru odpadów, a zatem klasyfikacja odpadów w odniesieniu do parametrów zanieczyszczeń nie ulega zmianie.

Procesy te zatrzymują substancję(-e) adsorbowaną(-e) lub uwięzioną(-e), w stałej matrycy. Należy zwrócić uwagę na kontrolę procesu i ewentualne późniejsze mieszanie produktu wyjściowego z innymi rodzajami odpadów w celu ograniczenia ryzyka uwolnienia immobilizowanych substancji po ich przetworzeniu.

### Wsad oraz strumienie wyjściowe

#### Wsad odpadów

Poniżej wymieniono niektóre odpady stałe i/lub półpłynne poddawane obróbce fizyczno-chemicznej:

- żużel lub popiół paleniskowy z procesów spalania (wyłączony z zakresu niniejszego dokumentu BREF);
- popiół lotny i pozostałości oczyszczania gazów spalinowych;
- osad przemysłowy; osad z przemysłu chemicznego może zawierać siarczany i sole organiczne;
- pozostałości mineralne z obróbki chemicznej;
- pozostałości z przemysłu chemicznego, metalurgicznego lub wydobywczego o wysokiej zawartości arsenu;
- zanieczyszczony materiał z pogłębiarki;
- zanieczyszczona gleba (zob. sekcja 5.6).

Chociaż można przetwarzać wiele rodzajów odpadów (odpady stałe, wiele zanieczyszczeń chemicznych, popiół, odpady w postaci pasty itp.), immobilizacja będzie najprawdopodobniej najbardziej skuteczna przy przetwarzaniu odpadów nieorganicznych, w przypadku których rozpuszczalność jest już niska. Odpady zawierające chromiany i metale amfoteryczne, takie jak ołów i cynk, oraz odpady zawierające niektóre sole rozpuszczalne mogą wymagać wstępnego przetworzenia przed procesem immobilizacji. Do odpadów nienadających się do immobilizacji zalicza się:

- odpady łatwopalne i wysoce łatwopalne (np. rozpuszczalniki o niskiej temperaturze zapłonu);
- odpady zawierające substancje lotne;
- środki utleniające;
- odpady p silnym wydzielaniu odoru;
- odpady zawierające wysoce rozpuszczalne odpady organiczne o wysokiej zawartości ChZT;
- odpady zawierające molibden;
- odpady zawierające rozpuszczalne sole nieorganiczne;
- cyjanki w stanie stałym;

- czynniki chelatujące;
- odpady reagujące z wodą.

Niektóre substancje, takie jak siarczany, halogenki, azotany, metale ciężkie, oleje, smary i węglowodory aromatyczne mogą wpływać na czas wiązania i trwałość obrabianego materiału. W przypadku gdy materiał wyjściowy musi spełniać normę techniczną, na przykład monolit do magazynowania, immobilizacja jest modelowana w celu sprawdzenia, czy materiały wejściowe nie mają wpływu na wydajność procesu.

Niektóre z odpadów wymienionych powyżej mogą być przetwarzane przy użyciu określonych odczynników. Na przykład odczynniki cementowe i wapienne są kompatybilne z utleniaczami.

Poniższe środki poprawiają wydajność procesów immobilizacji (np. zmniejszenie przepuszczalności, zmniejszenie powierzchni właściwej, chemiczne buforowanie produktu wyjściowego):

- Zagwarantowanie, że do zakończenia reakcji przeprowadzono reakcje neutralizacji fazy stałej.
- Stosowanie spoiw hydraulicznych uzupełnionych specyficznymi odczynnikami chemicznymi, w szczególności do:
  - wiązania rtęci w postaci  $HgS$  i  $Hg_3(SO_4)O_2$ ;
  - wytrącania metali (np. Zn, Pb, Cu, Cr, Cd) jako nierozpuszczalnych wodorotlenków metali oraz poprzez zestalanie;
  - redukcji sześciowartościowego chromu w warunkach podstawowych (np.  $FeSO_4$ ), a następnie wytrącanie i zestalanie;
  - wiązania związków organicznych z osadów zawierających siarczany i sole organiczne, a następnie wytrącania siarczanów w celu zapewnienia trwałości struktury;
  - odpadów o wysokiej zawartości arsenu poprzez utlenianie As (III), a następnie stabilizację i zestalanie.
- Rozważenie możliwości poprawy jakości produktu końcowego poprzez zastosowanie dodatków (np. reagenty hydrofobowe).

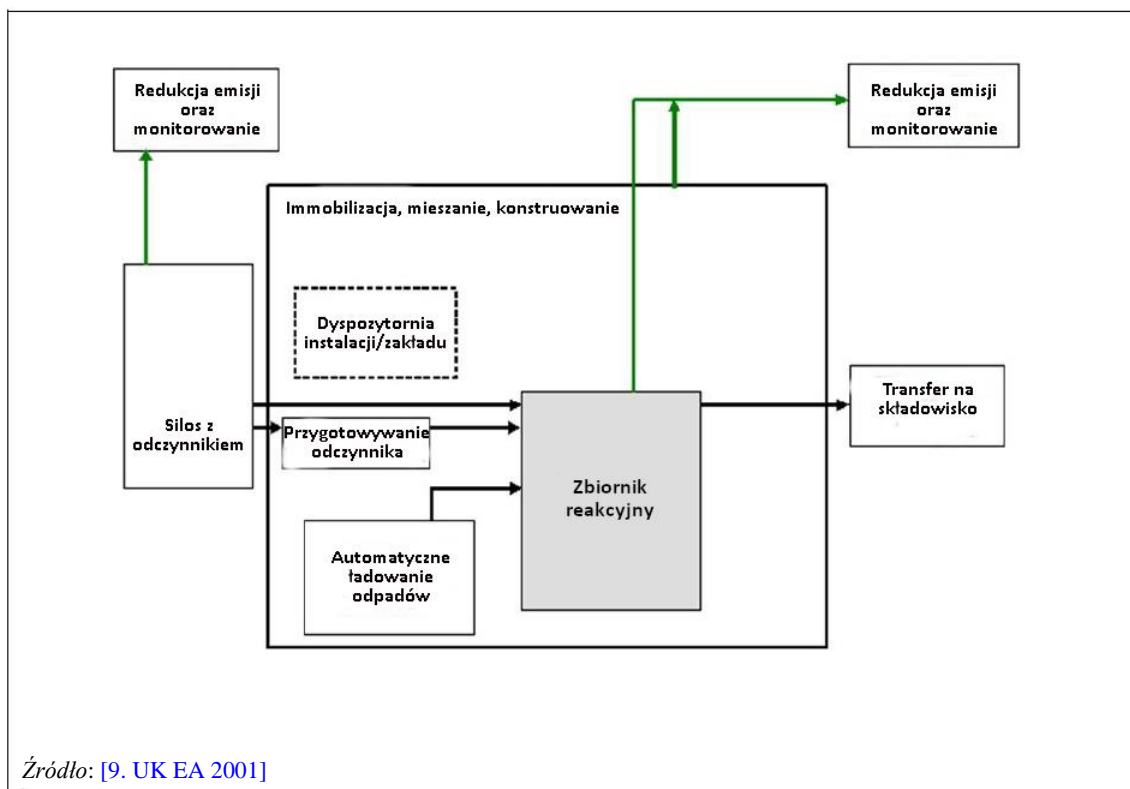
Produkt wyjściowy stabilizacji/zestalania nie jest uważany za stabilny przez długi okres czasu, podczas którego niektóre substancje mogą uciec (np. poprzez wypłukiwanie). Na przykład prawdopodobny wzrost pH i alkalicznej pojemności mieszaniny w wyniku przetwarzania może prowadzić do zwiększenia właściwości wymywania dla metali amfoterycznych (np. ołowiu, kadmu dla pH powyżej 12.5) oraz dla substancji wrażliwych na pH, takich jak arsen, jak również niektórych składników organicznych. Dlatego ważne jest uznanie, że pH wymagane do immobilizacji określonej substancji może zwiększyć rozpuszczalność innej substancji i zarządzać rozpuszczalnością wszystkich substancji nieorganicznych, nie tylko tych, które były problemem przed obróbką.

Stabilizacja układów na bazie cementu lub wapna może trwać lata, a osiągnięcie równowagi z lokalnym środowiskiem może potrwać dziesięciolecia/wieki lub nawet dłużej. Z tego powodu pełna stabilność może być technicznie nierealna.

Odczynniki/spoiwa stosuje się w miarę możliwości w celu obniżenia kosztów przetwarzania (popioły lotne z elektrowni, żużel z hut, pozostałości z pieców cementowych) oraz ograniczenia zużycia surowców. Operatorzy nie zawsze są w stanie (ze względu na przepisy, lokalną dostępność, zainteresowanie konkretnymi odpadami itp.) wykorzystywać odpady jako odczynniki, chociaż jest to oczywiście ogólnie opłacalne ekonomicznie.

### Opis procesu

Proces obejmuje zazwyczaj magazynowanie odczynników, zbiornik do przeprowadzania reakcji oraz, w niektórych przypadkach, dodawanie wody. Ilustracja 5.1 przedstawia typowy proces immobilizacji.



**Ilustracja 5.1: Typowy proces immobilizacji**

Zbiorniki do przeprowadzania reakcji są odpowiednio zaprojektowane, a proces jest przeprowadzany w warunkach kontrolowanych celem zapewnienia właściwego stosunku odpadów do odczynnika, jak również prawidłowego czasu mieszania oraz przetrzymywania.

#### Etap płukania

Kilka metod stabilizacji posiada wstępny etap płukania, w którym większa część rozpuszczalnych soli i, do pewnego stopnia, metale są ekstrahowane przed chemicznym wiązaniem pozostałych metali (zobacz sekcja 5.6.3.2).

Odpady zawierające chromiany i metale amfoteryczne, takie jak ołów i cynk, oraz odpady zawierające niektóre sole rozpuszczalne zazwyczaj wymagają obróbki wstępnej przed poddaniem ich procesowi immobilizacji.

Obróbka wstępna przed immobilizacją polega zasadniczo na przemyciu/wyługowaniu wodą soli oraz fizyczno-chemicznej wstępnej obróbki metali (w szczególności chodzi o nierozpuszczalność metali amfoterycznych).

Obróbka wstępna pozwala na przetworzenie popiołów i soli pochodzących z odchlorowania oparów powstałych podczas spalania odpadów komunalnych. Może być również stosowana do pozostałości z oczyszczania gazów odlotowych wynikających zarówno z wapiennego oczyszczania spalin, jak i wodorowęglanowego oczyszczania sodą. W tym ostatnim przypadku wodorowęglan sodu rozdziela rozpuszczalne i nierozpuszczalne składniki stałe oraz zmniejsza ilość odpadów na składowiskach poprzez recykling soli rozpuszczalnych w zakładzie produkcji sody kalcyonowanej.

Na produkt wyjściowy składa się placek filtracyjny o obniżonej toksyczności i rozpuszczalności oraz słona woda. Obróbka wstępna pomaga zmniejszyć wymywalność produktu, a tym samym ryzyko zanieczyszczenia poprzez wypłukanie związków rozpuszczalnych. Proces ten jest bardziej złożony niż prosty proces zestalania opisany poniżej.

[161. Straetmans, B. 2003], [18. WT TWG 2004]

Stabilizację oraz zestalanie opisano w sekcjach 5.1.2.1.1.1 oraz 5.1.2.1.2.

### Użytkownicy

Zabiegi immobilizacyjne (zarówno stabilizujące, jak i zestalające) stosuje się na przykład w odniesieniu do:

- przetwarzania odpadów z innych procesów obróbki (np. popiół z obróbki termicznej, pozostałości z techniki "końca rury");
- przetwarzania wydobytych, zanieczyszczonych gleb.

Zakłady z listy referencyjnej wykorzystujące tę technikę to: 015, 058, 176C, 181C, 187C, 221, 336, 340, 348, 399, 427, 475, 495\_496, 551, 569, 618.

### Literatura źródłowa

[32. Inertec, dechets, F. oraz Sita 2002], [163. Ecodeco 2002], [8. LaGrega i inni 1994], [9. UK EA 2001], [161. Straetmans, B. 2003], [18. WT TWG 2004], [164. UBA Niemcy 2013], [93. Podgrupa fizyczno-chemiczna 2014]

#### 5.1.2.1.1 Stabilizacja

##### Cel

Zanieczyszczenia (np. metale ciężkie) zostają całkowicie lub częściowo związane poprzez dodanie nośników, spoiw lub innych modyfikatorów.

##### Zasada działania

Stabilizację uzyskuje się poprzez zmieszanie odpadów z odczynnikami (w zależności od rodzaju odpadów i planowanej reakcji, mogą to być na przykład cząstki gliny, humusowe substancje organiczne, takie jak torf, węgiel aktywny, utleniacze, reduktory, odczynniki wytrącające) w celu zminimalizowania tempa migracji zanieczyszczeń z odpadów, a tym samym zmniejszenia ich toksyczności oraz poprawy właściwości przetwarzania na składowisku. Aby to osiągnąć, proces obejmuje raczej fizyczno-chemiczne oddziaływanie pomiędzy odczynnikami a odpadami, a nie tylko rozcieńczenie.

Metody stabilizacji wykorzystują zarówno wytrącanie metali w nowych minerałach, jak i wiązanie metali z minerałami poprzez sorpcję. Proces obejmuje pewną formę solubilizacji metali ciężkich w materiale, a następnie wytrącanie lub sorpcję w nowe minerały.

Mechanizmy fizyczne stosowane w stabilizacji to: makrohermetyzacja, mikrohermetyzacja, absorpcja, adsorpcja, wytrącanie i detoksykacja. W tym celu dostępna jest szeroka gama sorbentów i spoiw. Do najczęściej stosowanych należą: cement, pucolany (glinokrzemian reagujący z wapnem i wodą), wapno, rozpuszczalne krzemiany, organicznie modyfikowane gliny lub wapno, termoutwardzalne polimery organiczne, materiały termoplastyczne oraz zeszklenie (*in situ* lub w zakładzie).

W wielu przypadkach oba rodzaje odczynników chemicznych (jak wspomniano w trzech punktach powyżej) oraz sorbenty i spoiwa (jak wspomniano w powyższym punkcie) są stosowane jednocześnie. W niektórych wypadkach odczynniki są zawarte w wsadach odpadów, a zatem dodawane do mieszaniny za pośrednictwem samego wsadu.

##### Opis procesu

Stabilizację można przeprowadzać między innymi przy użyciu fosforanu lub wapna jako czynnika stabilizującego. W poniższych opisach podano przykłady takich procesów.

Kilka metod stabilizacji ma wstępny etap mycia, gdzie większa część rozpuszczalnych soli i, do pewnego stopnia, metale są ekstrahowane przed chemicznym wiązaniem pozostałych metali. Metody te są finalizowane poprzez odwadnianie ustabilizowanego produktu, który następnie jest gotowy do magazynowania. Mycie odpadów stałych generuje ścieki, które wymagają pewnego rodzaju oczyszczania. Jednakże, w zależności od warunków lokalnych, wytworzone w ten sposób ścieki mogą być odprowadzane do środowiska lub oczyszczane w zakładach przemysłu chemicznego w celu odzyskania niektórych soli (np. soli sodowych).

### Stabilizacja fosforanowa

[8. LaGrega i inni 1994], [15. Iswa 2003], [18. WT TWG 2004]

Stabilizacja fosforanowa jest stabilizacją chemiczną wykorzystującą fosforan jako środek stabilizujący. W zależności od charakterystyki wsadu odpadów stosowane są inne dodatki, takie jak wapno.

Kinetyka reakcji jest szybka, a materiał jest uważany za w pełni przetworzony bez dalszego utrwalania. Czasami dodatek fosforanu jest stosowany wraz z karbonatyzacją w celu związania niektórych metali w wsadach odpadów (np. ołów).

Konkretne ilości wody i fosforanu, jak również innych dodatków, mogą się różnić w zależności od właściwości wsadu odpadów. Nie udostępniono jednak żadnych danych ilościowych na ten temat.

W procesie tym sole pozostają w produkcie wyjściowym. W porównaniu z innymi podobnymi procesami, do fosforanu dodaje się stosunkowo niewielkie ilości wody i nie powstają ścieki. Obecnie nie ma żadnych sugestii dotyczących przetwarzania produktu wyjściowego.

Znaczne wymywanie jest możliwe po magazynowaniu, szczególnie w przypadku niektórych metali ciężkich ze względu na zwiększoną ich rozpuszczalność (np. kadm). Oczekuje się, że uwalnianie soli i metali ciężkich na składowisku będzie większe niż w przypadku innych metod przetwarzania. Stabilizacja fosforanowa może zwiększyć mobilność związków fosforu w magazynowanych odpadach. W jednym przypadku wykazano, że całkowita dostępność fosforanów wzrosła z 2 mg/kg (przed przetworzeniem) do 4 900 mg/kg (po przetworzeniu).

Proces przetwarzania składa się z:

- urządzenia do mieszania (takiego jak młyn ślimakowy), do którego wsad odpadów jest podawany z kontrolowaną prędkością i mieszany z odpowiednią formą rozpuszczalnego fosforanu;
- przenośnika na końcu mieszalnika, który transportuje przetworzony produkt wyjściowy.

### Stabilizacja wapnem

[164. UBA Niemcy 2013]

Wapnowanie służy do stabilizacji szerokiego zakresu osadów i odpadów. Obejmuje:

- neutralizację kwasowego szlamu nieorganicznego;
- stabilizację i higienizację osadów ściekowych oraz odpadów biologicznych.

Wapno składa się z wapnia i magnezu (w przypadku wapna dolomitowego), co nadaje mu właściwości flokulacyjne; jony hydroksylowe stanowią podstawę. Właściwości te są wykorzystywane do obróbki osadów nieorganicznych i organicznych. W kontakcie z wodą wapno palone zostaje uwodnione, co zmniejsza pierwotną zawartość wody w osadach i sprzyja reakcji egzotermicznej, która działa dezynfekująco na osad oraz zapobiega powstawaniu odorów.

Stabilizacja wapnem przynosi następujące korzyści:

- Wapno zapewnia wysokie pH i jako takie neutralizuje kwasowość w osadach przemysłowych.
- Jony wapnia wspomagają odwadnianie osadów w prasach filtracyjnych lub wirówkach (właściwość flokulacyjna).
- Przetwarzanie osadów z użyciem wapna, w połączeniu z mechanicznym odwadnianiem (prasa filtrująca, wirówka, filtr taśmowy itp.), pozwala uzyskać 25-45% suchej masy i znacznie zmniejszyć całkowitą objętość odpadów przeznaczonych do magazynowania.
- Łączne działanie wysokiego pH i ciepła z reakcji z wapnem kontroluje odory podczas oczyszczania osadów ściekowych oraz biologicznego przetwarzania odpadów.
- Połączenie działania wysokiego pH i ciepła z reakcji z wapnem palonym dezynfekuje (eliminuje wzrost patogenów) osady ściekowe i odpady biologiczne oraz umożliwia ich bezpieczne ponowne wykorzystanie w rolnictwie.

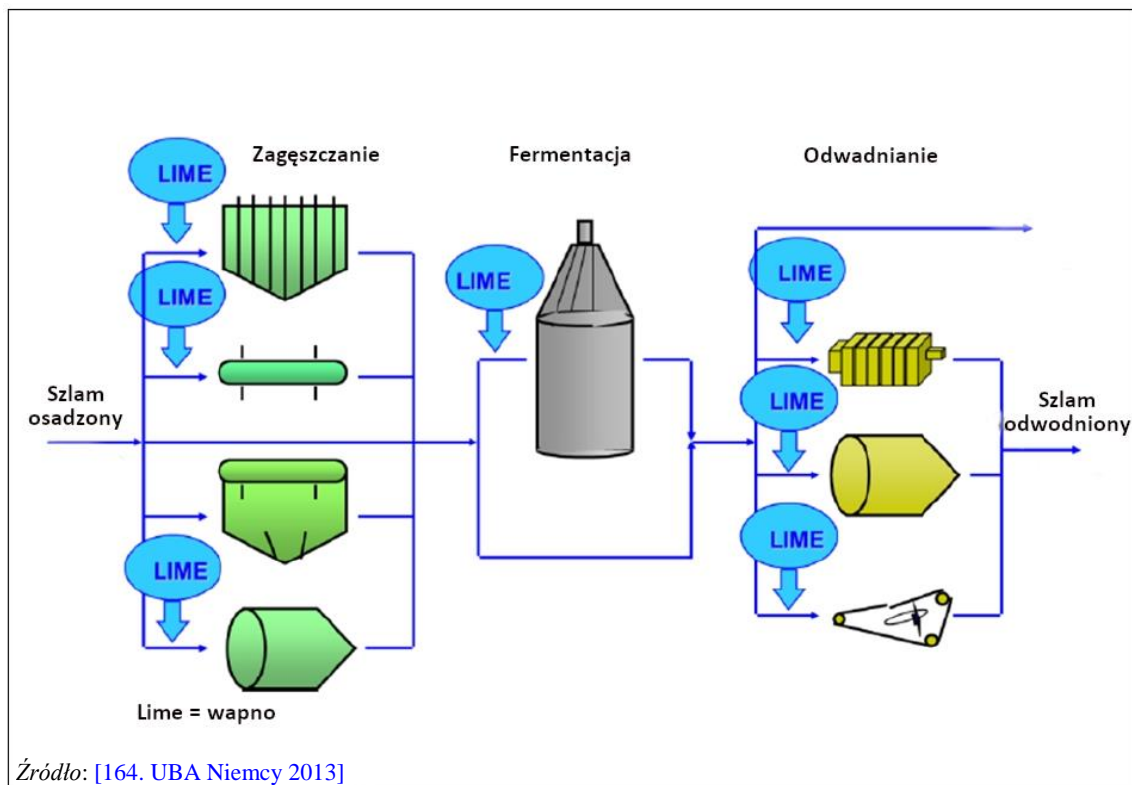


- Ze względu na wysoką wartość pH wapna większość pierwiastków śladowych metali (Pb, Ni, Fe, Zn, Cr) jest utrzymywana w formie nierozpuszczalnej i immobilizowana w oczyszczonych szlamach i zanieczyszczonych osadach.
- Jony wapnia reagują z minerałami ilastymi i materią organiczną (wymiana jonowa) i przekształcają podłoże z tworzywa sztucznego w krusze. Dalsze reakcje z aktywną krzemionką lub tlenkiem glinu w glebach (reakcja pucolanowa) tworzą nowe, długookresowo stabilne związki. Związki te zawierają zanieczyszczenia, które nie mogą być unieruchomione przez reakcje z wapnem.
- Egzotermiczna reakcja hydratacyjna i chemiczne wiązanie wody przez wapno palone sprzyjają odwadnianiu i suszeniu różnych rodzajów podłoża.

Stosunek produktu wyjściowego do ilości wprowadzanych odpadów jest bardzo zróżnicowany, w zależności od początkowej zawartości wody w oczyszczonym szlamie lub odpadach oraz bezwzględnego dozowania wapna. Najniższe współczynniki są obserwowane w procesach, w których flokulacja, odwadnianie i suszenie za pomocą ciepła reakcji są przeprowadzane jednocześnie.

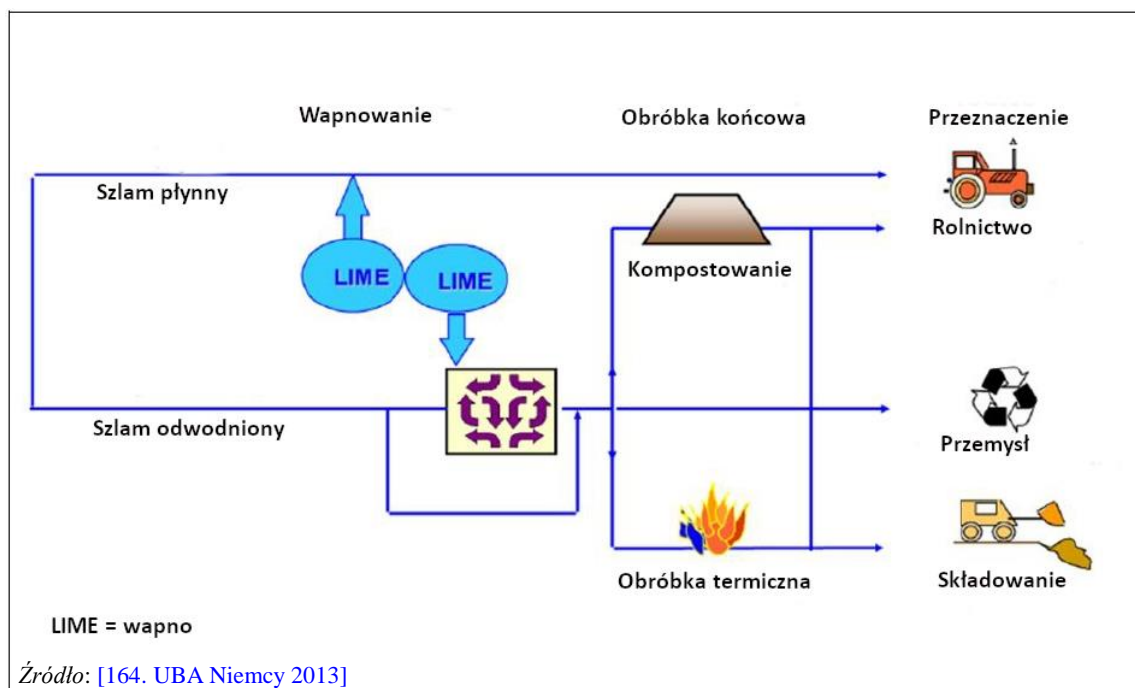
Dwa podstawowe procesy są wykorzystywane do aplikacji wapna:

- Wstępne wapnowanie, gdzie wapno jest stosowane najlepiej jako mleczko wapienne (płynna dyspersja cząstek  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  w wodzie), przed dalszymi etapami oczyszczania. Przykład systemu wstępnego wapnowania pokazano na ilustracji 5.2.



**Ilustracja 5.2:** Przykładowy system wstępnego wapnowania w przetwarzaniu osadów organicznych

- Wtórne wapnowanie, gdzie wapno jest używane najlepiej w jakiejś formie wapna palonego (z  $\text{CaO}$  jako głównym składnikiem). Przykład systemu wtórnego wapnowania pokazano na ilustracji 5.3.



**Ilustracja 5.3: Przykład wtórnego wapnowania w przetwarzaniu osadów organicznych**

W przypadku szlamu kleistego lub ciastowatego, kluczem do sukcesu jest zmieszanie/rozprowadzanie wapna w szlamie, czyli trudność polegająca na zintegrowaniu proszku z substancją ciastowatą. Jednym z najnowocześniejszych mieszadeł jest mieszadło typu lemieszowego, które pozwala na dobre wymieszanie bez niszczenia struktury osadu, chociaż może to być trudne w obsłudze. Innym popularnym elementem wyposażenia jest mieszarka z pompą śrubową, która umożliwia uzyskanie dobrze rozłożonej mieszanki, ale niszczy strukturę osadu.

#### Użytkownicy

Obecnie stabilizacja fosforanowa znajduje szerokie zastosowanie komercyjne w Stanach Zjednoczonych, Japonii i na Tajwanie w około 90 spalarniach odpadów komunalnych (MSW), przetwarzając ponad 2 miliony ton popiołu dennego oraz pozostałości gazów odlotowych (FGT) rocznie. Produkt wyjściowy jest ogólnie akceptowany w tych krajach jako nadający się do magazynowania.

#### 5.1.2.1.2 Zestalenie

##### Cel

Zestalenie (utwardzanie) zmienia właściwości fizyczne wsadu odpadów poprzez zastosowanie domieszek (dodatków).

Na przykład zestalenie cementem, oparte na mieszanii odpadów z cementem, jest procesem chemicznym, który ma na celu stworzenie więzi pomiędzy spoiwem a odpadami. Inna technika, również stosowana na dużą skalę, polega na utwardzaniu odpadów popiołu lotnego, na przykład wodnym roztworem obojętnym, w celu uzyskania odpowiedniego granulatu na wyjściu przed jego magazynowaniem.

##### Zasada działania

Zestalenie cementem zmniejsza kontakt wody z wsadem odpadów oraz w pewnym stopniu powstawanie mniej rozpuszczalnych wodorotlenków metali lub węglanów. Metale amfoteryczne mogą być również poddawane obróbce. Zestalony produkt wyjściowy jest stosunkowo łatwy w obsłudze, a ryzyko powstawania pyłu jest bardzo niskie. Uwalnianie metali ciężkich z produktów w krótkim okresie czasu jest zazwyczaj stosunkowo niskie. Technika ta, w niektórych

przypadkach, ułatwia wykorzystanie produktu wyjściowego jako materiału wypełniającego lub budowlanego w przemyśle wydobywczym.

### **Wsad oraz strumienie wyjściowe**

Zestalanie cementem może być stosowane do wszystkich rodzajów pozostałości z FGT, a także do wielu innych rodzajach odpadów niebezpiecznych.

Zestalony materiał wyjściowy jest magazynowany na składowiskach powierzchniowych lub podziemnych. W niektórych krajach może on być wykorzystywany jako materiał do zasypywania w kopalniach soli (zob. sekcja 5.1.2.2).

Większość badań skupiła się na możliwych krótkoterminowych uwolnieniach zanieczyszczeń z produktu wyjściowego. Długoterminowe zachowanie produktu wyjściowego jest znacznie mniej zrozumiałe. Należy się spodziewać, że wypłukiwanie wapna w czasie zmieni właściwości chemiczne produktu, a także, że wraz ze spadkiem pH może wystąpić zwiększone wymywanie. Można się jednak spodziewać, że czas potrzebny na całkowite uwolnienie ze stabilizowanego produktu wyjściowego wyniesie od kilkuset do tysiąca lat. Wysoki poziom pH produktów opartych na cemencie może prowadzić do znacznego wypłukiwania metali amfoterycznych (ołowiu i cynku).

### **Opis procesu**

Ogólnie rzecz biorąc, odpady miesza się z cementem portlandzkim wraz z domieszkami mającymi na celu kontrolowanie właściwości cementu oraz zapewnienie, że zajdą reakcje hydratacyjne wiążące cement. Przeprowadzany jest zarówno proces stabilizacji, jak i zestalania. Zestalanie na bazie cementu opiera się na wykorzystaniu sprzętu, który jest zazwyczaj łatwo dostępny. Mieszanie i obróbka związane z procesem są dobrze rozwinięte, a technika jest solidna i uwzględnia różnice w charakterystyce wsadu odpadów.

Odpady są tym samym włączane do macierzy cementowej. Zazwyczaj odpady wchodzi w reakcję z wodą i cementem, tworząc w określonym zakresie wodorotlenki metali lub węglany, które z reguły są mniej rozpuszczalne niż oryginalne związki metali z macierzy odpadów.

Przepuszczalność wody wynosząca  $3,7 \times 10^{-11}$  m/s może być osiągnięta w produkcie końcowym, gdy cement jest stosowany jako immobilizer. Stosunek odpadów do użytego cementu wynosi od 1:3 do 1:4, w zależności od rodzaju odpadów.

Wadą tej metody jest to, że wypłukiwanie rozpuszczalnych soli nie jest utrudnione i może doprowadzić ostatecznie do fizycznego rozpadu zestalonego produktu, umożliwiając tym samym dalsze wypłukiwanie. W takim przypadku wlot powietrza może spowodować pewną karbonizację, częściowo korygując wzrost porowatości oraz utratę stabilności.

Jeśli metale ciężkie nie zostają odzyskane z pozostałości, co jest potencjalnie możliwe, lecz jest procesem kosztownym i energochłonnym, zanieczyszczenia wcześniej czy później zostaną uwolnione. Proces prowadzi do zwiększenia wagi oraz nieznacznej zmiany objętości odpadów.

Zużycie energii i wody jest zróżnicowane i nie jest określane ilościowo. Obsługa i kontrola sprzętu wykorzystywanego przez technikę uważana jest za stosunkowo prostą i porównywalną ze standardowymi praktykami stosowanymi w przemyśle betoniarskim.

### **Użytkownicy**

Proces ten jest stosunkowo prosty w obsłudze, a niezbędna wiedza techniczna jest powszechnie dostępna. Właściwości wypłukiwania zestalonego produktu mogą zostać znacznie poprawione w porównaniu z surowcami pochodzącymi z nieprzetworzonych odpadów. Stabilizacja pozostałości z FGT poprzez zestalanie cementem od dawna była i nadal jest uznawana za możliwą do przyjęcia przez władze wielu krajów na całym świecie.

Jest to prawdopodobnie najpowszechniej stosowana metoda przetwarzania pozostałości z FGT i jest szeroko stosowana w Europie oraz w Japonii.

### **Literatura źródłowa**

[25. COWI A/S 2002], [15. Iswa 2003], [18. WT TWG 2004], [19. WT TWG 2004]

### 5.1.2.2 Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych przed zasypaniem

#### Cel

Przetwarzanie fizyczno-chemiczne odpadów przed zasypaniem polega na dostosowaniu strukturalnych i fizycznych właściwości wsadu odpadów (głównie popiołów lotnych) zgodnie z lokalnymi warunkami długotrwałego magazynowania produktu wyjściowego w kopalni. Jeżeli odpady nie mogą być bezpośrednio wykorzystane jako materiał do zasypywania, są one przetwarzane w specjalnych oczyszczalniach fizyczno-chemicznych.

#### Zasada działania

Przetwarzanie fizyczno-chemiczne obejmuje mieszanie odpadów z roztworami płynnymi oraz, w razie potrzeby, dodatkowymi środkami wiążącymi. Niektóre odpady są przetwarzane w procesie suchym z wykorzystaniem procesów zagęszczania (np. wibracje).

Proces odbywa się głównie na powierzchni ziemi, w szczególnych przypadkach materiał wypełniający jest generowany pod ziemią.

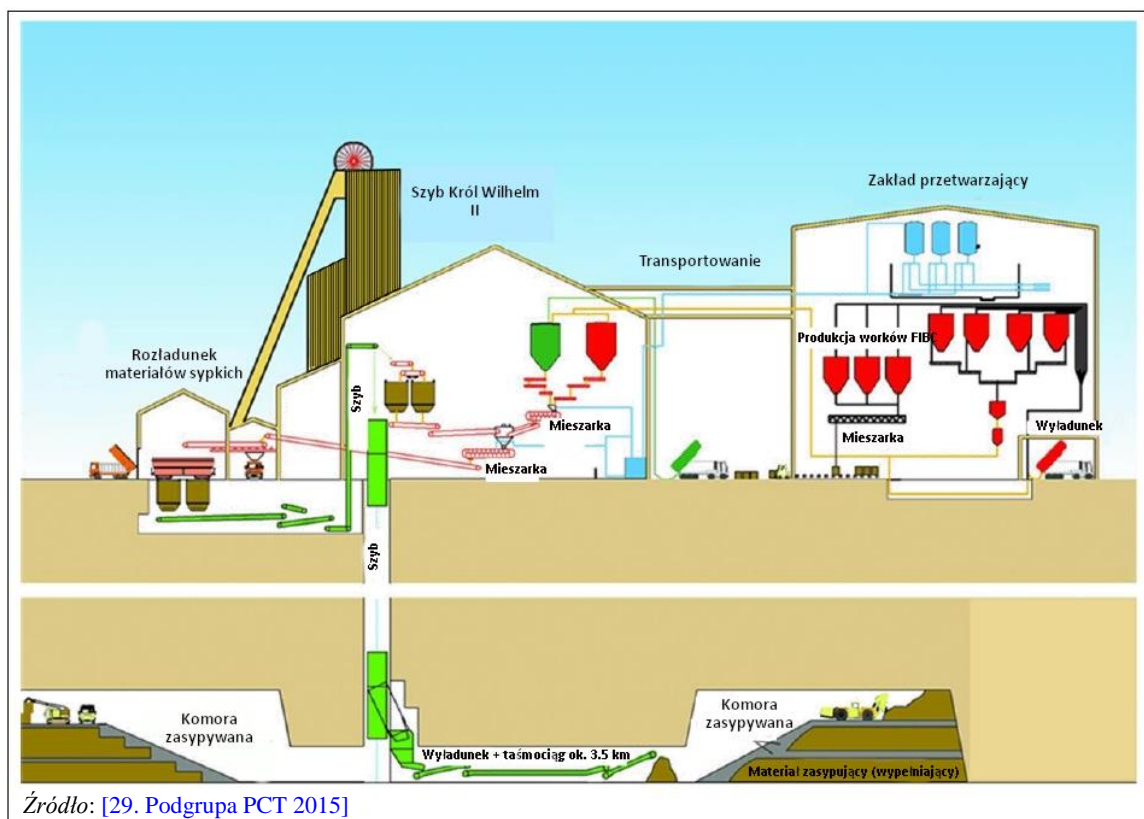
#### Wsad oraz strumienie wyjściowe

Odpady wejściowe to głównie pozostałości z przetwarzania gazów spalinowych ze spalarni lub instalacji spalania (popioły lotne) oraz niewielka ilość odpadów drobnoziarnistych lub sproszkowanych.

Produkt wyjściowy to materiał o odpowiedniej charakterystyce strukturalnej i fizycznej zdalny do zasypywania.

#### Opis procesu

Ilustracja 5.4 przedstawia przykład przetwarzania fizyczno-chemicznego odpadów przed ich zasypaniem.



Ilustracja 5.4: Przykład przetwarzania fizyczno-chemicznego przed zasypaniem

Przed wyładunkiem odpadów przeprowadza się następujące czynności:

- sprawdzenie dokumentów towarzyszących odpadom pod kątem ich kompletności i poprawności;
- pobieranie próbek z odpadów;
- porównanie odpadów ze szczegółami deklaracji;
- ekstrakcja zatrzymanych próbek.

Odpady są następnie przetwarzane za pomocą jednego lub kombinacji następujących procesów:

- Zagęszczanie, z wykorzystaniem metod grawitacyjnych i wibracyjnych. Ogólnie rzecz biorąc, odbywa się to bez dodawania wody. Może być to realizowane zarówno na powierzchni, jak i pod ziemią.
- Mieszanie różnych wsadowych surowców odpadowych i/lub domieszek.
- Dodawanie płynów i/lub środków wiążących. Właściwości fizyczne granulowanych odpadów (popiołów, pyłów i osadów) są wykorzystywane do produkcji mieszanek zasypowych. Poprzez mieszanie z cieczami (np. solanka i/lub zalewa  $MgCl_2$ ), wsad odpadów przekształcany jest np. w pompowalną, pastowatą mieszaninę materiałów wypełniających.

W przypadku dodawania płynów, górna granica palności (L.E.L) jest stale monitorowana w trakcie procesu. W takim przypadku monitorowany jest jeden lub kombinacja następujących gazów:

- wodór;
- propan;
- metan;
- tlenek węgla;
- acetylen;
- etanol.

Wprowadza się specjalne procedury określające środki, które mają być stosowane w momencie osiągnięcia L.E.L, takie jak:

- intensyfikację napowietrzania i wentylacji (np. otwarcie wszystkich bram w hali oraz uruchomienie wszystkich systemów wentylacyjnych);
- przerwanie przetwarzania fizyczno-chemicznego;
- odłączenie systemu od zasilania.

### Użytkownicy

W Niemczech znajdują się zakłady fizyko-chemicznego przetwarzania odpadów jako obróbki wstępnej przed zasypaniem kopalni soli i potasu. [\[29. Podgrupa PCT 2015\]](#)

Zakłady z listy referencyjnej wykorzystujące tę technikę to: 222, 223, 224, 225, 226, 228, 229, 613, 614.

## 5.1.3 Aktualne poziomy emisji oraz zużycia

### 5.1.3.1 Przegląd

Emisje wymienione w tabeli 5.16 mogą pochodzić z większości oczyszczalni. Skala emisji zależy od mocy przerobowej zakładu i zastosowanych systemów redukcji emisji.

Tabela 5.1: Emisje z fizyczno-chemicznego przetwarzania odpadów stałych oraz pólpllynych

Działania fizyczno-chemiczne	Powietrze	Woda	Pozostałości/gleba
Filtracja/prasowanie	Amoniak oraz, jeśli w strumieniach odpadów występuje wysoka zawartość substancji organicznych, LZO.	NI	NI
Immobilizacja, mieszanie	Emisje, np. kurz, LZO, przez otwory wentylacyjne w dachu. Emisje występują podczas przenoszenia z kanału mieszania do miejsca usuwania poza teren zakładu oraz przez drzwi wejściowe podczas ładowania zbiorników reakcyjnych (wycieki/nieszczelności).	NI	NI
Mieszanie osadu	Pył i LZO, szczególnie w przypadku wystąpienia reakcji egzotermicznej.	NI	NI
Gospodarka osadami (np. prasowanie lub magazynowanie osadów)	LZO jako emisje ulotne. Gazy z roztworów.	NI	NI
Zestalenie	Istnieje możliwość emisji pyłów pochodzących z tej operacji	NI	NI
Automatyczne ładowanie odpadów	LZO, kurz, odory podczas transferu odpadów oraz odczynnika.	NI	NI
Zbiornik reakcyjny	Emisje powstają w wyniku reakcji substancji niezgodnych. Niekontrolowane reakcje spowodowane niewłaściwym dozowaniem substancji reagujących lub powstawaniem gorących punktów w wyniku nieprawidłowego wymieszania.	Wyciek z żle konserwowanego lub uszkodzonego sprzętu.	Wyciek z żle konserwowanego lub uszkodzonego sprzętu.
Silos z odczynnikiem	Pył powstaje w wyniku przepelnienia silosów z odczynnikami. Ponadto, emisja ulotnego pyłu z połączeń do silosów i pyłu z magazynów odczynników.	NI	NI
Uwaga: NI = Brak danych Źródło: [9. UK EA 2001], [10. Babbie Group Ltd 2002]			

Głównym problemem środowiskowym związanym z przetwarzaniem, utylizacją i unieszkodliwianiem odpadów po spalaniu jest potencjalna emisja metali ciężkich, zanieczyszczeń organicznych i soli. Należy również zauważyć, że wydzielanie się wodoru w wyniku kontaktu pozostałości z FGT z wodą zostało udokumentowane i może potencjalnie powodować poważne problemy. Jego wytwarzanie zależy od pośredniego magazynowania pozostałości z FGT oraz rodzaju, konstrukcji i sposobu wykorzystania składowiska.

## 5.1.3.2 Emisje do atmosfery

[42. WT TWG 2014]

Tabela 5.2 przedstawia zgłaszane emisje do atmosfery pochodzące z fizyczno-chemicznego przetwarzania odpadów stałych i/lub półpłynnych. Należy ją odczytywać razem z tabelą 5.3, która przedstawia zgłoszone techniki redukcji emisji do atmosfery, pochodzenie tych emisji oraz przepływ powietrza odlotowego.

**Tabela 5.2: Emisje do atmosfery z fizyczno-chemicznego przetwarzania odpadów stałych i/lub półpłynnych**

Pomierzone zanieczyszczenie	Rodzaj monitorowania	Uwzględnione zakłady	Zakres (mg/Nm <sup>3</sup> oprócz odorów)	Ilość pomiarów dokonana w 3 letnim okresie referencyjnym (2010-2012)
Pył	Okresowy	15, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 228, 229, 399, 427, 475, 613, 614	0.5–18	1–12
SO <sub>x</sub>	Okresowy	427	532	9
NO <sub>x</sub>	Okresowy	427	5.7	9
H <sub>2</sub> S	Okresowy	348	2.9	6
NH <sub>3</sub>	Okresowy	15, 340, 348, 551	0.1–31 <sup>(1)</sup>	1–36
Całkowite LZO	Okresowy	495, 569	6–34 <sup>(2)</sup>	6–36
Odory (OU <sub>E</sub> )	Okresowy	340	74	2
Cd	Okresowy	221, 399	0.0004–0.01	2–9
Hg	Okresowy	399, 427	0.003–0.01	3–9
Sb	Okresowy	399	0.01	9
As	Okresowy	399	0.01	9
Pb	Okresowy	221, 399	0.009–0.01	2–9
Cr	Okresowy	221, 399	0.003–0.01	2–9
Cu	Okresowy	221	0.002	2
Mn	Okresowy	221	0.004	2
Ni	Okresowy	399	0.01	9
Zn	Okresowy	399	0.5	9
PCDD/F	Okresowy	399	0.01	9

Uwaga: W przypadku pomiarów okresowych wartości są wartościami średnimi z trzech lat referencyjnych.  
 NA = Nie dotyczy.  
 (1) Dolna granica zakresu zakładu 551; 36 pomiarów z etapu procesu mieszania. Górna granica zakresu zakładu 15; dwa pomiary w 2014 r. w magazynie podczas dostarczania odpadów.  
 (2) Wartości dla zakładu 495 wyrażone zostały w ppm.

**Tabela 5.3: Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych - stosowane techniki ograniczania oraz źródła emisji do atmosfery**

Numer zakładu	Zastosowana technika	Źródło emisji	Opis wsadu odpadów	Przeływ powietrza wywiewanego (Nm <sup>3</sup> /h)
15	System płuczek Venturiego, system filtrów workowo-tkaninowych	Magazynowanie	Pozostałości z FGT, popiół lotny, zanieczyszczona gleba, osady ściekowe	14 000
	Separacja membranowa, płukanie na mokro	Proces immobilizacji		
58	Płuczka wirowa	Instalacja immobilizacji / zestalania jest eksploatowana w warunkach podciśnienia; redukcja pyłu i emisji NH <sub>3</sub> w odsykanym powietrzu.	Pozostałości z FGT, szlam, osad, placek filtracyjny	NI
176	Brak emisji zorganizowanych, ale dobre praktyki są nadal stosowane, np. dla urządzeń odpowietrzających silosy (patrz poniżej):		Zanieczyszczona gleba, popiół lotny	NI
	System filtrów workowo-tkaninowych	Jednostka stabilizująca, silosy i zbiorniki, np. filtry odpowietrzające silosy składające się z cylindrycznie ukształtowanego odpylacza do odpowietrzania silosów wypełnianych pneumatycznie		
	Zraszanie wodą (pył)	Jednostka stabilizująca/waga		
	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Biologiczna obróbka zanieczyszczonej gleby. Węgiel aktywny zmienia się dla każdego nowego wsadu odpadów biologicznych		
181	System filtrów workowo-tkaninowych	Jednostka stabilizująca/silosy i rampy samowyladowcze	Zanieczyszczona gleba, popiół lotny, osad, resztki z FGT	NA
	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Stos odpadów biologicznych, przetwarzanie zanieczyszczonej gleby		
187	Wysokosprawny filtr powietrza (HEPA)	Etap mieszania	Popiół lotny, osad	NI
	System filtrów workowo-tkaninowych	Wentylowanie silosu		NA
221	Separacja powietrzna	Część mieszająca i przetwarzająca zakładu	Zanieczyszczona gleba, popiół lotny, solanka	40
	Filtr	Wentylowanie silosu		
222	System filtrów workowo-tkaninowych (pierwsze odpylanie plus dodatkowy filtr zabezpieczający)	Magazynowanie i przenoszenie materiałów, naziemny silos dla materiałów sypkich	Pozostałości z FGT (popiół lotny plus inne pozostałości z przetwarzania)	5 000
		Magazynowanie i przeładunek materiałów, podziemny silos na materiał do mieszalnika		5 800

223	System filtrów	Magazynowanie i obsługa	Pozostałości z FGT (popiół lotny)	3 600
-----	----------------	-------------------------	-----------------------------------	-------



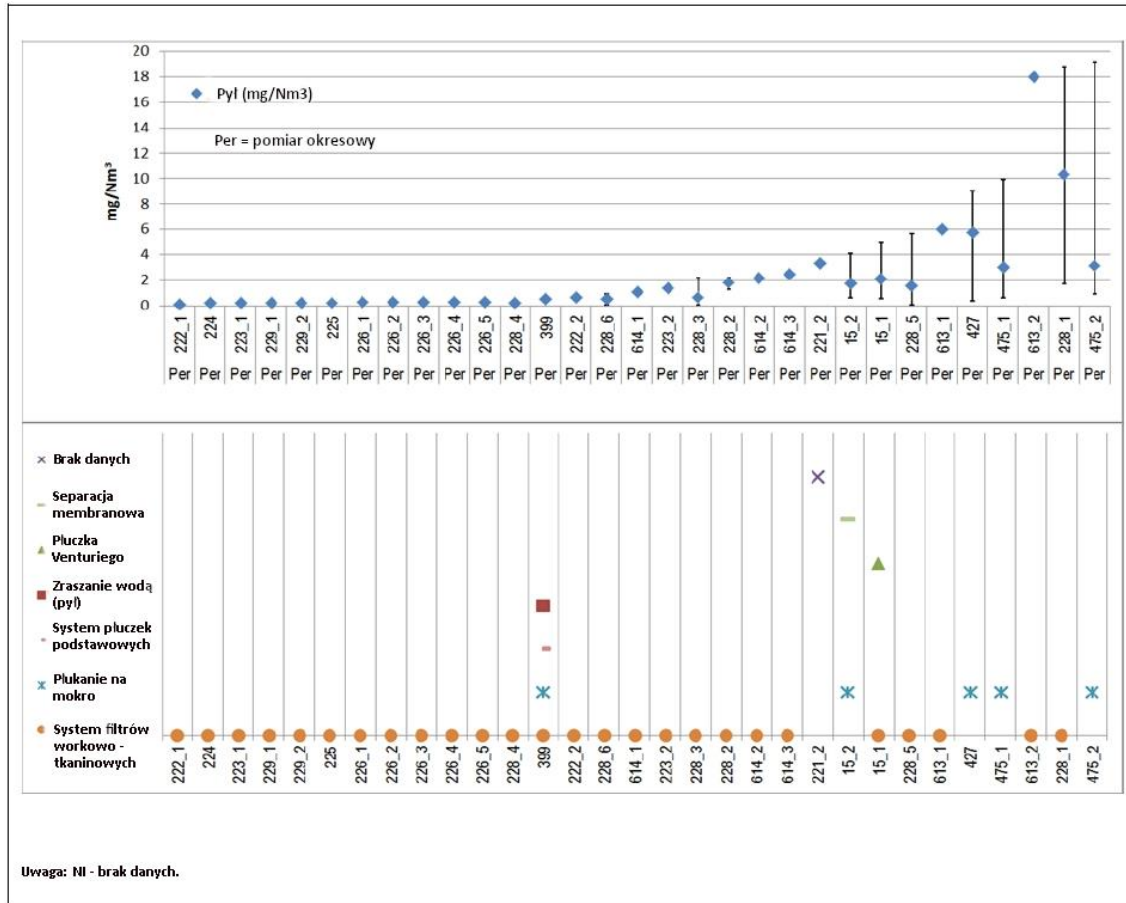
	workowo-tkaninowych (pierwsze odpylanie plus dodatkowy filtr zabezpieczający)	materiałów. Silos na materiały sypkie	plus inne pozostałości z przetworzenia)	
224	System filtrów workowo-tkaninowych (pierwsze odpylanie plus dodatkowy filtr zabezpieczający)	Magazynowanie i obsługa materiałów. Silos na materiały sypkie	Pozostałości z FGT (popiół lotny plus inne pozostałości z przetworzenia)	3 500
225	System filtrów workowo-tkaninowych (pierwsze odpylanie plus dodatkowy filtr zabezpieczający)	Magazynowanie i obsługa materiałów. Silos na materiały sypkie	Pozostałości z FGT (popiół lotny plus inne pozostałości z przetworzenia)	4 200
226	System filtrów workowo-tkaninowych (pierwsze odpylanie plus dodatkowy filtr zabezpieczający)	Magazynowanie i obsługa materiałów. Silos na materiał wsadowy sypki	pozostałości z FGT (popiół lotny i inne pozostałości po oczyszczaniu), odpady z elektrowni, odpady z odlewnictwa żelaza i stali, odpady z odlewnictwa metali nieżelaznych, odpady z produkcji cementu, odpady z przetwarzania fizyczno-chemicznego, odpady z oczyszczania ścieków, odpady z rekultywacji gleby	3 400
228	System filtrów workowo-tkaninowych (pierwsze odpylanie plus dodatkowy filtr zabezpieczający)	Silos na materiał wsadowy sypki	Pozostałości z FGT (popiół lotny i inne pozostałości z przetworzenia), odpady z elektrowni, odpady z hutnictwa żelaza i stali, odpady z przemysłu szklarskiego, odpady z fizyczno-chemicznego przetwarzania odpadów	2 000
		Obsługa dużych worków z materiałem wsadowym		2 800
		Przygotowanie materiału, mieszanie zawiesiny płynnej		2 700
		Przygotowanie materiału, mieszanie zawiesiny cieczy - przenośnik odgazowujący		2 500
229	System filtrów workowo-tkaninowych (pierwsze odpylanie plus dodatkowy filtr zabezpieczający)	Silos na materiał wsadowy sypki	Pozostałości z FGT (popiół lotny i inne pozostałości z przetworzenia), frakcja mineralna z rozdrobnionych materiałów, odpady zmieszane, odpady z rozbiórki, osad z zanieczyszczeniami.	3 600
336	NI	NI	Pozostałości po czyszczeniu ulic, odpady z oczyszczania ścieków, przesiany materiał z oczyszczalni ścieków, odpady z piaskowania, minerały (np. piasek, kamienie)	NI
340	System filtrów workowo-tkaninowych	Obróbka nierozpuszczająca	Popiół lotny, osad	17 000
	Płukanie na mokro	Obróbka nierozpuszczająca - powietrze po myciu na mokro jest w całości kierowane do biofiltra.		
	Biofiltracja	Obróbka nierozpuszczająca		
348	System płuczki kwaśnej, separacja cyklonem	Procesy stabilizacji i zestalania	Odpady z odwiertów na morzu, odpady półpłynne z różnych gałęzi przemysłu	19 000
		Prasa filtracyjna		5 500
		Hala magazynowa		60 000

399	System filtrów	Proces immobilizacji	Popioły lotne, osad	10 000
-----	----------------	----------------------	---------------------	--------

	workowo- tkaninowych			
	Płukanie na mokro			
	Zraszanie wodą (pył)			
	System płuczek zasadowych			
427	Płukanie na mokro	Zakład unieszkodliwiania odpadów	Kwas, popiół lotny, odpady ciekłe z przemysłu galwanicznego, szlam zawierający metale i wodorotlenki	3 500
475	Płukanie na mokro	Immobilizacja odpadów organicznych	Popiół lotny, odpady metalowe, składnik redukujący zanieczyszczenia, osad, popiół lotny, katalizator, zanieczyszczona gleba	13 300
		Immobilizacja innych odpadów		300
495	Biofiltracja	Zamknięty budynek do procesu i przechowywania produktu wyjściowego (system biofiltrów o niskiej prędkości przepływu)	Składnik ograniczający zanieczyszczenie, kwas	480
	Płukanie na mokro	Zamknięty budynek do procesu i przechowywania produktu wyjściowego (system wyciągowy o dużej prędkości przepływu)		36 500
	Adsorpcja z udziałem węgla aktywnego	Zamknięty budynek do procesu i przechowywania produktu wyjściowego (system wyciągowy o dużej prędkości przepływu)		
551	NI	Etap mieszania	Pozostałości z FGT, kwas	NI
569_6	Biofiltracja	Immobilizacja	Zanieczyszczona gleba, popiół lotny, zmieszane odpady niebezpieczne	Brak monitorowania
613	System filtrów workowo- tkaninowych (pierwsze odpylanie plus dodatkowy filtr zabezpieczający)	Magazynowanie i obsługa materiałów - rozładunek dużych worków	Pozostałości po obróbce gazów odlotowych (popiół lotny i inne pozostałości), materiał syпки/osad, odpady z odlewnictwa metali nieżelaznych, odpady z produkcji cementu, odpady z przetwarzania fizyczno-chemicznego, odpady z oczyszczania ścieków, odpady z rekultywacji gleby	6 400
		Magazynowanie i obsługa materiałów, mieszanie kruszywa, silos na materiał wsadowy syпки		
614	System filtrów workowo- tkaninowych (pierwsze odpylanie plus dodatkowy filtr zabezpieczający)	Magazynowanie i obsługa materiałów - rozładunek dużych worków	Pozostałości z FGT (popiół lotny i inne pozostałości z przetwarzania), odpady z odlewnictwa metali nieżelaznych, odpady z produkcji cementu, odpady z przetwarzania fizyczno-chemicznego, odpady z oczyszczania ścieków, odpady z rekultywacji gleby	3 300
618	NA	Brak emisji zorganizowanych do atmosfery (proces mokry)	Szlam z odlewni metalurgicznych, niewymiarowe części z odpylania surowego żelaza oraz z hutnictwa wtórnego, niewymiarowe odpady z transportu koksu, odpady z produkcji budowlanej wełny izolacyjnej	NA
Uwaga: NI = Brak danych. NA = Nie dotyczy.				

Spośród 26 zakładów zajmujących się fizyczno-chemicznym przetwarzaniem odpadów stałych i/lub półpłynnych, 13 zgłosiło poziomy stężenia pyłu w emisjach do atmosfery, przy czym niektóre z nich miały więcej niż jeden punkt uwolnienia. Zgłoszone średnie stężenie pyłu wynosiło około  $3 \text{ mg/Nm}^3$ , a jego zakres wahał się od  $0,2$  do  $18 \text{ mg/Nm}^3$ .

Ilustracja 5.5 przedstawia zgłaszane stężenie pyłu w emisjach do atmosfery z immobilizacji odpadów stałych i/lub półpłynnych.

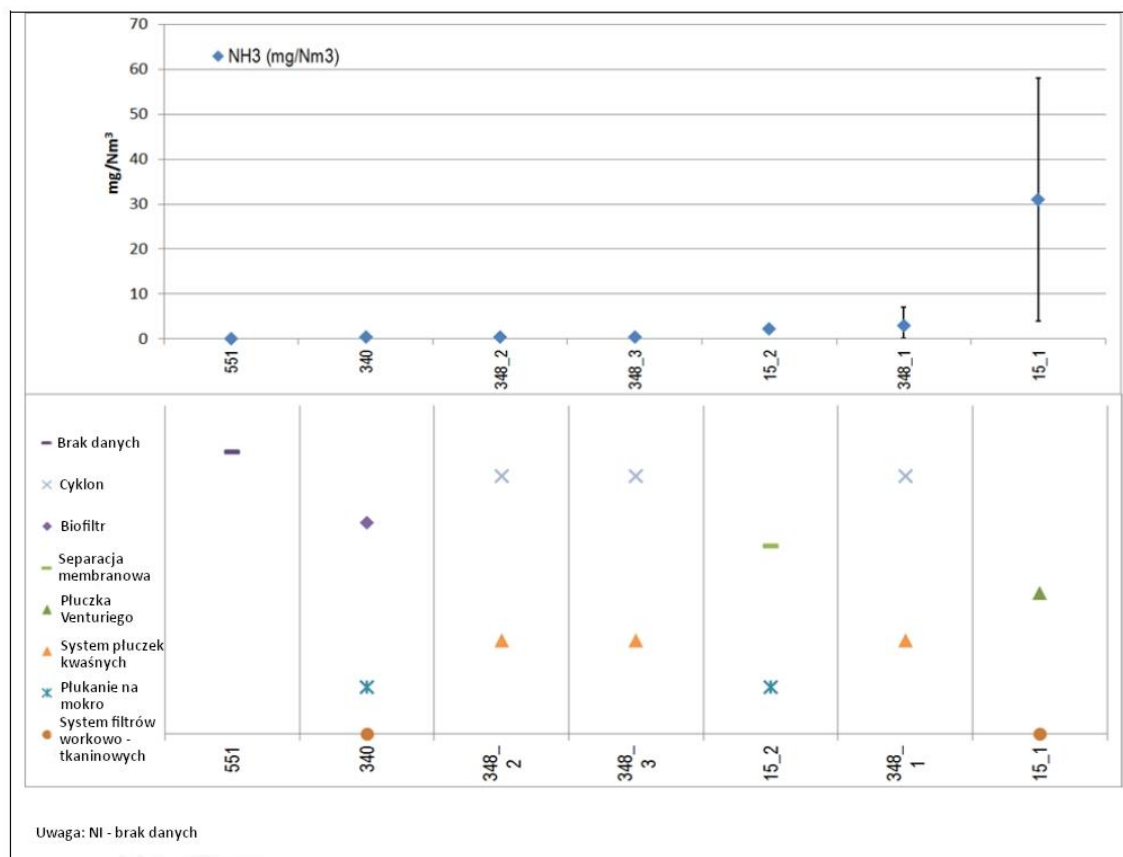


Ilustracja 5.5: Pył w emisjach do atmosfery z fizyczno-chemicznego przetwarzania odpadów stałych i/lub półpłynnych

### Amoniak ( $\text{NH}_3$ )

Spośród 26 zakładów zajmujących się fizyczno-chemicznym przetwarzaniem odpadów stałych i/lub półpłynnych, 4 zakłady zgłosiły poziomy stężenia  $\text{NH}_3$  w emisjach do atmosfery, przy czym niektóre z nich mają więcej niż jeden punkt uwolnienia. Zgłoszone średnie stężenie  $\text{NH}_3$  wyniosło około  $5 \text{ mg/Nm}^3$ , z zakresem  $<0,1-31 \text{ mg/Nm}^3$ . Emisje  $\text{NH}_3$  są głównie związane z wsadem odpadów, które mają być przetwarzane (np. osad). Najwyższą wartość stężenia zgłosił zakład 15 (emisje z zakładowego składowiska), który w 2014 r. wykonał dwa pomiary (M1:  $58 \text{ mg/Nm}^3$  i M2:  $4 \text{ mg/Nm}^3$ ). W czasie trwania pomiaru M1 trzykrotnie dostarczono materiał wsadowy, a ładowniki kołowe kilkakrotnie wjeżdżały do hali magazynowej. Pomiar M2 wykonano po wyregulowaniu płuczki i w tym czasie materiał wsadowy dostarczono raz, a ładowniki kołowe kilkakrotnie wjechały do hali magazynowej.

Ilustracja 5.6 przedstawia zgłaszane stężenie  $\text{NH}_3$  w emisjach do atmosfery pochodzących z fizyczno-chemicznego przetwarzania odpadów stałych i/lub półpłynnych.



**Ilustracja 5.6:** Emisje  $\text{NH}_3$  do atmosfery w wyniku immobilizacji odpadów stałych i/lub półpłynnych

### Lotne związki organiczne (LZO)

Spśród 26 zakładów zajmujących się fizyczno-chemicznym przetwarzaniem odpadów stałych i/lub półpłynnych, 3 zakłady zgłosiły poziomy stężenia LZO w emisjach do atmosfery, przy czym niektóre z nich mają więcej niż jeden punkt uwolnienia. Średnie zgłaszane stężenia LZO wyrażono w  $\text{mg}/\text{Nm}^3$  lub ppm OWO lub całkowitego LZO.

Tabela 5.4 przedstawia zgłoszone poziomy stężenia LZO w emisjach do atmosfery z fizyczno-chemicznego przetwarzania odpadów stałych i/lub półpłynnych.

**Tabela 5.4:** Emisje lotnych związków organicznych do atmosfery z fizyczno-chemicznego przetwarzania odpadów stałych i/lub półpłynnych

Numer zakładu	Zanieczyszczenie / parametr	Koncentracja minimalna ( $\text{mg}/\text{Nm}^3$ )	Koncentracja średnia ( $\text{mg}/\text{Nm}^3$ )	Koncentracja maksymalna ( $\text{mg}/\text{Nm}^3$ )	Główna technika ograniczania/unikania emisji	Rodzaj pomiaru	Ilość pomiarów dokonana w 3 letnim okresie referencyjnym (2010-2012)
475_1	OWO	1.7	1.7	1.7	Płukania na mokro	Okresowy	3
475_2	OWO	2.7	2.7	2.8	Płukania na mokro	Okresowy	3
495_1	Całkowite LZO	191 ppm	490 ppm	744 ppm	Biofiltracja	Okresowy	36
495_2	Całkowite LZO	143 ppm	483 ppm	833 ppm	Adsorpcja, płukanie na mokro	Okresowy	36
569_6	Całkowite LZO	6.0	14.4	34.0	Biofiltracja	Okresowy	6

### 5.1.3.3 Emisje do wody oraz zużycie wody

[42. WT TWG 2014]

Tabela 5.5 przedstawia zgłoszone techniki redukcji emisji do wody, ich pochodzenie oraz rodzaj zrzutu (bezpośredni/pośredni).

Tabela 5.5: Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych - źródła emisji do wody, zastosowane techniki ograniczania emisji i rodzaje zrzutu

Numer zakładu	Źródło emisji do wody	Stosowana technika	Rodzaj zrzutu
15	Brak emisji do wody	NA	NA
58	Brak emisji do wody	NA	NA
176	Brak emisji do wody	NA	NA
181	Brak emisji do wody	NA	NA
187	Brak emisji do wody	NA	NA
221	Z całego procesu	NI	NI
222	Brak emisji do wody	NA	NA
223	Brak emisji do wody	NA	NA
224	Brak emisji do wody	NA	NA
225	Brak emisji do wody	NA	NA
226	Brak emisji do wody	NA	NA
228	Brak emisji do wody	NA	NA
229	Brak emisji do wody	NA	NA
336	Operacje mechaniczne	NI	Odprowadzenie pośrednie (miejski/gminny system kanalizacyjny)
340	Brak emisji do wody	NA	NA
348	Woda technologiczna (prasa filtracyjna, skrubler), deszczówka	NI	Odprowadzanie pośrednie (wspólna oczyszczalnia ścieków poza terenem zakładu)
399	Brak emisji do wody	NA	NA
427	Proces neutralizacji	Wytrącanie chemiczne, sedimentacja, filtracja, adsorpcja,	Odprowadzanie bezpośrednie (wspólna zakładowa instalacja oczyszczania ścieków)
475	Brak emisji do wody	NA	NA
495	Brak emisji do wody	NA	NA
551	Brak emisji do wody	NA	NA
569_6	Zobacz sekcja 5.7	Zobacz sekcja 5.7	Zobacz sekcja 5.7
613	Brak emisji do wody	NA	NA
614	Brak emisji do wody	NA	NA
618	Brak emisji do wody	NA	NA

Uwaga: NI = Brak danych. NA = Nie dotyczy.

Spośród 26 zakładów zajmujących się fizyczno-chemicznym przetwarzaniem odpadów stałych i/lub półpłynnych, które uczestniczyły w gromadzeniu danych, 20 zakładów (77 %) zgłosiło brak emisji do wody z procesu.

Spośród sześciu zakładów, które zgłosiły emisje do wody, jeden (zakład 427) zgłosił zrzut do środowiska poprzez wspólny zakładowy zakład oczyszczania ścieków, dwa (zakłady 336 i 348) zrzut do systemu kanalizacyjnego lub do zewnętrznej oczyszczalni ścieków, a trzy (zakłady 221, 425 i 497) nie wskazały punktu zrzutu.

Analiza emisji do wody została omówiona w sekcji 5.7.2.3.2.

#### Zużycie wody

Zgłoszone średnie zużycie wody na tonę przetworzonych odpadów wynosi około 410 l/t, przy czym zakres ten wynosi 6-1 800 l/t. Maksymalną granicę podanego zakresu osiągają zakłady z etapami mycia i/lub czyszczenia, co stanowi główne zużycie wody; w większości przypadków woda jest poddawana recyklingowi.

### 5.1.3.4 Zużycie energii

[42. WT TWG 2014]

Głównym źródłem energii w fizyczno-chemicznym przetwarzaniu odpadów stałych i/lub półpłynnych jest energia elektryczna.

Podawane średnie zużycie energii wynosi 30 kWh na tonę przetworzonych odpadów, przy czym zakres ten wynosi 3-112 kWh/t. Obejmuje to inne źródła energii, takie jak paliwa kopalne, np. do ładowarki kołowej, której zużycie zostało zgłoszone przez osiem zakładów i stanowi średnio około 8 kWh/t.

### 5.1.4 Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT

W niniejszej sekcji opisano jedynie szczególne techniki zapobiegania i/lub zmniejszania zużycia i/lub emisji do atmosfery i do wody z fizyczno-chemicznego przetwarzania odpadów stałych i/lub półpłynnych.

#### 5.1.4.1 Monitorowanie odpadów dostarczonych do przetworzenia

##### Opis

Monitorowanie wsadu odpadów, np. pod względem:

- zawartości substancji organicznych, utleniaczy, metali (np. rtęci), soli, substancji wydzielających odory;
- potencjału tworzenia wodoru (H<sub>2</sub>) po zmieszaniu z wodą pozostałości z oczyszczania gazów spalinowych (FGT), np. popiołów lotnych.

##### Szczegóły techniczne

Monitorowanie właściwości odpadów wejściowych może obejmować w następujące elementy:

- Pomiar zawartości organicznej wsadu odpadów (OWO). (Powszechnie przyjmuje się stężenie OWO < 6 %.) Potencjalny wpływ wysokiej zawartości organicznej w odpadach wejściowych obejmuje:
  - zaburzenie reakcji chemicznych w okresie utwardzania (reakcja pucolanowa i/lub hydrauliczna);
  - w dłuższej perspektywie, biodegradacja związków organicznych, która polega na niszczeniu betonopodobnych odpadów sypkich i zaburzeniu równowagi fizyczno-chemicznej wewnątrz porowatej fazy ciekłej odpadów betonopodobnych z możliwością uwalniania metali ciężkich oraz soli.
- Pomiar zawartości rtęci w odpadach wejściowych. Rtęć pozostaje dostępna w odpadach i może wiązać się z skażeniem w perspektywie długoterminowej. Nawet jeśli rtęć występuje w postaci siarczków, współprzetwarzanie z odpadami betonopodobnymi zniszczy rtęć w postaci siarczków ze względu na zasadowe pH.
- Pomiar zawartości soli w odpadach wejściowych. Niektóre sole nie mogą być immobilizowane, np. sole chloru, lub mogą być immobilizowane do poziomu rozpuszczalności produktu. W przypadku tego rodzaju soli, test zgodności dotyczący wypłukiwania granulowanych materiałów odpadowych zazwyczaj zmienia fizyczną postać zestalonego materiału i dlatego precenzenia wypłukiwanie soli.
- Regularne testy na wytwarzanie wodoru (H<sub>2</sub>), gdy pozostałości z FGT zawierające węglan są mieszane z wodą. Warunki fizyczno-chemiczne, w których popioły lotne lub pozostałości z FGT miesza się z wodą, obejmują hydrolizę, np. aluminium, która generuje emisje wodoru. Reakcja ta jest przyspieszana w obecności węglanu (co ma miejsce na przykład w przypadku pozostałości z FGT wytwarzanych przez suche oczyszczanie gazów spalinowych przy użyciu wodorowęglanu sodu). Prowadzi to do ryzyka wybuchu w obszarach zamkniętych lub ograniczonych rozmiarowo, gdzie granica wybuchowości może być łatwo osiągnięta. [29. Podgrupa PCT 2015]

##### Korzyści dla środowiska

Osiągnięte korzyści środowiskowe tej techniki obejmują:

- optymalizacja ogólnej wydajności przetwarzania poprzez zapewnienie zgodności przetwarzanych odpadów wejściowych z zastosowanym procesem;
- zapobieganie niekontrolowanym emisjom;
- zapobieganie incydentom/wypadkom i związanym z nimi emisjom.

### Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

W tabeli 5.6 przedstawiono wdrożone procedury fizyczno-chemicznego przetwarzania odpadów stałych i/lub półpłynnych, których celem jest zapewnienie kompatybilności wsadu odpadów z procesem przetwarzania.

**Tabela 5.6: Immobilizacja (stabilizacja i zestalanie) odpadów stałych i/lub półpłynnych - wdrożone procedury związane z zapewnieniem zgodności odpadów dostarczonych do przetworzenia z procesem przetwarzania**

Wdrożona procedura	Uwzględnione zakłady
Wstępna akceptacja/przyjęcie	15, 58, 176, 181, 187, 222, 223, 224, 225, 226, 228, 229, 340, 348, 399, 427, 475, 494, 495, 551, 569, 613, 614
Segregacja oraz kontrola zgodności	348, 427, 494, 495, 569
Charakterystyka odpadów wsadowych	15, 176, 181, 187, 222, 223, 224, 225, 226, 228, 229, 348, 399, 427, 475, 495, 613, 614
System śledzenia odpadów	176, 181, 187, 222, 223, 224, 225, 226, 228, 229, 427, 475, 494, 495, 551, 613, 614
System zarządzania procesem oraz ryzykiem	176, 181, 187, 222, 223, 224, 225, 226, 228, 229, 340, 348, 427, 494, 495, 613, 614, 618

### Oddziaływanie na procesy i środowisko

Nie zidentyfikowano.

### Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ogólnie dostępna.

### Ekonomia

Nie dostarczono danych.

### Siła napędowa wdrażania

- Prawodawstwo dotyczące ochrony środowiska.
- Zapobieganie zagrożeniom.

### Przykładowe zakłady

Zobacz tabela 5.6.

### Literatura źródłowa

[\[29. Podgrupa PCT 2015\]](#), [\[42. WT TWG 2014\]](#), [\[21. WT TWG 2016\]](#)

## 5.1.4.2 Techniki zapobiegające lub ograniczające emisje do atmosfery

### Opis

Wdrożenie odpowiedniej kombinacji technik, takich jak:

- filtr workowy/tkaninowy;
- płukanie na mokro;
- biofiltr;
- adsorpcja.

### Szczegóły techniczne

Opisy techniczne tych technik podano w sekcji 2.3.4.4 (filtr workowy/tkaninowy), sekcji 2.3.4.7 (biofiltr), sekcji 2.3.4.9 (adsorpcja) i sekcji 2.3.4.10 (płukanie na mokro).

### **Korzyści dla środowiska**

Osiągnięte korzyści środowiskowe tej techniki obejmują:

- zmniejszenie emisji pyłów do atmosfery;
- zmniejszenie emisji amoniaku (NH<sub>3</sub>) do atmosfery;
- zmniejszenie emisji lotnych związków organicznych (LZO) do atmosfery.

### **Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Informacje na temat ekologiczności każdej ze stosowanych technik można znaleźć w dokumencie CWW BREF [\[45. COM 2016\]](#).

W tabeli 5.7 przedstawiono efektywność środowiskową fizyczno-chemicznego przetwarzania odpadów stałych i/lub półpłynnych pod względem emisji pyłów do atmosfery.



**Tabela 5.7: Efektywność środowiskowa fizyczno-chemicznego przetwarzania odpadów stałych i/lub półpłynnych pod względem emisji pyłów do atmosfery**

Numer zakładu	Koncentracja minimalna (mg/Nm <sup>3</sup> )	Koncentracja średnia (mg/Nm <sup>3</sup> )	Koncentracja maksymalna (mg/Nm <sup>3</sup> )	Główne techniki zapobiegające/ograniczające emisje	Rodzaj pomiaru	Ilość pomiarów dokonana w 3 letnim okresie referencyjnym (2010-2012)
015_1	0.6	2.1	5.0	System płuczek Venturiego, system filtrów workowotkaninowych	Okresowy	3
015_2	0.6	1.8	4.1	Separacja membranowa, płukanie na mokro	Okresowy	3
221_2	3.3	3.4	3.4	NI	Okresowy	2
222_1	0.1	0.1	0.1	2 systemy filtrów workowotkaninowych	Okresowy	3
222_2	0.7	0.7	0.7	2 systemy filtrów workowotkaninowych	Okresowy	3
223_1	0.2	0.2	0.2	2 systemy filtrów workowotkaninowych	Okresowy	3
223_2	1.4	1.4	1.4	2 systemy filtrów workowotkaninowych	Okresowy	1
224	0.2	0.2	0.2	System filtrów workowotkaninowych	Okresowy	1
225	0.2	0.2	0.2	System filtrów workowotkaninowych	Okresowy	3
226_1	0.3	0.3	0.3	2 systemy filtrów workowotkaninowych	Okresowy	1
226_2	0.3	0.3	0.3	2 systemy filtrów workowotkaninowych	Okresowy	1
226_3	0.3	0.3	0.3	2 systemy filtrów workowotkaninowych	Okresowy	1
226_4	0.3	0.3	0.3	2 systemy filtrów workowotkaninowych	Okresowy	1
226_5	0.3	0.3	0.3	2 systemy filtrów workowotkaninowych	Okresowy	1
228_2	1.3	1.8	2.2	2 systemy filtrów workowotkaninowych	Okresowy	2
228_3	0.1	0.7	2.2	2 systemy filtrów workowotkaninowych	Okresowy	2
228_4	0.1	0.2	0.4	2 systemy filtrów workowotkaninowych	Okresowy	2
228_6	0.1	0.5	0.9	2 systemy filtrów workowotkaninowych	Okresowy	2
229_1	0.2	0.2	0.2	2 systemy filtrów workowotkaninowych	Okresowy	1
229_2	0.2	0.2	0.2	2 systemy filtrów workowotkaninowych	Okresowy	1
399	0.5	0.5	0.5	System filtrów workowotkaninowych, płukanie na mokro, zraszanie wodą (pył), system płuczek zasadowych	Okresowy	9
614_1	1.1	1.1	1.1	2 systemy filtrów workowotkaninowych	Okresowy	1
614_2	2.2	2.2	2.2	2 systemy filtrów workowotkaninowych	Okresowy	2
614_3	2.5	2.5	2.5	2 systemy filtrów workowotkaninowych	Okresowy	2

**Oddziaływanie na procesy i środowisko**Zobacz CWW BREF [\[45. COM 2016\]](#).**Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**Zobacz CWW BREF [\[45. COM 2016\]](#).

Ustalenie odpowiedniej kombinacji technik redukcji emisji ma ogólne zastosowanie.

**Ekonomika**

Zobacz CWW BREF [\[45. COM 2016\]](#).

**Siła napędowa wdrażania**

Prawodawstwo dotyczące ochrony środowiska.

**Przykładowe zakłady**

Zobacz tabela 5.7.

**Literatura źródłowa**

[\[42. WT TWG 2014\]](#), [\[45. COM 2016\]](#)

## 5.2 Powtórna rafinacja olejów odpadowych

### 5.2.1 Stosowane procesy oraz techniki

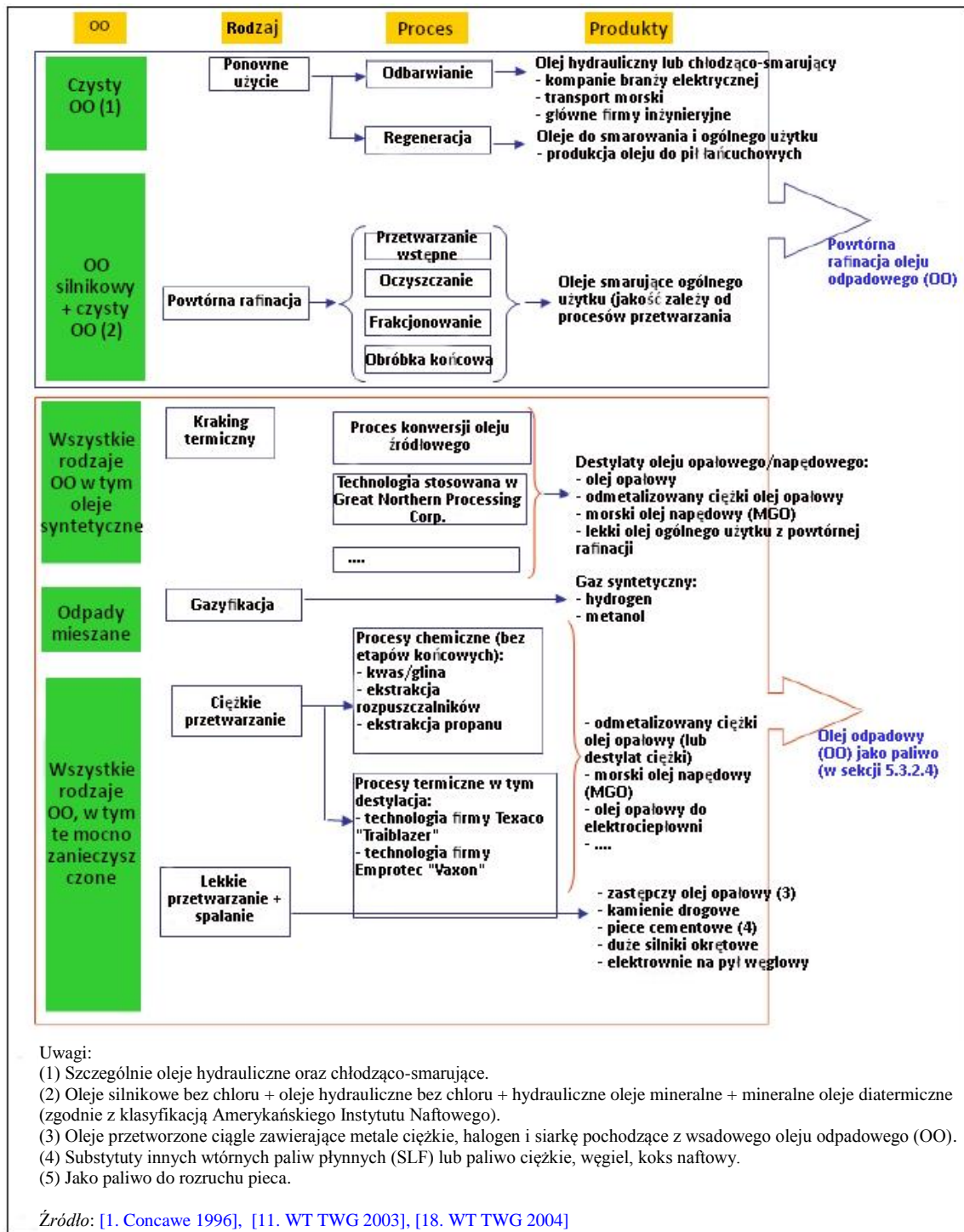
[1. Concawe 1996], [2. Monier, V. oraz Labouze, E. 2001], [165. Jacobs, A. oraz Dijkmans, R. 2001], [166. Marshall i inni 1999], [10. Babbie Group Ltd 2002], [11. WT TWG 2003], [167. Straetmans, B. 2003], [18. WT TWG 2004], [19. WT TWG 2004].

Istnieją dwie główne możliwości przetwarzania olejów odpadowych:

- Odzyskanie oleju odpadowego przeznaczonego do wykorzystania jako paliwo lub reduktant. Obejmuje to obróbkę taką jak kraking termiczny i gazyfikacja, ale również łagodniejsze przetwarzanie olejów odpadowych, o których mowa w sekcji 5.3.2.4.
- Przetwarzanie oleju odpadowego w celu przekształcenia go w materiał, który może być ponownie użyty lub wykorzystany jako olej bazowy do produkcji smarów. W niniejszym dokumencie jest to określane mianem "powtórnej rafinacji" (re-refining). W niniejszej sekcji wyszczególniono różne sposoby przetwarzania, które są faktycznie stosowane do olejów odpadowych w celu ich oczyszczenia oraz powtórnej rafinacji.

Klasyfikacja ta została przyjęta w odniesieniu do niniejszego dokumentu i nie ma na celu próby zdefiniowania żadnego z kodów "R" w prawodawstwie UE dotyczącym odpadów.

Obecnie w Europie istnieje wiele procesów przetwarzania. Najważniejsze z nich wymieniono na ilustracji 5.7. Ilustracja ta daje również przegląd tego, w jaki sposób te procesy zostały uwzględnione w niniejszym dokumencie.



**Ilustracja 5.7:** Przetwarzanie olejów odpadowych oraz sposób klasyfikacji stosowany w niniejszym dokumencie

### Cel

Ponowne wykorzystanie oleju odpadowego lub przekształcenie go w olej bazowy używany do produkcji smaru. Wymaga to operacji czyszczenia (np. odbarwiania/oczyszczania lub regeneracji) lub powtórnej rafinacji w celu uzyskania odpowiedniej jakości produktu wyjściowego.

### **Zasada działania**

Procesy rozpoczynają się od obróbki wstępnej oraz oczyszczania, które polegają na usunięciu zanieczyszczeń, wad oraz wszelkich pozostałości po wcześniejszym wykorzystaniu oleju odpadowego.

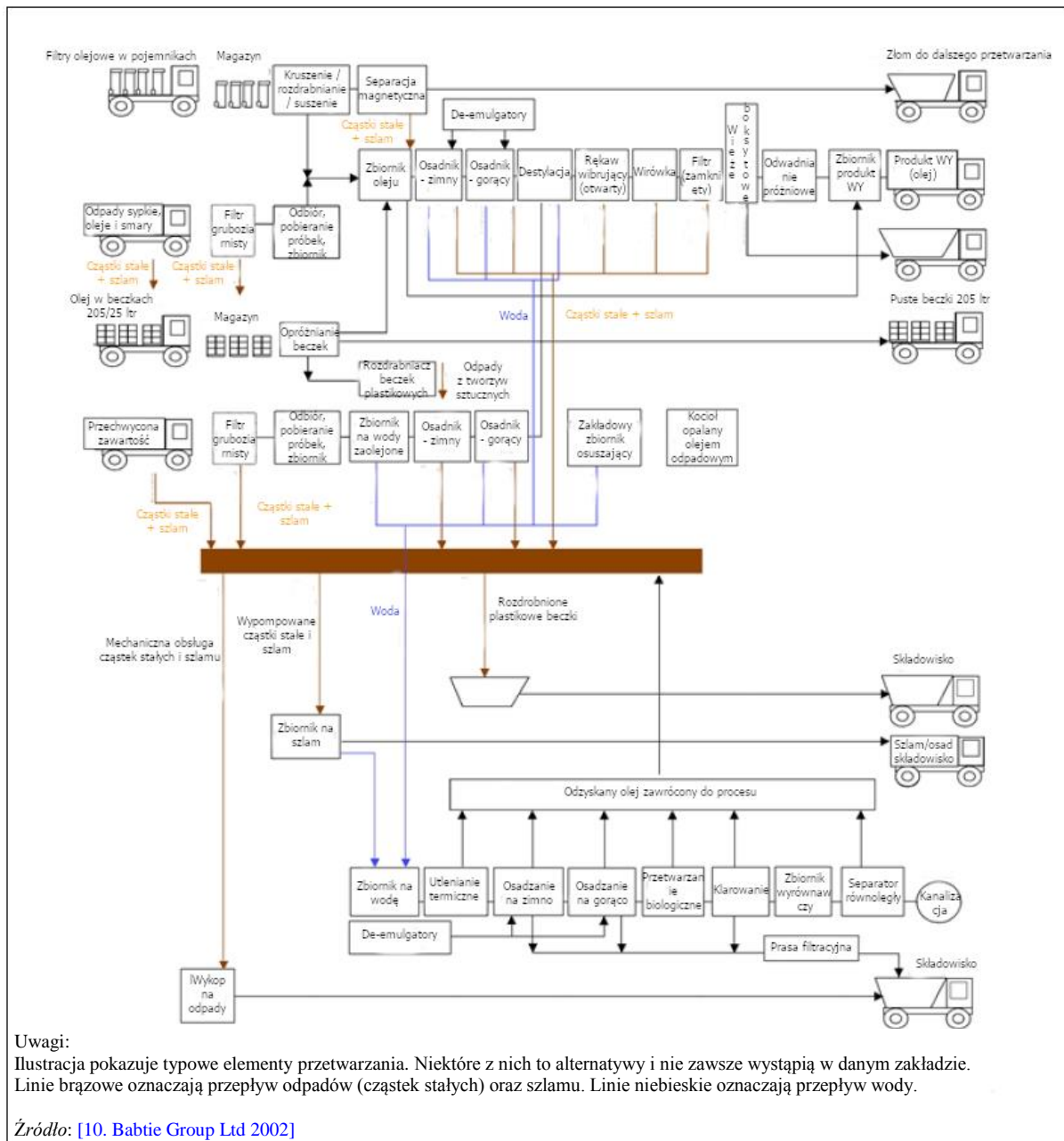
Przetwarzanie celem wtórnego wykorzystania obejmuje zazwyczaj tylko te dwa etapy, ale do oczyszczonego oleju odpadowego mogą być następnie dodawane określone substancje, tak aby osiągnąć specyfikacje produktu oryginalnego.

Proces powtórnej rafinacji obejmuje dodatkowe etapy frakcjonowania i wykańczania, które wykorzystują podobne techniki i operacje jednostkowe jak procesy stosowane w rafineriach i zakładach przetwórstwa chemicznego (np. olefiny).

Ze względów praktycznych zakłady mogą wykorzystywać połączenie operacji jednostkowych. Nie wszystkie operacje są stosowane w każdym zakładzie. W praktyce większość zakładów wykorzystuje tylko kilka z przedstawionych procesów, a zwykle z każdego z nich pochodzą co najmniej dwa strumienie równoległe.

### **Opis procesu**

Główne etapy czyszczenia w zakładach odzyskujących olej (do ponownego wykorzystania) pokazano na ilustracji 5.8.



**Ilustracja 5.8:** Ogólny schemat przepływu etapów wstępnego przetwarzania olejów odpadowych

Powtórna rafinacja może się różnić w zależności od technologii stosowanej w jednej lub kilku z poniższych operacji:

- obróbka wstępna;
- oczyszczanie;
- frakcjonowanie, oraz
- obróbka końcowa.

Każda z tych operacji została krótko opisana poniżej.

#### Obróbka wstępna (przetwarzanie wstępne) oleju

Woda oraz osady usuwane są z oleju odpadowego poprzez proste fizyczne/mechaniczne oczyszczanie. Osadzanie jest stosowane w niektórych przypadkach do usuwania wody i osadów z oleju odpadowego oraz w systemach oczyszczania ścieków do usuwania oleju i ciał stałych z odpadów. Ogólnie rzecz biorąc, sedimentacja odbywa się z wykorzystaniem efektu grawitacji

w osadnikach, klarownikach lub separatorach równoległych, ale można również stosować wirówki lub destylację.

Proces obróbki wstępnej nie jest porównywany z innymi procesami przetwarzania oleju, ponieważ nie daje on produktu końcowego, ani nie osiąga celu ostatecznego.

### Oczyszczanie oleju odpadowego

Oczyszczanie obejmuje odasfaltowanie oraz usuwanie pozostałości asfaltowych: metali ciężkich, polimerów, domieszek oraz innych zanieczyszczeń towarzyszących.

Odbywa się to głównie poprzez destylację, ekstrakcję przy użyciu rozpuszczalników oraz dodawanie kwasów.

Oczyszczanie za pomocą kwasu obejmuje usuwanie domieszek, polimerów oraz produktów utleniania i degradacji poprzez kontakt z kwasem siarkowym, lub wytrącanie ich w postaci siarczanów (np. metali). Oczyszczony olej może być również zmieszany z gliną w celu usunięcia poprzez absorpcję wszelkich nadal występujących związków polarnych oraz niepożądanych.

### Frakcjonowanie oleju odpadowego

Polega to na oddzieleniu olejów bazowych wykorzystując różne temperatury ich wrzenia, uzyskując dwie lub trzy części (frakcje destylacyjne).

Destylacja próżniowa może mieć bardzo różny stopień złożoności, od prostego systemu rozszczepiającego do pełnego systemu destylacji frakcyjnej, stosowanego w rafineriach ropy naftowej.

### Obróbka końcowa (przetwarzanie końcowe) oleju odpadowego

Jest to głównie końcowe oczyszczanie różnych części (frakcji destylacyjnych) w celu uzyskania określonych specyfikacji produktu (np. poprawa koloru, odoru, stabilności termicznej, utleniania, lepkości). Obróbka końcowa może również obejmować usunięcie WWA w przypadku ciężkiej obróbki końcowej (wysoka temperatura plus wysokie ciśnienie) lub ekstrakcji rozpuszczalnikowej (niska temperatura plus niskie ciśnienie).

Tabela 5.8 przedstawia różne techniki obróbki końcowej.

Tabela 5.8: Techniki obróbki końcowej stosowane przy przetwarzaniu olejów odpadowych

Technika	Zasada działania	Komentarze
Przetwarzanie z użyciem zasad	Stosuje się KOH lub NaOH.	Właściwości kolorystyczne są poprawiane
Wybielanie	Jest to zabieg trzeciego stopnia, mający na celu usunięcie czarnego koloru z oleju (spowodowanego rozkładem węgla z domieszek), dzięki czemu można go wizualnie porównać z oryginalnym olejem bazowym.	Nowe cele, wyznaczone poprzez wdrożenie nowych specyfikacji dotyczących olejów silnikowych do samochodów osobowych, nie mogą zostać osiągnięte. W szczególności kolor produkowanych olejów jest ciemniejszy niż wymagany.
Polerowanie gliną	Jest to proces podobny do procesu z użyciem kwasu/gliny, ale kwas nie jest stosowany. Bentonit jest typowo używaną gliną. Glinka jest następnie oddzielana od oleju za pomocą prasy filtracyjnej.	Ogólnie rzecz biorąc, polerowanie gliną nie daje wysokiej jakości olejów bazowych do ekstrakcji z użyciem rozpuszczalników lub hydrorafinacji.
Hydrorafinacja <sup>(1)</sup>	Chlor i siarka są usuwane z frakcji oleju odpadowego w wysokiej temperaturze w atmosferze wodoru i w kontakcie z katalizatorem, oraz przekształcane w HCl i H <sub>2</sub> S. W procesie tym usuwa się również fosfor, ołów i cynk. WWA mogą być usuwane w drodze gruntownej hydrorafinacji (wysoka temperatura i wodór pod wysokim ciśnieniem).	Jakość destylatów jest bardzo wysoka, a frakcje ropy naftowej można natychmiast wprowadzić do obrotu. Wodór jest niezbędny w tym procesie. Powstaje siarkowodór, który może być później zredukowany do zawartości siarki.
Czyszczenie z użyciem rozpuszczalnika	WWA są usuwane z olejów bazowych poprzez ich ekstrakcję do rozpuszczalnika. Ekstrakcja z użyciem rozpuszczalnika poprawia również indeks barwy i lepkości.	Wsad do ekstrakcji musi być dobrej jakości olejem bazowym, z usuniętymi metalami ciężkimi itp. Produkty procesu to wysokiej jakości olej bazowy, zużyty rozpuszczalnik, który jest regenerowany oraz niewielki strumień oleju bazowego (około 3 % całkowitego strumienia oleju bazowego) o wysokim stężeniu WWA, który jest wykorzystywany jako produkt opałowy.
<sup>(1)</sup> Proces hydrorafinacji można znaleźć w dokumencie BREF dotyczącym rafinerii (Refinery BREF). Źródło: [2. Monier, V. oraz Labouze, E. 2001], [11. WT TWG 2003], [168. UBA Niemcy 2003]		

W tabeli 5.9 zestawiono różne technologie/procesy stosowane do odzysku olejów odpadowych.



Tabela 5.9: Technologie/procesy powtórnej rafinacji olejów odpadowych

Proces technologiczny	Wsad oraz strumienie (produkty) wyjściowe	Opis procesu				Wydajność	Standardowa zdolność produkcyjna zakładu
		Obróbka wstępna	Oczyszczanie	Frakcjonowanie	Obróbka końcowa		
Oczyszczanie / odbarwianie	Wsad: Oleje transformatorowe, smary przemysłowe (np. hydrauliczne i chłodząco-smarujące). Produkt wyjściowy: oczyszczony smar przemysłowy powracający do użytkowników.	Adsorpcja, ogrzewanie, filtracja, odwadnianie próżniowe	NA	NA	NA	NI	NI
Odzysk	Wsad: Oleje przemysłowe (zwłaszcza oleje hydrauliczne). Produkt wyjściowy: oczyszczony smar przemysłowy powracający do użytkowników.	Odzirowywanie i/lub filtrowanie	NA	NA	NA	NI	NI
Procesy z użyciem glinki	Produkt wyjściowy charakteryzuje się słabymi właściwościami pod względem lepkości i elastyczności. Może być stosowany wyłącznie w recepturze ograniczonych typów smarów przemysłowych.	Jednostka wstępnego przetwarzania. Usuwanie w próżni atmosferycznej	Przetwarzanie gliną. Poprzez kontakt z dużą ilością glinki adsorpcyjnej	NA	NA	NI	NI
Kwas/glinka + destylacja	Wsad: obrobione wstępnie oleje odpadowe	Usuwanie atmosferyczne lub próżniowe	Obróbka kwasem lub gliną. Usuwanie zanieczyszczeń z olejów odpadowych (np. metali ciężkich, domieszek, polimerów, związków utleniających i degradujących) poprzez obróbkę kwasem (zazwyczaj kwasem siarkowym) lub obróbkę gliną	Destylacja. Oczyszczony olej jest następnie destylowany w celu odzyskania dwóch lub trzech frakcji oraz ogólnego oleju napędowego.	Neutralizacja i filtracja. Frakcje oleju smarnego wraz z olejem napędowym są neutralizowane wodorotlenkiem wapnia oraz filtrowane.	50 %	NI
Destylacja i obróbka chemiczna lub ekstrakcja rozpuszczalnikowa: seria wyparek próżniowych cyklonowych, po której następuje obróbka chemiczna otrzymanych frakcji oleju smarnego. [1. Concawe 1996], [11. WT TWG 2003]	Produkt wyjściowy: odpowiednia konfiguracja procesu może prowadzić do usunięcia praktycznie wszystkich WWA, na przykład poprzez zastosowanie ekstrakcji z użyciem rozpuszczalnika. Niektóre procesy tego typu nie generują pozostałości, ponieważ przekształcają je w produkty (np. produkcja nawozu poprzez ponowne wykorzystanie wody procesowej).	Destylacja próżniowa. Pierwszy etap usuwa wodę, naftę i frakcję lekką. Drugi etap usuwa olej napędowy, olej wrzeczionowy lub lekki olej opałowy.	Destylacja próżniowa. 3 i 4 etap oddzielają różne frakcje oleju smarnego od pozostałości (w których skoncentrowane są wszystkie metale, domieszki oraz produkty degradacji).		Obróbka chemiczna przeprowadzana jest w operacji zamkniętej, a następnie następuje destylacja/usuwanie w celu skorygowania lotności oraz temperatury zapłonu. Alternatywnie można zastosować etap ekstrakcji z użyciem rozpuszczalnika w celu usunięcia WWA.	65–70 % w stanie suchym	25 kt/rok
Destylacja i ekstrakcja z użyciem rozpuszczalnika (tzw. proces Vaxon)	Nie powoduje zanieczyszczenia glinki jako odpadu. Tylko 98 % rozpuszczalnika jest regenerowane po ekstrakcji oleju bazowego.	NA	Destylacja próżniowa		Ekstrakcja z użyciem rozpuszczalnika	65–70 % w stanie suchym	60 kt/rok
Ekstrakcja i destylacja z	Odzyskane oleje bazowe mają dobrą	Chemiczna obróbka	Ekstrakcja propanem.	Destylacja atmosferyczna i	Nie wymagane są etapy	79 % w stanie	25–30 kt/rok

<p>użyciem rozpuszczalników (tzw. proces SenerInterline)</p> <p><a href="#">[1. Concawe 1996]</a>, <a href="#">[165. Jacobs, A. oraz Dijkmans, R. 2001]</a> <a href="#">[11. WT TWG 2003]</a>, <a href="#">[18. WT TWG 2004]</a></p>	<p>jakość. W procesie tym nie powstają odpady stałe. Chemiczna obróbka otrzymanej frakcji olejowej mieszaniną chemikaliów przekształca organicznie związany chlor w NaCl. Po dalszej destylacji wszystkie produkty końcowe mają niską zawartość chloru (poniżej 10 ppm). Reaktor chemiczny usuwa zanieczyszczenia i praktycznie cały chlor do poziomu poniżej 5 ppm. Emisje do atmosfery można ograniczyć kierując strumienie odwentylowanego powietrza oraz fazę gazową z urządzeń destylacyjnych do utleniacza termicznego, w którym zanieczyszczenia utlenia się w temperaturze 850 °C przez okres czasu wynoszący dwie sekundy.</p>	<p>wstępna z użyciem odczynników i katalizatorów</p>	<p>Płynny propan wyciąga oleje bazowe oraz odrzuca wodę, asfalt, dodatki i inne nierozpuszczalne zanieczyszczenia.</p>	<p>próżniowa. Wyekstrahowany olej jest najpierw destylowany w kolumnie destylacji atmosferycznej w celu oddzielenia lekkich węglowodorów oraz propanu. Pozostały olej jest frakcjonowany w kolumnie destylacji próżniowej w celu odzyskania smarnych olejów bazowych.</p>	<p>końcowej obróbki</p>	<p>suchym + 72–74 % olejów bazowych + 21–22 % asfaltu w stanie suchym</p>	
<p>Odasfaltowanie propanu oraz obróbka końcowa metodą wodorową</p> <p><a href="#">[2. Monier, V. oraz Labouze, E. 2001]</a>, <a href="#">[11. WT TWG 2003]</a></p>	<p>Uzyskane produkty "denne" nadają się jako asfalt. W wyniku tego procesu uzyskuje się więcej materiałów nadających się do sprzedaży niż w przypadku powtórnej rafinacji poprzez obróbkę chemiczną lub uwodornienie. Jest to powód, dla którego proces ten, w pewnych warunkach pracy, może być postrzegany jako proces ponownej rafinacji, ponieważ produkowany jest wysoki procent olejów bazowych. Mniej lub bardziej kosztowne w zależności od liczby etapów dla PDA. Znaczna ilość pozostałości do usunięcia.</p>	<p>Wstępne przetwarzanie w kolumnie destylacyjnej</p>	<p>Ekstrakcja z użyciem propanu oraz frakcjonowanie w kolumnie próżniowej. Asfalt jest oddzielany poprzez ekstrakcję odzyskiwalnych frakcji zużytego oleju przy użyciu ciekłego propanu. Istnieją dwie odmiany procesu:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Pojedynczy etap: za jednostką ekstrakcyjną PDA oczyszczony olej jest oddzielany od propanu i podawany do obróbki wodorem. Na koniec, frakcjonowanie w kolumnie próżniowej wytwarza pożądane frakcje oleju smarnego.</li> <li>2) Dwuetapowy: oczyszczony olej z pierwszej jednostki PDA jest destylowany i frakcjonowany w kolumnie próżniowej. Frakcja dolna, nadal zawierająca zanieczyszczenia, jest podawana do drugiej jednostki PDA; wyodrębniona tam frakcja asfaltowa jest z powrotem kierowana do pierwszej jednostki PDA. Frakcje oleju z pobocznych produktów kolumny próżniowej, wraz z frakcją ciężką oczyszczoną w drugim etapie PDA, są uwodorniane oddzielnie w obróbce wodorem. Dwustopniowy proces, w porównaniu z procesem jednostopniowym, zapewnia dłuższą żywotność katalizatora do hydrowodowania, ale ma wyższe koszty inwestycyjne i operacyjne.</li> </ol>	<p>Obróbka końcowa metodą wodorową przy użyciu katalizatora NiMo. Obróbka wodorem lub glinką: po kolejnych etapach destylacji zawartość chloru w destylatach jest obniżana przez obróbkę metalicznym sodem.</p>	<p>74 % w przeliczeniu na suchą masę dla procesu IFP (usuwanie wody w 97 %, odasfaltowanie w 80 %), 95 % przy obróbce końcowej metodą wodorową (przy średnim ciśnieniu), 80 % w przeliczeniu na suchą masę dla odmiany Snamprogetti. 5 % paliwa, 9 % oleju napędowego oraz 6 % pozostałości.</p>	<p>80 kt/rok</p>	
<p>Destylacja i obróbka alkaliczna (Vaxon - C.F.T. - Cator)</p>	<p>Oleje silnikowe plus odpadowe oleje przemysłowe, wszystkie rodzaje smarów syntetycznych z wyjątkiem rozpuszczalnych w wodzie PAG, oleje silikonowe i niektóre rodzaje estrów. Głównymi produktami są oleje bazowe i pozostałości asfaltowe. Zanieczyszczenia i osady pozostają w końcowych odpadach stałych, które mają charakter</p>	<p>Destylacja. W trakcie całego procesu. Obróbka wstępna stanowi część tego samego procesu, ponieważ w pierwszej fazie następuje odwadnianie całej destylacji z wykorzystaniem wszystkich rodzajów oleju.</p>		<p>Przetwarzanie alkaliczne</p>	<p>NI</p>	<p>NI</p>	

	asfaltowy.						
<p>Wyparowniki cienkowarstwowe (TFE) plus różne procesy wykończeniowe *: proces fizycznej separacji (destylacja) w warunkach wysokiej próżni.</p> <p>[1. Concawe 1996], [166. Marshall i inni 1999], [168. UBA Niemcy 2003], [18. WT TWG 2004]</p>	<p>Metale ciężkie, polimery, domieszki i inne produkty degradacji są usuwane jako pozostałość asfaltowa. Instalacje TFE bez dalszej obróbki produkują olej o ciemnej barwie, który nadaje się dodatek do diesla, ale nie jako olej bazowy nadający się do mieszania ze środkami smarnymi. Dotychczasowe doświadczenia sugerują, że mogą wystąpić problemy z odorem. Na ścieki z procesu składa się woda technologiczna z zestawów wypychaczy oraz woda zaolejona.</p>	<p>(1) <i>Obróbka wstępna i chemiczna.</i> Woda, końcowe frakcje lekkie oraz ślady paliwa zawarte w zużyтым oleju są usuwane. Atmosferyczne usuwanie próżniowe + obróbka chemiczna (opcjonalnie) w celu zminimalizowania korozji i zanieczyszczenia urządzeń znajdujących się na dalszych etapach procesu.</p>	<p>(2) <i>TFE.</i> Wykonywane w bardzo wysokich temperaturach i przy bardzo wysokich próżniach. Wyparownik cienkowarstwowy składa się z pionowej cylindrycznej powierzchni zamkniętej w płaszczu grzewczym oraz wewnętrznego wirnika, który rozprawdza cienką warstwę oleju na ogrzewanej ścianie za pomocą obracających się łopatek. W wyniku działania wirnika (napędzanego elektrycznie), w cienkiej warstwie powłoki olejowej występują duże turbulencje oraz mieszanie wsteczne.</p>	<p>(4) <i>Destylacja.</i> Frakcja oleju smarnego jest rozdzielana na różne frakcje oleju w kolumnie próżniowej.</p>	<p>(3) <i>Jeden z poniższych:</i></p> <p>a) <i>Obróbka wodorem</i>  b) <i>Obróbka glinką</i>  c) <i>Ekstrakcja z użyciem rozpuszczalnika</i>  d) <i>Ekstrakcja z użyciem rozpuszczalnika + obróbka wodorem</i></p>	<p>a): 72 % na bazie suchej  b): 54–73 %  c): 50–67 %  d): 91 %</p>	25–160 kt/rok
<p>Proces odasfaltowania termicznego (TDA)</p> <p>[166. Marshall i inni 1999], [4. Viscolube 2002], [11. WT TWG 2003], [168. UBA Niemcy 2003], [18. WT TWG 2004]</p>	<p>Wsad: olej odpadowy  Produkty wyjściowe:  - Olej bazowy (API Group II)  - Olej napędowy  - Asfalt</p>	<p><i>Obróbka wstępna.</i> Atmosferyczne usuwanie próżniowe + obróbka chemiczna. Dalsze przetwarzanie stosowane jest w celu zminimalizowania korozji i zabrudzeń urządzeń znajdujących się na dalszych etapach procesu oraz w celu ułatwienia późniejszego odasfaltowania.</p>	<p><i>Osiadanie + TDA.</i> Odasfaltowanie przez osiadanie. Usuwanie pozostałości uzyskuje się poprzez obróbkę na dole kolumny destylacyjnej, która przeprowadza frakcjonowanie różnych frakcji oleju smarnego.</p>		<p>a) <i>Glinka</i>  b) <i>Obróbka wodorem</i></p>	<p>a): 74 %  b): 77 %</p>	<p>a) 40-100 kt/rok  b) 100-180 kt/rok</p>
<p>proces uwodornienia przy bezpośrednim kontakcie (DCH)</p> <p>[1. Concawe 1996], [2. Monier, V. oraz Labouze, E. 2001], [4. Viscolube 2002], [166. Marshall i inni 1999], [9. UK EA 2001], [11. WT TWG 2003], [18. WT TWG 2004], [164. UBA Niemcy 2013], [169. Puralube GmbH 2016]</p>	<p>Wsad: olej odpadowy  Produkt wyjściowy:  - olej bazowy (API Grupa II+) (wysoki wskaźnik lepkości, niska zawartość siarki S: typowo &lt; 10 ppm, niska strata parowania);  - odsiarczony diesel (S: &lt; 10 ppm);  - Nafta;  - Ciężki olej napędowy (HFO).</p> <p>Charakterystyka procesu:  - proces działa w sposób ciągły (brak produkcji partiami; brak konieczności stosowania pośrednich zbiorników magazynowych);</p>	<p>(1) <i>Mieszalnik i separator frakcji wsadowej.</i> Wewnętrzne mieszanie gorącego gazu bogatego w wodór z wsadem w temperaturze do 480 °C i pod ciśnieniem 80 bar powoduje oddzielenie cennych cząstek oleju smarnego w środowisku wysokociśnieniowym / wysokotemperaturowym, co pozwala uniknąć koksovania i zanieczyszczenia. Cząsteczki nieorganiczne, metale oraz ciężkie komponenty asfaltowe</p>	<p>(2) <i>Sekcja katalitycznej obróbki wodorem / sekcja katalizatora.</i> W wielostopniowym, wysokociśnieniowym systemie, gazowe materiały węglowodorowe są najpierw oddzielane od resztek zanieczyszczeń i związków metali (reaktor ochronny), a następnie przetwarzane pod kątem odsiarczania. Za pomocą opatentowanych katalizatorów uwodornienia uzyskuje</p>	<p>(3) <i>Odzysk oraz obróbka końcowa.</i> Po obniżeniu ciśnienia, kiedy to nadwyżka wodoru jest wyplukiwana celem usunięcia chlorków i siarczków powstających na etapach uwodornienia, wodór jest wykorzystywany jako gaz recykulacyjny. Oczyszczone frakcje z zakresu temperatur wrzenia cieczy lub oleju przechodzą przez kolejne etapy procesu i są kierowane do kolumny próżniowej. W ten sposób oczyszczona mieszanina węglowodorów jest rozdzielana na benzynę, olej napędowy i do 5 smarów bazowych (API Gr. II+). Ponieważ cały zużyty olej poddawany jest katalitycznej obróbce wodorem,</p>	<p>Katalityczna obróbka wodorem:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• redukuje lub usuwa pozostałe metale i metaloidy z oleju odpadowego;</li> <li>• redukuje węgiel Conradsona (pomiar tendencji węglowodorów do tworzenia materiału koksowniczego);</li> <li>• redukuje kwasy organiczne i związki zawierające</li> </ul>	<p>&gt;70 % w przeliczeniu na suchą masę (w zależności od jakości wsadu oraz warunków procesu)</p>	80 kt/rok na jednostkę (nominalna wydajność podawania wsadu)

	<p>proces przebiega bez etapu odwadniania</p> <p>wodór jest wtyskiwany na początku: dlatego wszystkie produkty (z wyjątkiem paliwa ciężkiego) są odsiarczane, w tym olej napędowy premium (S: zazwyczaj 10 ppm); gaz bogaty w wodór jest poddawany recyklingowi; zerowa produkcja odpadów: proces przebiega bez wytwarzania dodatkowych odpadów (tylko zużyte katalizatory plus ścieki).</p>	<p>(denne) są oddzielone przed wejściem do sekcji katalitycznej i zalecane do stosowania jako asfalty nawierzchniowe.</p>	<p>się głębokie nasycenie olefin i związków aromatycznych (reaktor konwersyjny), które są następnie hydrowafinowane w odpowiednio wysokich temperaturach i ciśnieniach. Procesy te obejmują intensywne odsiarczanie i eliminację innych heteroatomów wszystkich frakcji oleju bazowego. Specjalnie opracowana kompozycja różnych typów katalizatorów jest wykorzystywana do utrzymania jakości.</p>	<p>produkowany w tym procesie diesel charakteryzuje się bardzo niską zawartością siarki (poniżej 10 ppm).</p>	<p>chlorki, siarkę oraz azot;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• przywraca właściwości kolorystyczne, UV i termiczne;</li> <li>• redukuje zawartość WWA podczas przetwarzania pod wysokim ciśnieniem i w wysokich temperaturach;</li> <li>• pozwala na uzyskanie wskaźnika lepkości równego lub lepszego niż w przypadku materiału wsadowego.</li> </ul>		
<p>Uzdatnianie sodą kaustyczną i ziemią bielącą (ENTRA)</p> <p><a href="#">[1. Concawe 1996]</a>, <a href="#">[18. WT TWG 2004]</a></p>	<p>Wsad: Olej odpadowy i soda kaustyczna. Produkt wyjściowy: wyprodukowany olej bazowy jest dobrej jakości (Grupa II) o dobrych parametrach: taka sama jakość i właściwości jak oleje pierwotne, olej bazowy Grupy I o niskiej zawartości siarki i fosforu, niskiej zawartości składników aromatycznych, wysokim wskaźniku lepkości i stabilności tlenowej.</p> <p>Zużywa się tylko 25 % glinki i kwasu w porównaniu ze zwykle używaną ich ilością.</p>	<p><i>Wstępne rozdzielanie frakcji (pre-flash).</i></p> <p>Odwadnianie. Wsad z dodatkiem sody kaustycznej i ziemi bielącej.</p>	<p><i>Reaktor rurowy.</i></p> <p>Następuje rozkład niepożądanych związków metaloorganicznych, siarkowych, azotowych i halogenowych.</p> <p>Zaawansowana kontrola temperatury i czasu retencji w liniowym reaktorze rurowym minimalizuje rozpad tych cząsteczek organicznych, które są nadal opłacalne jako składniki oleju smarnego..</p>	<p><i>Fracjonowanie.</i> Frakcja oleju smarnego jest rozdzielana na różne pod-frakcje w reaktorze rurowym.</p>	<p><i>Neutralizacja.</i></p> <p>Neutralizacja za pomocą obróbki kwasem i glinką.</p>	NI	NI
<p>Włączenie rafinerii do produkcji oleju bazowego.</p> <p><a href="#">[1. Concawe 1996]</a>, <a href="#">[166. Marshall i inni 1999]</a>,</p>	<p>Produkowany olej reprezentuje dobrą jakość oleju bazowego z powtórnej rafinacji. Technologia ta poprawia jakość odzyskanego oleju w porównaniu z istniejącymi instalacjami powtórnej rafinacji z wykorzystaniem wstępnego przetwarzania, odasfaltowania i obróbki końcowej glinką. Ponadto twierdzi się, że jakość oleju jest pod pewnymi względami jeszcze wyższa w porównaniu z konwencjonalnym olejem mineralnym produkowanym w tej samej linii</p>	<p>a) Wstępne przetwarzanie w kolumnie destylacyjnej</p> <p>b) Atmosferyczne usuwanie próżniowe</p>	<p><i>TFE</i></p>	<p><i>Instalacja ekstrakcji aromatycznej w rafinerii w celu usunięcia WWA oraz innych niepożądanych związków.</i></p>	<p><i>Obróbka końcowa wodorem</i></p>	65–70 %	NI

	produkcyjnej.						
<p>TFE/PDA/obróbka końcowa wodorem (proces LPC)</p> <p>[Komentarz GEIR #79 w <a href="#">[21. WT TWG 2016]</a>]</p>	<p>Produkt wyjściowy: oleje bazowe spełniające wymagania Grupy API I.</p> <p>Powstałe w ten sposób resztki z instalacji odciągowej są wykorzystywane jako wypełniacz asfaltu.</p>	<p>Przefiltrowany zużyty olej jest wstępnie podgrzewany i mieszany z dodatkami do redukcji zanieczyszczeń. Woda oraz lekkie składniki (benzyna, rozpuszczalniki, glikole, lekkie węglowodory) są oddzielane przez podgrzewanie wstępne i odparowywanie. Pozostały olej napędowy jest usuwany w warunkach próżniowych.</p>	<p>Fracje oleju smarnego są następnie odzyskane za pomocą wysokopróżniowej destylacji impulsowej, połączonej z technologią wyparownika cienkowarstwowego (TFE). Kombinacja ta oferuje niższą temperaturę pracy i niższy czas przebywania celem przeciwdziałania tendencjom zanieczyszczania oleju odpadowego. Cięższe składniki (zanieczyszczenia, metale, ciężkie polimery, węgiel i dodatki) są oddzielane od dna wyparownika jako ciężka pozostałość asfaltowa. Pozostałości z destylacji wysokopróżniowej są następnie poddawane obróbce w instalacji odasfaltowania propanu (PDA), gdzie odzyskowi podlega materiał rozjaśniający. Propan jest usuwany z frakcji i poddawany procesowi recyklingu.</p>	<p>Przetwarzanie z wykorzystaniem wodoru: odzyskany destylat oleju smarnego z instalacji destylacji wysokopróżniowej oraz oczyszczona frakcja z PDA są oddzielnie wykańczane poprzez kontakt z wodorem za pomocą katalizatora, w celu usunięcia zawartych w paliwie zanieczyszczeń (chlor, tlen, azot, związki siarki, PAH oraz pozostałości metali), poprawiając tym samym kolor oraz stabilność termiczną, a także spełniając wysokie wymagania dotyczące olejów bazowych. Podczas tej obróbki nie stosuje się żadnych rozpuszczalników ani chemicznych środków do przetwarzania innych niż wodór. Większa część wykorzystywanego wodoru jest poddawana recyklingowi po uzupełnieniu go świeżym wodorem.</p>	<p>Oleje hydrorafinowane są frakcjonowane w warunkach próżni, aby oddzielić frakcję oleju napędowego powstałą podczas hydrorafinacji oraz podzielić olej smarny na pożądane frakcje oleju bazowego.</p>	<p>78–82% na bazie suchej</p>	<p>35-40 kt/rok</p>
<p>TDA/obróbka końcowa wodorem</p> <p>[<a href="#">42. WT TWG 2014</a>]</p>	<p>Wsad: olej odpadowy. Produkt wyjściowy: - olej bazowy (grupa API II) - olej napędowy - asfalt</p>	<p>Wstępne przetwarzanie za pomocą odpylania próżniowego i chemicznej obróbki żrącej.</p>	<p>Grawimetryczna dekantacja oraz wirowanie.</p>	<p>Destylacja wysokopróżniowa poprzez odasfaltowanie termiczne (TDA).</p>	<p>Katalityczna obróbka wodorowa pod wysokim ciśnieniem w 2 etapach: demetalizacja, reakcje hydrosaturacji i hydroodsiarczania.</p>	<p>65-70% na bazie suchej</p>	<p>100 kt/rok</p>
<p>* 1, 2, 3, 4 reprezentuje kolejność operacji wykonywanych w ramach procesu. W przypadku braku takich liczb, zastosowanie ma sekwencja najczęściej stosowana, tj. obróbka wstępna, oczyszczanie, frakcjonowanie oraz obróbka końcowa.</p> <p>Uwaga: NI = Brak danych.</p> <p>Źródło: [<a href="#">1. Concawe 1996</a>], [<a href="#">2. Monier, V. oraz Labouze, E. 2001</a>], [<a href="#">168. UBA Niemcy 2003</a>], [<a href="#">18. WT TWG 2004</a>]</p>							

## Wsad oraz strumienie wyjściowe

### Oleje odpadowe

Oleje mają wiele zastosowań, np. są stosowane jako paliwo, jako środki smarne, jako nośniki ciepła, jako ciecze chłodząco-smarujące oraz jako ciecze hydrauliczne. Każdy z nich ma swoją specyfikację, zazwyczaj opartą na węglowodorach występujących w określonym zakresie temperatury wrzenia z destylacji ropy naftowej. Oleje, które muszą być stabilne w wysokich temperaturach, nie będą zawierały dużych ilości węglowodorów o niskiej temperaturze wrzenia, podczas gdy oleje stosowane jako paliwo będą prawdopodobnie zawierać mieszaniny węglowodorów o niższej temperaturze wrzenia.

Przed wprowadzeniem na rynek większość olejów bazowych produkowanych w rafineriach olejów mineralnych jest mieszana z różnymi dodatkami w celu nadania im wymaganych właściwości. Typowe ilości dodatków zawierają się w granicy od 5 % do 25 % oleju bazowego. Jednak prawdopodobnie co najmniej połowa pakietu dodatków w oleju bazowym stosowana jest jako rozpuszczalnik. Oleje smarne zawierają dużą ilość dodatków, ale rzeczywiste formuły są w większości przypadków tajemnicą handlową. Dane o składnikach i dodatkach w nowych olejach podane są w Karcie Charakterystyki, która towarzyszy świeżym produktom w postaci, w jakiej zostały dostarczone, jednakże dokładne szczegóły receptur są własnością firmy. Oleje hydrauliczne zawierają bardzo mało dodatków uszlachetniających.

Niektóre ogólne klasy dodatków zostały zidentyfikowane i przedstawione w tabeli 5.10. Informacja nie jest szczegółowa, ale sugeruje, że używa się szeregu dodatków metalowych, niektórych chlorowanych związków organicznych, węglowodorów aromatycznych, związków fenolowych oraz różnych rodzajów polimerów.

**Tabela 5.10: Typ Rodzaje domieszek stosowanych w środkach smarnych**

Dodatek	Zastosowane związki chemiczne
Antykorozyjny	Ditiofosforany cynku, fenolany metali, kwasy tłuszczowe oraz aminy
Środki przeciwpieniące	Polimery silikonowe, kopolimery organiczne
Antyutleniacze	Ditiofosforany cynku, fenole utwardzone, aminy aromatyczne, fenole siarkowane
Środki wydłużające żywotność	Ditiofosforany cynku, fosforany kwaśne, organiczne związki siarki i chloru, tłuszcze siarkowe, siarczki oraz disiarczki
Detergenty	Organometaliczne związki fenolanów sodu, wapnia i magnezu, fosfonianów i sulfonianów
Środki dyspergujące	Alkilosukcynidy, estry alkilosukcynowe
Środki modyfikujące tarcie	Organiczne kwasy tłuszczowe, olej smalcowy, fosfor
Deaktywatory metali	Kompleksy organiczne zawierające azot i aminy siarkowe, siarczki oraz fosforyty
Środki obniżające temperaturę krzepnięcia	Alkilowany naftalen i polimery fenolowe, polimetakrylany
Środki uszczelniające	Fosforany organiczne, węglowodory aromatyczne
Modyfikatory lepkości	Polimery olefin, metakrylanów, dienów lub styrenów alkilowanych

Źródło: [170. DETR 2001]

Dodatki należy zachować w oleju przez cały okres jego użytkowania. Oznacza to, że nawet gdyby dana substancja miała być usunięta z silnika w normalnych temperaturach pracy, musi być w nim zawarty inny dodatek, który zwiąże ją w składzie oleju.

Ten wymóg utrzymania dodatków w obiegu oraz utrzymania w obiegu produktów rozkładu celem wydłużenia żywotności oleju, tworzy jeden z punktów dyskusji na temat emisji oleju

odpadowego. Chociaż pewna liczba komponentów jest stała w temperaturze otoczenia i można się spodziewać, że osadzi się w warstwie szlamu, dyspergatory w oleju będą miały tendencję do utrzymywania ich w warstwie oleju. Większe cząstki są usuwane z silników za pomocą filtrów oleju.

W trakcie użytkowania skład oleju ulega znaczącym zmianom ze względu na rozpad dodatków, powstawanie dodatkowych produktów spalania i niespalonych paliw, dodatków metali pochodzących z zużycia silnika oraz z rozpadu samego oleju bazowego.

Duże zakłady przetwarzania uznają, że w olejach odpadowych będzie występował szereg różnych substancji i dlatego sprawdzają napływające odpady pod kątem temperatury zapłonu, poziomu metali i chloru, podczas gdy mniejsze zakłady po prostu przyjmują odpady olejowe. Istnieje wyraźny niedobór danych analitycznych dla przychodzących odpadów, chociaż działania przesiewowe w kilku miejscach pokazują, że przemysł przewiduje wysoki poziom metali i skażenia łatwopalnymi rozpuszczalnikami, dając mierzalną temperaturę zapłonu.

Zużyte oleje zbierane przez dużych użytkowników mogą być dokładniej kontrolowane i dlatego też ich skład może być bardziej spójny. Tabela 5.11 przedstawia przykłady pojemników oraz form, w których oleje odpadowe są dostarczane do zakładów przetwarzania.

**Tabela 5.11: Rodzaje zbiorników, w których oleje odpadowe są dostarczane do oczyszczalni**

Rodzaje odpadów zawierających oleje odpadowe	Komentarz
Filtry olejowe (oraz podobne odpady zawierające oleje odpadowe)	Nie znaleziono żadnych szczegółowych analiz, ale wiadomo, że zawierają one zużyte oleje silnikowe oraz pozostałości większych cząstek stałych tworzących się w silniku i uwięzionych w filtrze. Ponadto w filtrze znajdują się tworzywa sztuczne i metale. Metale są zazwyczaj wysyłane do recyklingu.
205-litrowe metalowe beczki	Olej odpadowy oraz stal
25-litrowe beczki	Olej odpadowy oraz tworzywa sztuczne
Zużyty olej silnikowy luzem	Zużyty olej silnikowy jest głównym strumieniem odpadów przetwarzanych w dozwolonych miejscach gospodarowania odpadami. Większość emisji będzie spowodowana tym materiałem.
Źródło: [10. Babbie Group Ltd 2002]	

Brak jest wyczerpujących analiz dotyczących olejów odpadowych wprowadzanych do oczyszczalni ścieków. Zamiast tego w kolejnych tabelach (tabele 5.12 i 5.13) podano składniki chemiczne, które zazwyczaj występują w różnych ich rodzajach. Nie oczekuje się, że w rzeczywistości wszystkie oleje odpadowe będą objęte dolnym lub górnym końcem zakresów podanych w obydwu tabelach.

Tabela 5.12: Orientacyjny wykaz składników obecnych w zużytych olejach

Składniki obecne w oleju odpadowym	Zakres stężeń (w ppm, o ile nie podano inaczej)	Źródło/komentarz
Al	4–1 112	Zużycie łożyska lub silnika
Alkilobenzeny	900	Oleje bazowe z ropy naftowej
Dodatki aromatyczne	14–30 w/w-%	W przypadku zużytego oleju silnikowego powstają one z smarnego oleju bazowego
Związki alifatyczne	65.4 w/w-%	N-alkany to około 0,4 % oleju odpadowego, ale dystrybucja jest ukierunkowana na dłuższe cząsteczki, które w mniejszym stopniu wyparowują: tetralina 0.0012% dodekan 0.014% tridekan 0.014% oktadekan 0.07% nonadekan 0.2%
Środki przeciw zamarzaniu	NI	NI
As	< 0.5–67	NI
Zawartość popiołu	0.4–0.64 ( <sup>1</sup> )	NI
Ba	50–690	Dodatki do detergentów, opakowania dodatków uszlachetniających
BTEX	300–700	Przeprowadzona kompleksowa analiza wykazuje wysoki poziom węglowodorów o krótkim łańcuchu (benzen (0,096–0,1 %), ksyleny (0,3–0,34 %), toluen (0,22–0,25 %)), o temperaturze wrzenia poniżej 150 °C.
Ca	900–3 000	Dodatki do detergentów
Cd	0.4–22	NI
Cl	184–1 500 ( <sup>2</sup> )	Chlor w olejach przetworzonych powstaje w wyniku: - zanieczyszczeń (przypadkowych lub celowych) rozpuszczalnikami chlorowanymi i olejami transformatorowymi, które są obecnie lepiej kontrolowane; - domieszek do olejów smarnych; - pochłaniaczy ołowiu dodawanych do benzyny ołowiowej. - dodatków zapobiegających zamarzaniu.
Chlorowane węglowodory	37 6300 18–2800 18–2600 3–1300	dichlorodifluorometan trichlorotrifluoroetan trichloroetan trichloroetylen perchloroetylen (tetrachloroetylen) Zużyte oleje mogą mieć znaczną, ale zmienną zawartość chloru, w tym związków chloroorganicznych, takich jak PCB, dichlorodifluorometan, trichlorotrifluoroetan, 1.1.1 - trichloroetan, trichloroetylen, perchloroetylen (tetrachloroetylen). Mogą one powstawać chemicznie podczas stosowania zanieczyszczonego oleju.
Cr	2–89	Zużycie silnika
Cu	< 11–250	Zużycie łożysk
Ruch wsteczny silnika	8–10 w/w-%	Wchłonięty gaz, benzyna i olej napędowy. W skład oleju odpadowego wchodzi również różne "produkty rozkładu termicznego".
Fe	100–500	Zużycie silnika
Halogenki	Aż do 500	NI
Węglowodory ciężkie		Powstają one w wyniku polimeryzacji i niepełnego spalania paliwa
Hg	0.05– < 11	NI
Węglowodory lekkie	5–10 w/w-%	Pewna ilość niespalonego paliwa (benzyna lub olej napędowy) rozpuszcza się w oleju; również wynika z rozpadu oleju.

Smarny olej bazowy	Aż do 95 w/w-%	Głównymi składnikami są węglowodory alifatyczne i naftenowe
--------------------	----------------	-------------------------------------------------------------



		i/lub polimery olefinowe (np. polibuten oraz poli-alfa-olefiny w niektórych olejach bazowych). Obecne są również mniejsze ilości węglowodorów aromatycznych i poliaromatycznych. Zawartość metali ciężkich jest mniejsza niż 500 ppm. Fenole mogą być obecne w ilości kilku ppm.
Metale takie jak Al, As, Ba, B, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Sb, Si, Sr, Ti, V, Zn	Do 10 000 łącznie	Pochodzą one z dodatków do olejów smarnych, zużycia silnika oraz innych źródeł. Pojawiają się w olejach odpadowych jako dodatki w olejach smarnych, od zużycia silników i olejów maszynowych. Dodatki (zwłaszcza metale) zazwyczaj pozostają w oleju po zużyciu.
Mg	100–500	Dodatki do detergentów
Ni	10	Zużycie silnika
Naftalen	9.7–470–2 300 (4)	Z olejów bazowych
Związki azotu	NI	Od dodania związków azotu
Związki niezwiązane z substancją smarującą	NI	Zużyty olej często ulega zanieczyszczeniu przez wszelkiego rodzaju materiały, zwykle z powodu złego zbierania/segregacji. Materiały, które mogą się pojawić to płyny hamulcowe i płyny zapobiegające zamarzaniu, oleje roślinne, paczki papierosów, rozpuszczalniki itp.
P	6–1 000	Dodatki przeciwutleniające/antyzużyciowe
WWA	30.3–204– < 1 000 (3) suma 26 indywidualnych WWA reprezentujących 0.17 % oleju lub 1.2 % frakcji aromatycznej	Aromatyka obejmuje również ogromny zakres WWA w stężeniach do 700 ppm dla poszczególnych gatunków. Pojawiają się one z olejów bazowych i z niepełnego spalania. Przykładami są benzo(a)antracen (0,87–30 ppm), benzo(a)piren (0,36–62 ppm), piren (1,67–33 ppm), naftalen (47 ppm), bifenył (6,4 ppm) oraz chlorowane poliaromatyki.
PCB	<0.5–11– < 50	Zgodnie z dyrektywą w sprawie olejów odpadowych maksymalna zawartość PCB dozwolona w olejach zużytych przeznaczonych do unieszkodliwienia wynosi 50 ppm. Występuje w wyniku zanieczyszczenia olejami transformatorowymi.
Pb	8–1 200 Do 14 000 w przypadku stosowania benzyny ołowiowej	Benzyna ołowiowa/zużycie łożysk
S	0.1–2.8 w/w-%	Z olejów bazowych oraz produktów spalania
Osady	0.5–2 w/w-%	Sadza i osad z komory spalania, wolne metale i zanieczyszczenia. Tworzenie się osadów potęguje się poprzez mieszanie olejów przepracowanych pochodzących od kilku producentów oraz źródeł ich zbierania.
Si	50–100	Dodatki/woda
Sn	Ilości śladowe	Zużycie łożysk
Tl	0.1	NI
V	300	Z oleju bazowego
Woda	5–10 w/w-% (4)	Spalanie
Zn	6–4080	Dodatki przeciwutleniające/zapobiegające zużyciu

(1) Limity obydwu parametrów to wartości średnie.  
(2) Do 8 452 ppm w zebranym zużytym oleju w wyniku zanieczyszczenia rozpuszczalnikami chlorowanymi i solą morską pochodzącą ze szlamów statkowych.  
(3) Gdy w danym zakresie pojawiają się trzy liczby, środkowa odpowiada średniej.  
(4) Aż do 30 %.

Uwagi: Nie można podać dokładnych danych liczbowych, aby pasowały idealnie, ponieważ odpowiadają one różnym zestawom danych.  
NI = Brak danych.

Źródło: [171. Langenkamp H. 1997], [1. Concawe 1996], [172. Silver Springs Oil Recovery Inc. 2000], [111. Ministerstwo Środowiska NZ 2000], [173. Woodward-Clyde 2000], [10. Babbie Group Ltd 2002], [7. UK. H. 1995].

Zużyte oleje przemysłowe

Różne oleje są stosowane w przemyśle, w tym oleje rozpuszczalne i niektóre oleje fluorowcowane, chociaż stają się one coraz rzadziej spotykane. Olej stosowany jest jako olej hydrauliczny, jako środek smarujący, jako czynnik przenoszący ciepło, jako medium elektryczne i jako środek chłodząco-smarujący.

Wiele z nich poddawanych jest intensywnemu recyklingowi we własnym zakresie w celu wydłużenia ich okresu użytkowania, a większość metalowych zanieczyszczeń związanych ze szlifowaniem jest usuwana oraz odzysku. W przypadku braku innych danych przyjęto następujące założenia:

- Oleje przemysłowe są stosowane w systemach otwartych. Ich formuły nie zawierają bardzo niskiej temperatury wrzenia/ lotnych węglowodorów ze względu na zagrożenie pożarowe i zagrożenie dla zdrowia oraz potrzebę zachowania właściwości produktu podczas użytkowania. Są one mieszane podczas pracy i odprowadzają nadmiar ciepła z powierzchni maszynowych, dzięki czemu podczas pracy są ogrzewane powyżej temperatury otoczenia. W związku z tym emisje lotnych związków organicznych podczas przetwarzania odpadów są zazwyczaj bardzo małe.
- Zawartość metalu będzie się znacznie różnić w zależności od źródła. Głównymi metalami, z którymi będziemy mieli do czynienia będą miedź, cynk, nikiel oraz chrom.

**Tabela 5.13: Orientacyjny wykaz składników obecnych w przemysłowych olejach odpadowych**

Komponent oleju odpadowego	Koncentracja	Powód
Kadm	50 % koncentracji w oleju smarnym lub 0,000155 %	Kadm jest obecnie wycofywany z produkcji oleju smarnego.
Chrom	100 % of koncentracji w oleju smarnym lub 0.0028 %	Powszechne występujący: zazwyczaj używany na tym samym poziomie co w oleju silnikowym
Miedź	100 % koncentracji w oleju smarnym lub 0.025 %	Powszechne występujący: zazwyczaj używany na tym samym poziomie co w oleju silnikowym
Ołów	0	Nie ma szczególnego powodu, by się tym zajmować
Naftalen	0.0042 %	Brak danych, naftalen znajduje się we wszystkich olejach, ale można by oczekiwać, że formacja będzie miała możliwie najniższą wartość (pobraną z zawartości oleju opałowego nr 6), ponieważ byłaby to substancja stała w temperaturze pokojowej i nie wydaje się dodawać do formuły niczego użytecznego chemicznie
Nikiel	0.0028 %	Brak danych co do olejów smarnych
PCB	NI	Znajdowany w chłodzących olejach transformatorowych
Ksylen	0.22 %	NI
Cynk	50 % koncentracji w oleju smarnym lub 0.029 %	Częsty komponent w maszynach, ale cynk wydaje się być głównym dodatkiem do olejów smarnych
NI = Brak danych		
Źródło: [10. Babbie Group Ltd 2002], [11. WT TWG 2003]		

Oleje elektryczne są olejami specjalistycznymi, które poddawane są procesowi oczyszczania, więc powstaje z nich bardzo mało odpadów. Głównym problemem związanym z tymi olejami

jest ryzyko zanieczyszczenia PCB. Zazwyczaj zakłady przetwarzania odpadów dokonują analiz zawartości PCB.

### Wody zaolejone z kolektorów

Większość odpadów z pochłaniaczy pochodzi z parkingów i miejsc obsługi pojazdów. Można zatem racjonalnie założyć, że jest on podobny pod względem zawartości do zużytego oleju silnikowego, ale będzie zawierał dodatkowe zanieczyszczenia, ewentualnie cząsteczki zanieczyszczeń pochodzących z opon pojazdów, produktów spalania paliwa i asfaltu drogowego. Rozlane paliwo będzie również zbierane na kolektorze, ale wszelkie materiały, które są w stanie odparować do powietrza w temperaturze otoczenia, zostaną zebrane przed zebraniem odpadów z pochłaniacza.

Część zebranego oleju pochodzi z zakładów produkcyjnych i zgromadzonych przemysłowych olejów odpadowych. Będą one miały znacznie niższe stężenia produktów spalania, ale mogą mieć wyższe stężenia metali, w zależności od ich zastosowania przemysłowego.

### Powtórnie rafinowany olej odpadowy

Jakość otrzymanego oleju bazowego zależy od stopnia zastosowanej obróbki. Na przykład, w celu znacznego usunięcia WWA konieczne będzie przeprowadzenie ciężkiej obróbki obejmującej obróbkę wodorem.

Zużyte oleje różnią się w zależności od pochodzenia i rodzaju zebranego oleju. Różnice te znajdują odzwierciedlenie w produktach oleju bazowego z zakładów przetwarzania kwasem/glinką pod względem ich gęstości, lepkości, wskaźnika lepkości, poziomu siarki itp. Mniejsze zróżnicowanie tych parametrów występuje w produktach oleju bazowego z destylacji próżniowej/jednostek uzdatniania wodorem, z wyjątkiem zawartości siarki. Powtórnie rafinowane oleje bazowe z różnych procesów i zakładów produkcyjnych różnią się znacznie pod względem ich właściwości.

Niektóre technologie powtórnej rafinacji pozwalają na produkcję olejów bazowych najwyższej jakości: tj. co najmniej grupy I według klasyfikacji olejów bazowych API; oraz, w przypadku uciekania się do ciężkiej obróbki wodorem lub wykańczania rozpuszczalnikiem, olejów bazowych z grupy II. Produkty bazowe produkowane obecnie przez europejski przemysł powtórnej rafinacji należą do Grupy I. Produkty bazowe Grupy I to rafinowane rozpuszczalnikami oleje mineralne. Zawierają one najwięcej nasyconych kwasów tłuszczowych i siarki i mają najniższe wskaźniki lepkości. Określają one dolny poziom wydajności smaru. Produkty grupy I są najtańsze w produkcji. Stanowią one obecnie około 75 % wszystkich zapasów, stanowiących większość "konwencjonalnych" zapasów bazowych.

Prawie wszystkie zakłady powtórnej rafinacji olejów odpadowych badają zawartość chloru i wody, a także zazwyczaj zawartość PCB. Odzyskany olej jest analizowany, ponieważ musi spełniać wymagania użytkownika końcowego, ale nie wszystkie zakłady przetwarzania oleju mieszają produkt końcowy celem jego sprzedaży lub przeprowadzają takie analizy. Tabela 5.14 przedstawia przykład analizy produktu wytworzonego w zakładzie odzysku oleju, gdzie przeprowadza się kilka stopni hydrorafinacji na trzech różnych rodzajach oleju bazowego (olej wrzecionowy, lekki i ciężki olej smarny).

Tabela 5.14: Wpływ hydrowy rafinacji na zanieczyszczenia materiału wsadowego po odasfaltowaniu

Rodzaj wsadu	Olej smarny wrzecionowy	Niska zawartość *1	Wysoka zawartość #2	Lekki olej smarny	Niska zawartość *3	Wysoka zawartość #4	Ciężki olej smarny	Niska zawartość *5	Wysoka zawartość #6
Gęstość 15/4	0.8678	0.8606	0.8526	0.8767	0.8699	0.8604	0.8868	0.8786	0.8676
Lepkość w 40 °C (cSt)	26.91	23.8	21.19	56.52	49.85	38.18	117.2	97.86	70.08
Lepkość w 100 °C (cSt)	4.76	4.5	4.2	7.78	7.32	6.37	12.24	11	9.1
Indeks lepkości	93	103	100	102	107	117	94	97	105
Kolor	6.5	L 0.5	L 0.5	7.5	L 1	L 0.5	> 8	L 2	L 0.5
Asfalteny (w/w%)	0.0105	-	-	0.0092	-	-	< 0.01	-	-
Koks Conradsona (w/w-%)	0.63	< 0.1	< 0.1	0.12	< 0.1	< 0.1	0.33	< 0.1	< 0.1
Azot (ppm)	280	49	< 1	312	57	< 1	307	137	< 1
Siarka (ppm)	0.412	0.1025	0.0005	0.526	0.163	0.0008	0.7285	0.2735	0.0021
<b>Pomiar współczynnika załamania światła, gęstości i ciężaru cząsteczkowego (metoda n-d-M) (w/w-%)</b>									
Węgiel aromatyczny	12.11	10.72	8.72	11.63	10.25	8.48	11.94	10.22	8.18
Węgiel parafinowy	71.20	72.06	72.76	72.66	73.42	75.09	72.68	73.75	75.57
Węgiel naftenowy	16.70	17.22	18.52	15.70	16.32	16.43	15.38	16.03	16.25
<b>Analiza chromatografii gazowej w ppm</b>									
Antracen	< 1	< 1	< 0.5	< 1	< 1	< 0.5	< 1	< 1	< 0.5
Benzo(a)antracen	37	< 1	< 0.5	4	< 1	< 0.5	3	< 1	< 0.5
Benzo[k]fluoranten	e 5	< 1	< 0.5	2	< 1	< 0.5	< 1	< 1	< 0.5
benzo[b]fluoranten	e 25	< 1	< 0.5	11	< 1	< 0.5	4	< 1	< 0.5
Benzo[ghi]perylen	16	< 1	< 0.5	40	4.7	< 0.5	12	2.30	< 0.5
Benzo(a)piren	16	< 1	< 0.5	11	< 1	< 0.5	4	< 1	< 0.5
Chrisen	3	< 1	< 0.5	2	< 1	< 0.5	-	< 1	< 0.5
Dibenz[a,h]antracen	< 1	< 1	< 0.5	2	< 1	< 0.5	< 1	< 1	< 0.5
Fluoranten	24	< 1	< 0.5	2	< 1	< 0.5	< 1	< 1	< 0.5
indeno[1,2,3-cd]piren	10	< 1	< 0.5	27	< 1	< 0.5	6	< 1	< 0.5
Fenantren	2	8.7	< 0.5	< 1	1	< 0.5	< 1	1.30	< 0.5
Piren	34	5.8	< 0.5	< 1	< 1	< 0.5	2	< 1	< 0.5
PNA IP 346 (w/w%)	2.8	1	0.2	1.3	0.6	-	1	0.6	0.2
* Niska zawartość w hydrowy rafinacji frakcji lekkiej: Temperatura pierwszego katalizatora: 300 °C. Temperatura drugiego katalizatora: 280 °C. H2 ciśnienie częściowe: 105 barów.									
# Wysoka zawartość w hydrowy rafinacji frakcji lekkiej: Temperatura pierwszego katalizatora: 340 °C. Temperatura drugiego katalizatora: 340 °C. H2 ciśnienie częściowe: 105 barów.									
LHSV razem (h <sup>-1</sup> ): <sup>1</sup> :0.507; <sup>2</sup> :0.5; <sup>3</sup> :0.507; <sup>4</sup> :0.292; <sup>5</sup> :0.481; <sup>6</sup> :0.295.									
Źródło: [21. WT TWG 2016]									

Produkowany olej bazowy jest bardziej zależny od technologii przetwarzania oleju odpadowego niż od różnic w gromadzonym oleju odpadowym. Niektóre przykłady przedstawiono w tabeli 5.15.

**Tabela 5.15: Kwestie dotyczące produktów związane z różnymi technologiami/procesami powtórnej rafinacji olejów odpadowych**

Proces (odasfaltowanie, demetalizacja + obróbka końcowa)	Główne produkty wyjściowe (wartości odpowiadają ilości kg/tonę olejów odpadowych (OO), o ile nie określono inaczej)
Kwas siarkowy + obróbka gliną	Powtórnie rafinowany olej bazowy niskiej jakości: 621 Zawartość WWA w wyprodukowanych olejach bazowych może być stosunkowo wysoka (4-17 razy wyższa niż w przypadku oryginalnych olejów bazowych). Olej napędowy: 70
Obróbka sodą kaustyczną i ziemią bielącą (ENTRA)	Powtórnie rafinowany olej bazowy wysokiej jakości (Group II): 520 Produkty końcowe lekkie: 170. Diesel: 170
Destylacja próżniowa	W nowoczesnych urządzeniach do destylacji próżniowej przeznaczonych do przetwarzania olejów przepracowanych zawartość metalu w destylacie może być mniejsza niż 1 ppm
Destylacja próżniowa + przetwarzanie chemiczne lub obróbka gliną	Oleje bazowe produkowane poprzez obróbkę gliną lub przetwarzanie chemiczne mają zawartość metalu < 1 ppm. Proces ten nie może zmniejszyć zawartości WWA w oleju w takim stopniu, jak obróbka wodorem.
Wyparownik cienkowarstwowy (TFE) + obróbka gliną	Powtórnie rafinowany olej bazowy średniej jakości: 530–650 Olej napędowy: 150
TFE + obróbka końcowa wodorem	Powtórnie rafinowany olej bazowy wysokiej jakości: 630 Olej napędowy: 100
TFE + ekstrakcja z użyciem rozpuszczalnika	Powtórnie rafinowany olej bazowy wysokiej jakości: 600 Olej napędowy: 120–150
TFE + ekstrakcja z użyciem rozpuszczalnika + obróbka końcowa wodorem	Powtórnie rafinowany olej bazowy wysokiej jakości <ul style="list-style-type: none"> <li>• smarna Grupa II: 370</li> <li>• smarna Grupa I: 300</li> </ul> Olej napędowy: 85
TDA (odasfaltowanie termiczne) + obróbka gliną	Powtórnie rafinowany olej bazowy średniej jakości: 500–600 Olej napędowy: 60–80
TDA + obróbka końcowa wodorem (wysokie ciśnienie)	Powtórnie rafinowany olej bazowy wysokiej jakości: 670 Olej napędowy (odsiarczony): 70 Odsiarczony w procesie próżniowym olej napędowy: 70 Bitumen (asfalt): 120
PDA (odasfaltowanie propanem) + obróbka końcowa wodorem (średnie ciśnienie)	Powtórnie rafinowany olej bazowy wysokiej jakości: 660–700 Olej napędowy: 43–55 Proces ten daje więcej produktów nadających się do wprowadzenia na rynek niż regeneracja poprzez przetwarzanie chemiczne.
Destylacja i obróbka alkaliczna (zasadowa) (Vaxon - Cator)	NI
Destylacja próżniowa + przetwarzanie chemiczne lub obróbka gliną	Tak samo jak w przypadku obróbki wodorem lub ekstrakcji z użyciem rozpuszczalnika
DCH (uwodornienie w kontakcie bezpośrednim)	Olej bazowy (Grupa II): 650–700 Lekkie produkty końcowe: 30  Olej napędowy (odsiarczony): 80 Ciężki olej opałowy: 150
Destylacja próżniowa + przetwarzanie chemiczne	Olej bazowy: 540 kg Olej opałowy: 6 105 MJ Topnik bitumiczny: 48 kg Inne paliwa: 3 720 MJ Oszczędność paliwa
Uwaga: NI= Brak danych. Źródło: [172. Silver Springs Oil Recovery Inc. 2000], [2. Monier, V. oraz Labouze, E. 2001], [165. Jacobs, A. oraz Dijkmans, R. 2001], [166. Marshall i inni 1999], [10. Babbie Group Ltd 2002], [11. WT TWG 2003], [168. UBA Niemcy 2003], [174. UBA Niemcy 2012]	

### Użytkownicy

Zakłady z listy referencyjnej, które korzystają z tego procesu, to: 092, 160C, 235, 570, 605, 610, 619, 620, 624.

## 5.2.2 Aktualne poziomy emisji oraz konsumpcji

### 5.2.2.1 Emisje z powtórnej rafinacji olejów odpadowych

[\[42. WT TWG 2014\]](#)

Celem oceny emisji pochodzących z powtórnej rafinacji olejów odpadowych należy rozważyć kilka kwestii:

- zużyte oleje smarne zawierają substancje organiczne o krótszym łańcuchu niż nowe oleje, dlatego też lotne związki organiczne mogą mieć istotne znaczenie;
- siarka i chlor są znanymi "stwarzającymi problemy" związkami występującymi w olejach odpadowych;
- związki aromatyczne są ogólnie rzecz biorąc bardziej polarne niż cząsteczki alifatyczne i dlatego jest bardziej prawdopodobne, że będą obecne w fazie wodnej.

Sektor przetwórstwa olejów charakteryzuje się wąskim zakresem działalności i jest najbardziej prawdopodobnym sektorem, który może zareagować na ogólną metodę obliczania emisji, jeżeli możliwe jest zidentyfikowanie składników olejów. W poniższych tabelach wyszczególniono różne zanieczyszczenia i media, w których można je znaleźć. Tabela 5.16 została skonstruowana w celu skupienia się na zanieczyszczeniach podczas gdy tabela 5.17 skupia się na działaniach, które mogą prowadzić do zanieczyszczenia.

Emisje uboczne powstają zazwyczaj w wyniku wytwarzania na terenie zakładu ciepła na potrzeby procesu destylacji (produkty spalania, takie jak NOX, SOX i CO).

Tabela 5.16 przedstawia, w jaki sposób składniki oleju odpadowego przyczyniają się do emisji do atmosfery, kanalizacji oraz do rodzaju produktów końcowych. Jak widać, większość zanieczyszczeń pozostaje w odzyskanym oleju. Głównym wyjątkiem są lotne związki organiczne, w przypadku których istnieje możliwość ich przeniesienia do atmosfery, w zależności od rodzaju oleju i tego, czy olej jest podgrzewany podczas przetwarzania.

**Tabela 5.16: Matryca do przypisywania materiałów wsadowych do atmosfery, oleju i wody w procesach gorących oraz zimnych**

	Procesy gorące (z destylacją)			Procesy zimne (bez destylacji)		
	Atmosfera	Produkty	Woda	Atmosfera	Produkty	Woda
Benzen	0.6	0.3	0.1	0.2	0.7	0.1
Toluen	0.3	0.7	0	0.1	0.9	0
Ksylen	0.1	0.8	0.1	-	0.9	0.1
Naftalen	-	1	-	-	1	-
Bifenyl	-	1	-	-	1	-
Benzo(a)antracen	-	1	-	-	1	-
Benzo(a)piren	-	1	-	-	1	-
Heptan	0.2	0.8	-	-	1	-
Oktan	0.1	0.9	-	-	1	-
Nonan	-	1	-	-	1	-
Dekan	-	1	-	-	1	-
Undekan	-	1	-	-	1	-
Arsen	-	1	-	-	1	-
Kadm	-	1	-	-	1	-
Chrom	-	1	-	-	1	-
Miedź	-	1	-	-	1	-
Ołów	-	1	-	-	1	-
Nikiel	-	1	-	-	1	-
Cynk	-	1	-	-	1	-

Uwaga: Dane liczbowe odpowiadają rozkładowi udziału substancji w strumieniach wyjściowych. Na przykład, na każdy kilogram benzenu wprowadzanego do procesu obróbki na gorąco, 0,6 kg kończy się emisją do atmosfery, 0,3 kg trafia do oleju, a 0,1 kg do ścieków. 1 oznacza, że cały materiał wejściowy przechodzi do danego wyjścia.

Źródło: [\[10. Babcie Group Ltd 2002\]](#)

Tabela 5.17: Główne źródła emisji w zakładach powtórnej rafinacji oleju

Proces/Dział zakładu	Emisje zorganizowane		
	Do atmosfery	Do wody	Do przetworzenia
Rozdrabnianie filtrów	Mgła olejowa	NI	NI
Separacja magnetyczna	Mgła olejowa	NI	NI
Opróżnianie/rozdrabnianie beczek	Mgła olejowa	NI	NI
Opróżnianie zbiorników	Wentylowanie zbiornika	NI	NI
Obróbka zgrubna	Mgła olejowa	NI	NI
Magazynowanie luzem	Wentylacja zbiornika. Bardzo niewiele otworów wentylacyjnych w zbiornikach jest ze sobą powiązanych. Wentylatory zbiornika opróżniają "powietrze", które zawiera zbiornik, gdy jest ono wypierane podczas napełniania zbiornika. Emisja ta prawdopodobnie nie spowoduje znacznego zanieczyszczenia, chyba że zawartość zbiornika została podgrzana lub wymieszana.	Wytrącona woda (podczas przetwarzania)	Wytrącony szlam
Osadzanie się zimnego oleju	Wentylowanie zbiornika	Wytrącona woda (podczas przetwarzania)	Wytrącony szlam
Osadzanie się gorącego oleju	Wentylowanie zbiornika	Wytrącona woda (podczas przetwarzania)	Wytrącony szlam
Sito wibracyjne	Mgła oraz opary	NI	Szlam
Filtry zabudowane	NI	NI	Zużyte elementy + szlam
Wieże boksytowe	NI	NI	Zużyty boksyt
Odwodnienie próżniowe	Opary (przez skrubery)	NI	NI
Mieszanie produktów	Wentylowanie zbiornika	NI	NI
Magazynowanie/dekantacja wypompowanego szlamu	Wentylowanie zbiornika	NI	NI
Osiadanie zimnych ścieków	Wentylowanie zbiornika	NI	NI
Osiadanie gorących ścieków	Wentylowanie zbiornika	NI	NI
Biologiczne oczyszczanie ścieków	Powietrze wentylacyjne	NI	NI
Prasa filtracyjna	NI	NI	Placek filtracyjny
Separator płytowy	NI	Ścieki oczyszczone	Osiadły szlam
Magazynowanie i załadunek szlamu/surowców stałych z wykorzystaniem urządzeń mechanicznych	NI	NI	Zmieszane odpady stałe
Kocioł na olej opałowy	Emisje z komina	NI	NI
Stare wychwycone odpady	Ponieważ zazwyczaj emisja pochodzi z brukowanych podłóg, na których była już wystawiona na działanie czynników atmosferycznych, prawdopodobnie wyemitowano już wszystko, co można było wyemitować do atmosfery na tym etapie, chyba że podłoga jest podgrzewana w trakcie obróbki.	NI	NI

Uwaga: W wielu zakładach dochodzi do przypadkowego rozlania olejów podczas rozładunku, magazynowania lub przenoszenia materiałów. Podłoga na terenie zakładu jest zazwyczaj zaprojektowana tak, aby zatrzymywać wycieki i zwracać je do instalacji, ale z reguły nastąpi również pewne wyparowanie do atmosfery.  
NI = Brak danych.  
Źródło: [10. Babbie Group Ltd 2002], [18. WT TWG 2004]



Tabela 5.18 przedstawia kryteria efektywności środowiskowej różnych systemów przetwarzania wynikające z badania branżowego. Każda liczba przedstawia wartość bezwzględną, która jest przypisana danemu systemowi przetwarzania, dotyczy konkretnego kryterium i szacowania wydajności systemu w stosunku do innych systemów w odniesieniu do tego samego warunku.

**Tabela 5.18: Ocena ekologiczności kilkukrotnego procesu ponownego wykorzystania i rafinacji**

Proces	Kryteria środowiskowe				
	Związki siarki	Metale	Produkty z niekompletnego spalania + LZO	Ponowne wykorzystanie materiałów	Ponowne wykorzystanie energii
Oczyszczanie. Recykling w obiegu zamkniętym (ponowne użycie)	1	1	3	1	5
Chemiczna powtórna rafinacja bez destylacji	2	2	3	1	5
Powtórna rafinacja z destylacją	1	1	1	1	5
Mieszanie pozostałości próżniowych rafinatów	5	3	4	5	1

Uwaga: Związki S: ostateczne przeznaczenie zawartości siarki pochodzącej z oleju odpadowego.  
 Metale: ostateczne przeznaczenie metali pochodzących z oleju odpadowego.  
 Produkty z niekompletnego spalania + LZO: emisja LZO lub produktów z niekompletnego spalania (CO, WWA, sadza, dioksyne, furany itp.) pochodzących z oleju odpadowego.  
 Wartości: 1 = najlepsza wydajność, 5 = najgorsza wydajność - w skali względnej.

Źródło: [165. Jacobs, A. oraz Dijkmans, R. 2001]

#### 5.2.2.1.1 Emisje do atmosfery

Emisje do atmosfery są częściowo kontrolowane w niektórych zakładach, a w innych nie. Emisje lotnych związków organicznych są zazwyczaj znane. Chociaż układ smarowania jest układem półzamkniętym, to nie jest on gazoszczelny, dlatego też można się spodziewać, że lotne gazy mogą odparowywać i opuszczać układ w normalnych temperaturach pracy.

Większość zakładów rozpoznaje problemy z odorem związane z ponowną rafinacją olejów odpadowych. Kontrola odoru z takich instalacji wymaga wysokiego poziomu kontroli zarządzania oraz uwagi. Odory są zazwyczaj wytwarzane podczas przechowywania, np. problemy z odorem mogą powstać w wyniku pozostawienia otwartych włazów na górze każdego osadnika czy zbiornika na olej lub w otwartych sitach wibracyjnych.

Tabele 5.19 i 5.20 przedstawiają odpowiednio - dla dziewięciu zakładów, które uczestniczyły w zbieraniu danych - parametry monitorowane w zakresie emisji do atmosfery oraz pochodzenie emisji wraz z zastosowanymi technikami ich redukcji.

Tabela 5.19: Parametry monitorowane w emisjach do atmosfery w zakładach dokonujących powtórnej rafinacji olejów odpadowych

Mierzone zanieczyszczenie	Rodzaj pomiaru	Uwzględnione zakłady	Zakres emisji (mg/Nm <sup>3</sup> )
NO <sub>x</sub>	Ciągły	610_1, 610_2, 619_1, 620_2, 620_3, 620_4, 620_5, 620_6, 620_7, 620_8, 620_9*	107–201
	Okresowy	160C, 605_2, 605_3, 619_2, 620_2, 620_3, 620_4, 620_5, 620_6, 620_7, 620_8, 620_9*	47–229
SO <sub>x</sub>	Ciągły	610_1, 610_2, 619_1	23–942
	Okresowy	160C, 605_2, 605_3	0–1 265
CO	Ciągły	610_1, 610_2, 619_1, 620_2, 620_3, 620_4, 620_5, 620_6, 620_7, 620_8, 620_9*	2–40
	Okresowy	160C, 605_2, 605_3, 620_2, 620_3, 620_4, 620_5, 620_6, 620_7, 620_8, 620_9*	0.8–567
Pył	Ciągły	610_1, 610_2, 619_1	0.6–7.5
	Okresowy	605_2, 605_3	0
HCl	Ciągły	620_1	0
	Okresowy	160C, 624	0.6–16.1
WWA	Okresowy	160C, 619_4, 619_5	0.0009–0.005
HF	Okresowy	160C, 624	0.06–1.99
H <sub>2</sub> S	Ciągły	610_1, 610_2	0.9 – 1.4
CH <sub>4</sub>	Okresowy	160C, 619_1	1–1.5
NMLZO	Okresowy	160C, 619_1	3.1–7.3
NMLZO z fazą ryzyka	Okresowy	160C	0.09
PCDD/F	Okresowy	160C, 619_1	0.002–0.027
Olej mineralny	Okresowy	619_4, 619_5,	0.1
Całkowite LZO	Okresowy	160C,	3.1–19
OWO	Ciągły	620_1	0.75
LZO	Okresowy	619_6	40
Odory	Okresowy	160C	2.2 OUE/m <sup>3</sup>
Hg	Okresowy	160C	0.0435
Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V	Okresowy	160C	1.051
Cd	Okresowy	160C	0.0001
As	Okresowy	160C	0.001
Pb	Okresowy	160C	0.001
Tl	Okresowy	160C	0.0001

\* System monitorowania dla zakładu 620 uległ zmianie w okresie referencyjnym.  
Uwaga: Zakład 619\_3 nie został wymieniony, ponieważ nie dostarczył pomiaru, ale obliczenia stechiometryczne składu gazu spalonego w pochodni.

Tabela 5.20: Źródła emisji do atmosfery i związane z nimi techniki ograniczania emisji

Numer zakładu	Źródło emisji do atmosfery	Techniki ograniczania	Mierzony parametr	Średni przepływ powietrza (m <sup>3</sup> /h)
092	Punktem emisji jest wspólny komin dla powietrza do spalania z podgrzewacza oleju, wytwornicy pary i wylotu z filtra węglowego. Tylko jedno uwolnienie.	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego zainstalowana w przypadku opadu z podgrzewacza gorącego oleju, który służy jako piec do spalania nieskondensowanych oparów. Pracuje tylko 10-30 godzin rocznie (OTNOC).	Wymogi prawne dla SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , cząstek stałych < 10 µm, merkaptanów i H <sub>2</sub> S, ale nie przeprowadzono żadnych pomiarów w latach referencyjnych.	NI
160C	Przetwarzanie LZO (magazynowanie przed i za, proces, stacja załadunkowa)	Utlenianie termiczne	Przepływ powietrza, NO <sub>x</sub> , CO, temperatura i zawartość O <sub>2</sub> w powietrzu, SO <sub>x</sub> , HCl, WWA, HF, H <sub>2</sub> S, CH <sub>4</sub> , NMLZO, NMLZO z fazą ryzyka, PCDD/PCDF, całkowite LZO, OWO, odory, Cd, Tl, Hg, As, Pb, metale razem	7393
235	NI	Płukanie na mokro z wtryskiem sorbentu, płukanie na sucho (proces suchego odsiarczania) z wtryskiem sorbentu	Monitorowanie zgodnie z pkt 17. BImSchV i 1. BImSchV (spalanie odpadów i instalacje spalania), ale brak danych szczegółowych.	NI
570	Destylacja	Alkaliczny system płuczki oksydacyjnej, utlenianie termiczne.	NI	NI
605_1	Powtórna rafinacja i inne przygotowania do ponownego wykorzystania olejów odpadowych - spalanie na pochodniach.	Kondensacja, system płuczek zasadowych, płukanie na mokro, spalanie na pochodniach.	Brak monitorowania	NI
605_2	Ponowna rafinacja i inne przygotowania do ponownego wykorzystania olejów odpadowych - diatermiczny podgrzewacz oleju (podgrzewacz zasilany gazem ziemnym)	Palnik o niskiej emisji NO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub> , CO, temperatura i zawartość O <sub>2</sub> w powietrzu, SO <sub>x</sub> , pył	NI
605_3	Ponowna rafinacja i inne przygotowania do ponownego wykorzystania olejów odpadowych - kotły (podgrzewanie na gaz ziemny)	Palnik o niskiej emisji NO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub> , CO, zawartość O <sub>2</sub> w powietrzu, SO <sub>x</sub> , pył	NI
610_1	Cały proces – układ ogrzewający	NI	Przepływ powietrza, NO <sub>x</sub> , CO, temperatura i zawartość O <sub>2</sub> w powietrzu, SO <sub>x</sub> , pył, H <sub>2</sub> S	14617
610_2	Cały proces – układ ogrzewający	Palnik o niskiej emisji NO <sub>x</sub>	Przepływ powietrza, NO <sub>x</sub> , CO, temperatura i zawartość O <sub>2</sub> w powietrzu, SO <sub>x</sub> , pył, H <sub>2</sub> S	13460

610_3	Cały proces – spalanie na	Palnik o niskiej emisji NO <sub>x</sub>	Brak monitorowania	NI
-------	---------------------------	-----------------------------------------	--------------------	----

	poходniach			
619_1	Gorący piec olejowy (spalanie gazu ziemnego i gazu rafineryjnego)	NI	Przepływ powietrza, NO <sub>x</sub> , CO, temperatura i zawartość O <sub>2</sub> w powietrzu, SO <sub>x</sub> , pył, CH <sub>4</sub> , NMLZO, NMLZO z fazą ryzyka, PCDD/PCDF	20032
619_2	Piec do reformingu strumieniowego	NI	Przepływ powietrza, NO <sub>x</sub> , CO, temperatura i zawartość O <sub>2</sub> w powietrzu	950
619_3	Spalanie na pochodniach	NI	Co sześć miesięcy określany jest analitycznie przepływ i skład gazu wlotowego do pochodni. Co sześć miesięcy wartość SO <sub>2</sub> na wylocie z pochodni jest również stechiometrycznie obliczana na podstawie zawartości siarki w gazie wlotowym.	25
619_4	Okapy laboratoryjne E101	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Przepływ oraz temperatura powietrza, WWA, inne	2872
619_5	Okapy laboratoryjne E102	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Przepływ oraz temperatura powietrza, WWA, inne	2854
619_6	Zbiorniki magazynowe oleju	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Przepływ oraz temperatura powietrza, WWA, inne	1624
620_1	Palnik na gaz wylotowy	Utlenianie termiczne, system płuczek Venturiego, płukanie na mokro, suchy filtr elektrostatyczny (ESP)	Przepływ, temperatura oraz zawartość O <sub>2</sub> w powietrzu, HCl, OWO	16185
620_2	Kocioł 'Babcock 3000'	NI	Przepływ powietrza, NO <sub>x</sub> , CO	2736
620_3	Piec do wykańczania metodą wodorową	NI	Przepływ powietrza, NO <sub>x</sub> , CO	3212
620_4	Piec reformingowy parowy do produkcji wodoru	NI	Przepływ powietrza, NO <sub>x</sub> , CO	3212
620_5	Piec kolumny destylacyjnej TDA	NI	Przepływ powietrza, NO <sub>x</sub> , CO	18080
620_6	Biologiczne wychwytywanie powietrza w zakładzie przetwarzania	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Przepływ powietrza, NO <sub>x</sub> , CO	3212
620_7	Powietrze do wydychane ze zbiorników na zużyty olej.	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Przepływ powietrza, NO <sub>x</sub> , CO	3212
620_8	Kotły opalane gazem ziemnym do produkcji pary wodnej	NI	Przepływ powietrza, NO <sub>x</sub> , CO	6370
620_9	Kotły opalane gazem ziemnym do produkcji pary wodnej	NI	Przepływ powietrza, NO <sub>x</sub> , CO	2508
624	Destylacja próżniowa	Alkaliczny system płuczki oksydacyjnej, utlenianie termiczne	Przepływ, temperatura oraz zawartość O <sub>2</sub> w powietrzu, HCl, HF	5712
Uwaga: NI = Brak danych.				

Jak widać, znaczna część emisji do atmosfery powstaje w wyniku spalania paliwa lub gazów odlotowych w celu wytworzenia ciepła lub pary dla procesu.

Jeśli chodzi o emisje pochodzące z samego procesu destylacji, w większości przypadków są one poddawane działaniu kombinacji metod oczyszczania, a następnie termicznego utleniania lub spalania. Emisje związków organicznych pochodzące z ponownej rafinacji olejów odpadowych podsumowano na ilustracji 2.16.

## 5.2.2.1.2 Emisje do wody

Emisje do wody są na ogół dobrze udokumentowane. Wynika to z przepisów i narzuconych ograniczeń dotyczących odprowadzania ścieków do kanalizacji lub utylizacji alternatywnymi drogami. Ilości odprowadzanych ścieków są więc zazwyczaj dobrze znane.

Próbki ze zrzutów są zazwyczaj pobierane regularnie, co zapewnia dane z monitoringu umożliwiające obliczenie emisji. Z zakładów obsługujących duże ilości wody, które mają stały odpływ do systemu kanalizacyjnego, pobiera się zazwyczaj próbki codziennie; te, w których objętość obsługiwanej wody jest niewielka, są zazwyczaj testowane na zasadzie partii przed każdym zrzutem. Tabele 5.21 i 5.22 przedstawiają odpowiednio - dla dziewięciu zakładów, które uczestniczyły w zbieraniu danych - zanieczyszczenia monitorowane w emisjach do wody oraz pochodzenie tych emisji wraz z zastosowanymi technikami ich redukcji. Tylko jeden zakład (620\_1) odprowadza wodę bezpośrednio do środowiska.

**Tabela 5.21: Monitorowanie zanieczyszczeń w emisjach do wody w zakładach powtórnej rafinacji olejów odpadowych**

Mierzony parametr	Rodzaj monitoringu	Uwzględnione zakłady	Zakres (mg/l z wyjątkiem pH, toksyczności oraz przepływu)	Ilość pomiarów dokonana w 3 letnim okresie referencyjnym (2010-2012)
Przepływ (m <sup>3</sup> /h)	Ciągły	092, 160C, 235, 605_1, 610_1, 619_1, 620_1	0.8–66.6 m <sup>3</sup> /h	NA
ChZT	Ciągły	619_1	112	NA
	Próbka zbiorcza z 24-godzinne go przepływu	610_1	120	NA
	Próbka zbiorcza	092	10 514	7
TSS	Próbka chwilowa	160C, 235, 605_1, 620_1	33–17 075	6–36
	Ciągły	619_1	34	NA
	Próbka zbiorcza	092	4.6	7
pH	Próbka chwilowa	160C, 605_1, 620_1	3.3–15.3	6–36
	Próbka zbiorcza	092	8.6	7
	Próbka chwilowa	160C, 235, 605_1, 620_1	6.8–7.9	6–36
Azot ogólny	Próbka zbiorcza z 24-godzinne go przepływu	610_1	17	NA
	Próbka zbiorcza	092	154	6
	Próbka chwilowa	160C, 235, 620_1	0.04–30	4–33
BZT <sub>5</sub>	Próbka zbiorcza	092	6 764	7
	Próbka chwilowa	235, 605_1	9–469	36
Fosfor ogólny	Próbka zbiorcza z 24-godzinne go przepływu	610_1	0.43	NA
	Próbka zbiorcza	092	0.17	7
	Próbka chwilowa	160C, 235, 605_1, 620_1	0.8–5.5	6–36
Zn	Próbka zbiorcza z 24-godzinne go przepływu	610_1	0.05	NA
	Próbka zbiorcza	092	0.015	4
	Próbka chwilowa	235, 605_1, 620_1	0.03–0.2	1–36
THC	Ciągły	619_1	1	NA
	Próbka chwilowa	160C, 605_1, 620_1	0.2–23.3	6–36
Siarczany	Próbka zbiorcza z 24-godzinne go przepływu	610_1	15 300	NA
	Próbka zbiorcza	092	0.6	5
	Próbka chwilowa	235, 620_1	493–2 317	6–36
Cd	Próbka zbiorcza	092	0.00003	5
	Próbka chwilowa	235, 605_1, 620_1	0.0024–0.1	1–36
Pb	Próbka zbiorcza	092	0.001	4
	Próbka chwilowa	235, 605_1, 620_1	0.01–0.08	1–36
Cr	Próbka zbiorcza	092	0.002	4
	Próbka chwilowa	235, 605_1, 620_1	0.02–0.1	1–36
Cu	Próbka zbiorcza	092	0.01	4
	Próbka chwilowa	235, 605_1, 620_1	0.01–0.1	1–36
Ni	Próbka zbiorcza	092	0.003	4

	Próbka chwilowa	235, 605_1, 620_1	0.04–0.1	1–36
NH <sub>3</sub> -N	Próbka zbiorcza	092	109	4
	Próbka chwilowa	605_1, 620_1	5–17	6–36
Hg	Ciągły	610_1	0.0017	NA
	Próbka zbiorcza	092	< 0.0002	4
	Próbka chwilowa	605_1	< 0.01	1
Fenole	Próbka chwilowa	160C, 605_1, 620_1	0.04–38.17	6–36
F	Próbka chwilowa	160C, 235	1–8.3	12–36
As	Próbka zbiorcza	092	0.001	4
	Próbka chwilowa	605_1	< 0.01	1
Cr(VI)	Próbka chwilowa	605_1, 620_1	0.01–0.019	1–6
Fe	Próbka chwilowa	235, 620_1	0.12–0.19	6–36
Chlor	Próbka zbiorcza	092	< 0.5	4
	Próbka chwilowa	620_1	0.034	6
AOX	Próbka zbiorcza z 24-godzinne go przepływu	610_1	0.067	NA
	Próbka chwilowa	160C	4.42	12
OWO	Próbka chwilowa	235	57	36
HOI	Próbka chwilowa	235	0.54	36
V	Próbka chwilowa	235	0.021	36
Cl <sup>-</sup>	Próbka chwilowa	620_1	158	2
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Próbka chwilowa	620_1	7.9	6
Mn	Próbka chwilowa	620_1	0.1	6
Toksyczność	Próbka chwilowa	620_1	0 %	6
BTEX	Próbka chwilowa	620_1	0.007	6
Metale razem	Próbka chwilowa	160C	3.7	12
Co	Próbka zbiorcza	092	< 0.001	4

Uwaga: NA = Nie dotyczy. NI = Brak danych.

Tabela 5.22: Źródła emisji do wody i związane z nimi techniki ograniczania emisji

Punkt emisji	Techniki ograniczające	Źródło emisji do wody	Rodzaj zrzutu	Jednostka odbierająca	Przepływ (m <sup>3</sup> /h)
092	Obróbka wstępna z jednostką odparowującą	Procesy: destylacja i ekstrakcja z użyciem rozpuszczalnika (woda destylowana z oleju odpadowego, woda technologiczna z wytwarzania próżni w systemie parowym, woda technologiczna z procesu usuwania oleju bazowego celem ostatecznego usunięcia rozpuszczalnika).	Strumień ścieków wstępnie oczyszczony przed transportem ciężarówką do miejskiej oczyszczalni ścieków.	Wody przybrzeżne	0.75
160C	Brak	Powtórna rafinacja i inne przygotowania do ponownego wykorzystania olejów odpadowych	Odprowadzenie z instalacji WT, jak również z zakładowych wstępnych oczyszczalni ścieków do wspólnej instalacji WWT poza terenem zakładu.	Wody tranzytowe (tj. wody powierzchniowe w pobliżu ujść rzek)	0.9
235	Odpędzanie parą wodną, odtluszczanie, flotacja, aktywne systemy szlamu - konwencjonalne, nityfikacja/denitryfikacja (odazotowanie), prasa filtracyjna	Wszystkie procesy	Odprowadzenie z instalacji WT, jak również z zakładowych wstępnych oczyszczalni ścieków do wspólnej instalacji WWT poza terenem zakładu.	Zbiorniki sztuczne	11.6
570	NI	NI	NI	NI	NI
605_1	Wyrównanie, sedymentacja (stawy), system separacji API, bioreakcja z użyciem membrany, ultrafiltracja, odwadnianie	Powtórna rafinacja i inne przygotowania do ponownego wykorzystania olejów odpadowych	Odprowadzenie z instalacji WT i jej systemów pomocniczych, jak również z zakładowych wstępnych oczyszczalni ścieków do miejskiej/gminnej sieci kanalizacyjnej.	NI	6.5
610_1	Chemiczne utlenianie, Systemy aktywnego osadu - konwencjonalne, ozonowanie, nityfikacja/denitryfikacja	Cały proces	Odprowadzenie z instalacji WT, jak również z zakładowych wstępnych oczyszczalni ścieków do wspólnej instalacji WWT poza terenem zakładu	Zbiorniki sztuczne	11.9
619_1	Oczyszczanie wstępne z jednostką odparowującą i usuwaniem kwaśnej wody, Systemy aktywnego osadu - konwencjonalne, system separacji API, utlenianie chemiczne, dekantacja, wyrównywanie, flotacja, odtluszczanie, przetwarzanie z użyciem sproszkowanego węgla aktywnego	Cały proces	Odprowadzenie z instalacji WT, jak również z zakładowych wstępnych oczyszczalni ścieków do wspólnej instalacji WWT poza terenem zakładu	Zbiorniki sztuczne	43.66
620_1	Oczyszczanie wstępne z usuwaniem kwaśnej wody, wyrównywanie, odtluszczanie, systemy aktywnego osadu - konwencjonalne, filtracja, filtracja piaskowa	Cały proces	Odprowadzanie ścieków ze wspólnych instalacji oczyszczania ścieków na terenie zakładu do środowiska (gdy na projekt/eksploatację obiektu wpływają głównie strumienie ścieków pochodzących z zakładu WT)	Rzeka/strumień	66.64
624	NA	Brak emisji do wody	NA	NA	NA

Uwaga: NI = Brak danych. NA = Nie dotyczy.

### 5.2.2.1.3 Pozostałości stałe

Szlamy są zazwyczaj badane pod kątem zawartości metalu, oleju i wilgoci. Odbywa się to rzadziej niż testowanie odpadów wodnych wysyłanych do systemów kanalizacyjnych.

Tabela 5.23 przedstawia rodzaje pozostałości powstałych w wyniku powtórnej rafinacji olejów odpadowych.

**Tabela 5.23: Rodzaje odpadów powstających w procesach powtórnej rafinacji olejów odpadowych**

Rodzaj pozostałości	Parametry pozostałości				
	Metale	Wilgoć	HC oraz OWO	Związki siarki	Inne
Szlamy	Mogą zawierać metale toksyczne	X	X	X	
Szlam z dna zbiorników			X		
Cząstki stałe z filtrów	X		X		WWA oraz PCB
Odpady środków przechwytyjących	X	Niska	X		Fosforany, WWA, substancje stałe niezwiązane z substancją smarną
Oczyszczone filtry olejowe	X				

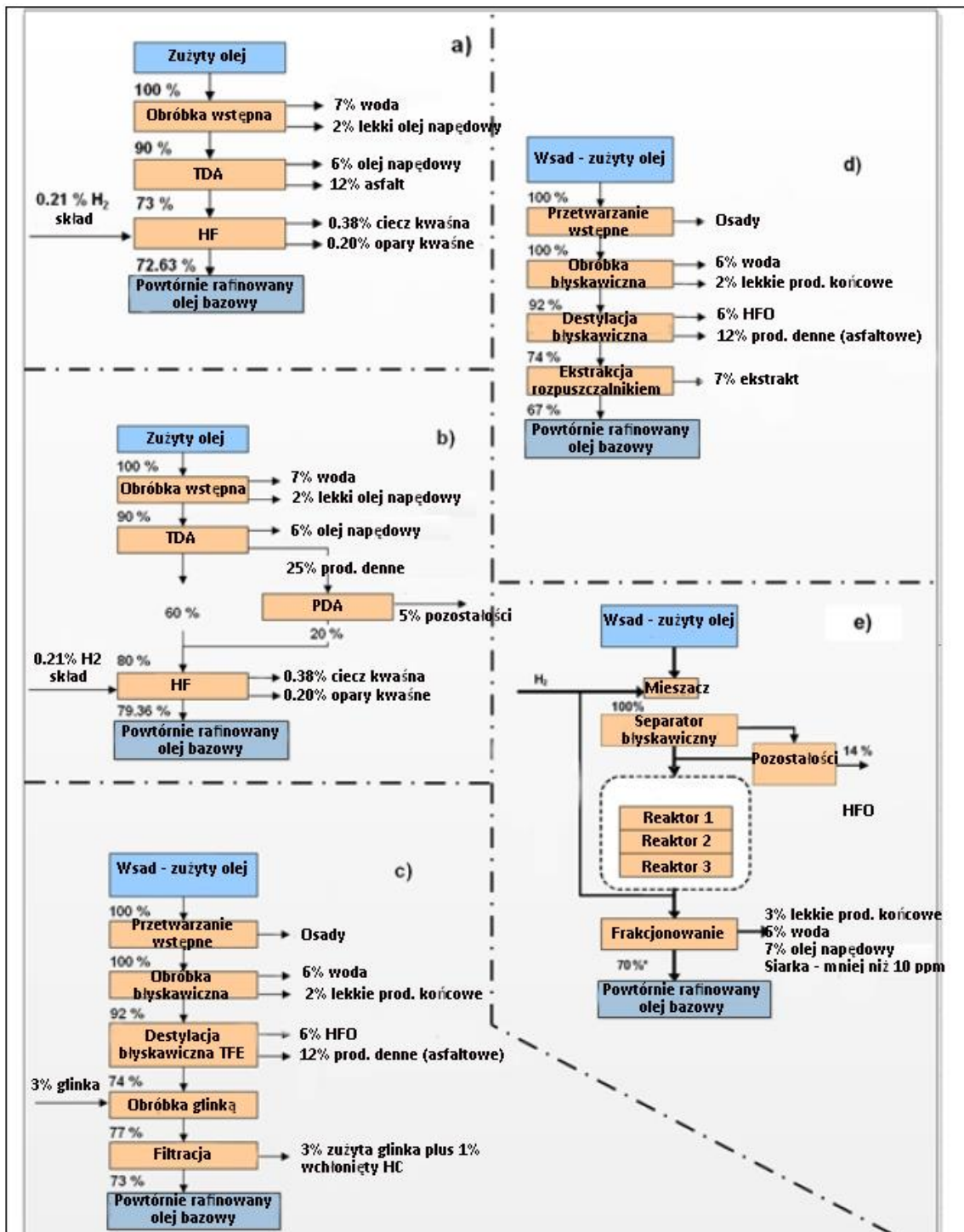
Uwaga: X oznacza, że zanieczyszczenie jest obecne w rozpatrywanych pozostałościach.  
 źródło: [6. Departament Ochrony Środowiska Wlk. Brytanii 1991], [10. Babbie Group Ltd 2002], [96. WT TWG 2003]

### 5.2.2.2 Zużycie w czasie powtórnej rafinacji olejów odpadowych

Poza transportem, głównym procesem technicznym pod względem jego wpływu na środowisko naturalne jest wytwarzanie pary wodnej do ogrzewania olejów odpadowych.

Ilustracja 5.9 przedstawia schemat blokowy pokazujący porównanie materiałów wsadowych, produktów wyjściowych oraz etapów procesu dla różnych systemów powtórnej rafinacji.





Uwagi: a) TDA/HF, b) TDA/PDA/HF, c) TFE/przetwarzanie glinką, d) TFE/rozpuszczalnik, e) HYLUBE.

HF = obróbka końcowa woderem. % oznacza ilość wprowadzaną do tego strumienia w oparciu o 100% zużytego oleju wprowadzanego do systemu.

Źródło: [4. Viscolube 2002], [11. WT TWG 2003], [18. WT TWG 2004], [169. Puralube GmbH 2016]

### Ilustracja 5.9: Substancje wejściowe i wyjściowe w procesach powtórnej rafinacji

Tabela 5.24 przedstawia zużycie systemu procesowego TDA oraz zużycie systemu procesowego TDA w połączeniu z procesem PDA.

Tabela 5.24: Wartości zużycia dla tradycyjnego systemu TDA i systemu wysokiego odzysku TDA w połączeniu z procesem PDA

Tradycyjny system TDA/HF						
Zużycie oraz media	PF	TDA	HF	PDA	Razem	Jednostki
Zużycie elektryczności	1.5	12	20	NA	33.5	kWh
Opary MP	285	322	70	NA	677	kg
Woda chłodząca (przygotowanie) <sup>(1)</sup>	1.1	5	0.3	NA	6.4	tony
Paliwo (ciepło pochłonięte)	NA	670	711	NA	1380	MJ
Wodór	NA	NA	2.1	NA	2.1	kg
Katalizatory	NA	NA	0.2+0.05 <sup>(2)</sup>	NA	0.2+0.05 <sup>(2)</sup>	tony
Propan (wytworzenie)	NA	NA	NA	NA	NA	kg
System TDA/HF/PDA wysokiego odzysku						
Zużycie oraz media	PF	TDA	HF	PDA	Razem	Jednostki
Zużycie elektryczności	1.5	12	20	13	46.5	kWh
Opary MP	285	322	70	135	812	kg
Woda chłodząca (przygotowanie) <sup>(1)</sup>	1.1	5	0.3	4	10.4	tony
Paliwo (ciepło pochłonięte)	NA	670	711	920	2300	MJ
Wodór	NA	NA	2.1	NA	NA	kg
Katalizatory	NA	NA	0.2+0.05 <sup>(2)</sup>	NA	0.2+0.05 <sup>(2)</sup>	tony
Propan (wytworzenie)	NA	NA	NA	0.8	0.8	kg
(1) Na bazie 10% strat związanych z wyparowaniem.						
(2) Katalizator wytrącający metale + rafinacyjny						
Uwaga: Zużycie w oparciu o 100 kt/rok wydajności przetwarzania oleju odpadowego, z uwzględnieniem 10 % zawartości wody. Wszystkie parametry wyrażone są w jednostkach/tony zużytego oleju. NA = Nie dotyczy.						
HF: obróbka końcowa wodorem; PDA: odasfaltowanie propanem; TDA: odasfaltowanie termiczne; PF: obróbka wstępna; MP: ciśnienie średnie.						
Źródło: [96. WT TWG 2003], [18. WT TWG 2004]						

Zużycie wody mieści się w przedziale 100-34 850 litrów na tonę przetworzonego oleju odpadowego, przy średnim poziomie 7 700 l/t. Najwyższe wartości podane dla zużycia wody odnoszą się do wody chłodzącej.

Podaje się, że jednostkowe zużycie energii mieści się w przedziale 500-2 050 kWh/t przetworzonego oleju odpadowego, przy średnim zużyciu około 1 300 kWh/t. Dużą część zapotrzebowania na energię w procesie ponownej rafinacji oleju odpadowego stanowi ciepło, które jest dostarczane przez spalanie paliw kopalnych (np. gazu ziemnego) lub przez parę wodną importowaną z innych źródeł.

### 5.2.3 Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT

Niniejsza sekcja obejmuje techniki, które należy uwzględnić przy określaniu BAT dla powtórnej rafinacji oleju odpadowego.

#### 5.2.3.1 Selekcja olejów odpadowych do powtórnej rafinacji

##### Opis

Ustanowienie procedur zapewniających wiedzę (informacje na temat właściwości/składu odpadów) oraz wybór olejów odpadowych przeznaczonych do ponownej rafinacji, które obejmują monitorowanie zawartości związków chlorowanych (np. rozpuszczalników chlorowanych lub PCB) w olejach odpadowych.

##### Szczegóły techniczne

Procedury wstępnej akceptacji, przyjmowania i sortowania pozwalają na weryfikację, czy przychodzące oleje odpadowe nadają się do recyklingu, jak na przykład:

- (czarne) oleje silnikowe, które mają jednorodne właściwości i są poszukiwane przez zakłady powtórnej rafinacji.

- Czarne oleje przemysłowe są potencjalnie odpowiednie do regeneracji, ale ze względu na zawartość dodatków i innych substancji nie są zazwyczaj preferowane przez zakłady powtórnej rafinacji.
- Lekkie oleje przemysłowe, które są stosunkowo czyste. Mogą one być ponownie rafinowane na terenie zakładu lub mogą być ponownie wykorzystane do innych celów. Ich rynek jest bardzo specyficzny i niezależny od klasycznych dróg zaopatrzenia w surowce wtórne.

### **Korzyści dla środowiska**

Informacje na temat jakości materiału wsadowego oraz odpowiednich procedur selekcji mogą prowadzić do:

- poprawy efektywności środowiskowej;
- unikania problemów operacyjnych i środowiskowych, gdy związki chlorowane (np. rozpuszczalniki lub PCB) nie mogą dostać się do procesu powtórnej rafinacji.

### **Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Termin "olej odpadowy" ogranicza się tutaj do zużytych smarów mineralnych oraz produktów pokrewnych. Około 50-60 % olejów pierwotnie wprowadzonych do obrotu można zbierać. Z tej ilości około 80 % masy suchej zebranych olejów uznaje się za nadające się do powtórnej rafinacji, ale w większym stopniu do wykorzystania jako paliwo. Wiele olejów syntetycznych lub naturalnych również nadaje się do odzyskania, ale wymagają one zastosowania specjalistycznych technik regeneracji.

Eksperti uważają, że następujące oleje odpadowe mogą być poddawane recyklingowi więcej niż jeden raz:

- oleje silnikowe, łożyskowe i smarne bez zawartości chloru;
- oleje hydrauliczne bez zawartości chloru;
- oleje izolacyjne oraz odprowadzające ciepło bez zawartości chloru;
- oleje zęzowe;
- niechlorowane diatermiczne oleje mineralne;
- oleje silnikowe zawierające chlor - chociaż tylko w pewnych warunkach (np. ograniczenie zawartości chloru lub PCB);
- oleje hydrauliczne z PCB - chociaż tylko w pewnych warunkach (np. ograniczenie zawartości chloru lub PCB);
- oleje hydrauliczne z chlorem - choć tylko w pewnych warunkach (np. ograniczenie zawartości chloru lub PCB).

### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Brak.

### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Technika ogólnie dostępna.

### **Ekonomika**

Nie dostarczono danych.

### **Siła napędowa wdrażania**

Jakość produktu końcowego.

### **Przykładowe zakłady**

Nie dostarczono danych.

### **Literatura źródłowa.**

[\[2. Monier, V. oraz Labouze, E. 2001\]](#), [\[11. WT TWG 2003\]](#), [\[18. WT TWG 2004\]](#), [\[51. WT TWG 2005\]](#),

---

### 5.2.3.2 Ograniczanie zużycia wody oraz emisji do wody w zakładach powtórnej rafinacji olejów odpadowych

#### Opis

Woda jest ponownie wykorzystywana, a ścieki są wstępnie oczyszczane przed odprowadzeniem do oczyszczalni.

#### Szczegóły techniczne

Niektóre techniki obejmują:

- Zapewnienie, że każda woda wypływająca (np. woda destylowana ze zużytego oleju, woda technologiczna, w tym woda z płuczki ługowej żrącej) jest oczyszczana przed bezpośrednim zrzutem.
- Wstępne uzdatnianie ścieków przed oczyszczalnią celem zmniejszenia stężenia ChZT w ściekach, które mają być oczyszczane. Wstępne przetwarzanie ścieków składa się z odpowiedniego połączenia różnych technik, takich jak:
  - odparowywanie (zob. sekcja 2.3.6.2.4.7);
  - usuwanie parą wodną (zob. sekcja 2.3.6.2.4.5).
- Ponowne wykorzystanie oczyszczonych ścieków jako wody chłodzącej po zastosowaniu odpowiedniego uzdatniania.

#### Korzyści dla środowiska

- Redukcja emisji do wody.
- Redukcja zużycia wody.

#### Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Zob. sekcja 2.3.6.1.1 w odniesieniu do ekologiczności obiektów z listy referencyjnej w zakresie emisji do wody.

Zakład 605 zgłosił wykorzystanie bioreaktora membranowego (MBR) od 2012 roku. Główne korzyści środowiskowe i operacyjne wynikające z zastosowania MBR są następujące:

- Wysoka skuteczność usuwania substancji organicznych oraz składników biogennych (ChZT < 500 mg/l, NH<sub>3</sub>-N < 10 mg/l, fenole < 1 mg/l, węglowodory < 6 mg/l, PO<sub>4</sub>-P < 6 mg/l).
- Brak wydzielania ciał stałych w ściekach oczyszczonych.
- Niska produkcja szlamu.
- Elastyczność w zakresie wsadu hydraulicznego i organicznego.
- Zredukowana konsumpcja chemiczna.
- Mniejszy wpływ na środowisko naturalne. Proces biologiczny może działać przy znacznie wyższym stężeniu płynnej, zawieszanej gleby (MLSS). Zmniejsza to znacznie wymagania dotyczące pojemności zbiorników.
- Membrany można łatwo czyścić na miejscu.
- Membrany można łatwo zdemontować w celu kontroli/wymiany.
- Membrany o przepływie krzyżowym mogą być instalowane dodatkowo. Istniejące systemy MBR mogą być rozbudowywane poprzez dodanie kolejnych modułów.
- System MBR nie wymaga znaczącej uwagi operacyjnej. Kontrola procesu jest zredukowana do monitorowania jakości ścieków i stężenia MLSS, regulacji szybkości podawania sody kaustycznej i planowania czyszczenia odzyskanych membran.

#### Oddziaływanie na procesy i środowisko

Oczyszczalnie ścieków generują zazwyczaj emisje amoniaku i lotnych związków organicznych do atmosfery.

Więcej informacji na ten temat znajduje się w sekcji 2.3.6.

#### Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Więcej informacji na ten temat znajduje się w sekcji 2.3.6.

Ponowne wykorzystanie ścieków jako wody chłodzącej nie ma zastosowania, gdy ścieki zawierają resztki merkaptanu ponieważ merkaptany ograniczają możliwość bezpiecznego wykorzystania wody pochodzącej z recyklingu. Usuwanie merkaptanów w stopniu wystarczającym do ponownego wykorzystania ścieków jako wody chłodzącej nie jest postrzegane jako opcja opłacalna.

Jakość wody chłodzącej zależy od rodzaju urządzenia, które ma być chłodzone, ale generalnie istnieją specyfikacje dotyczące przewodności, twardości, chlorków, pH i ChZT. Korozja i osadzanie zmniejszają wydajność urządzeń i zwiększają zużycie energii przez chłodnie kominowe.

### **Siła napędowa wdrażania**

Lokalne środowiskowe normy jakości emisji do miejskiego/gminnego systemu kanalizacyjnego.

### **Ekonomika**

W tabeli 5.25 podano przykład kosztów związanych z zastosowaniem bioreaktora membranowego (MBR) (zakład 605).

**Tabela 5.25: Ekonomika bioreaktora membranowego**

<b>Koszty kapitałowe</b>	EUR 500 000
<b>Koszty operacyjne</b>	
Pompowanie	EUR 27 000 rocznie
Natlenianie/mieszanie	EUR 40 000 rocznie
<b>Koszty konserwacji membran</b>	
Zużycie chemikaliów do oczyszczania membran	EUR 1 200 rocznie
Moduł membrany <sup>(1)</sup>	EUR 4 000
<sup>(1)</sup> Żywotność membrany 4–6 lat.	

Więcej informacji na ten temat znajduje się w sekcji 2.3.6.

### **Przykładowe zakłady**

Zakłady stosujące przetwarzanie wstępne to 92, 235, 619 oraz 620.

### **Literatura źródłowa**

[4. [Viscolube 2002](#)], [7. [UK, H. 1995](#)], [10. [Babtie Group Ltd 2002](#)], [11. [WT TWG 2003](#)], [168. [UBA Niemcy 2003](#)], [18. [WT TWG 2004](#)], [19. [WT TWG 2004](#)], [42. [WT TWG 2014](#)]

### **5.2.3.3 Ograniczanie generowania odpadów przez instalacje powtórnej rafinacji olejów odpadowych**

#### **Opis**

Techniki odzysku pozostałości powstałych w wyniku powtórnej rafinacji olejów odpadowych.

#### **Szczegóły techniczne**

Technika obejmuje:

- wykorzystanie pozostałości z destylacji do odzysku energii;
- wykorzystanie pozostałości z destylacji próżniowej, ekstrakcji z użyciem rozpuszczalnika lub wyparowników cienkowarstwowych do odzysku materiału, np. w produktach asfaltowych.

#### **Korzyści dla środowiska**

Zmniejszenie ilości wytworzonych w procesie przetwarzania pozostałości przeznaczonych do utylizacji.

#### **Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Nie dostarczono danych.

**Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Spalanie pozostałości powoduje emisje do atmosfery.

**Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Nie dostarczono danych.

**Siła napędowa wdrażania**

- Redukcja wytwarzania odpadów.
- Redukcja kosztów związanych z utylizacją odpadów.

**Przykładowe zakłady**

Technika typowo stosowana w zakładach regeneracji olejów odpadowych.

Odzysk energii: 92, 160, 235, 619.

Odzysk materiału: 92, 610, 619, 620.

**Literatura źródłowa**

[10. Babbie Group Ltd 2002], [18. WT TWG 2004]

**5.2.3.4 Redukcja emisji lotnych związków organicznych (LZO) z zakładów powtórnej rafinacji olejów odpadowych****Opis**

Zbieranie i ograniczanie emisji związków organicznych do atmosfery.

**Szczegóły techniczne**

Zbieranie emisji lotnych związków organicznych pochodzących z procesu, magazynowania i czynności załadunkowych/rozładunkowych oraz ich redukcja:

- utlenianie termiczne (zob. sekcja 2.3.4.6); dotyczy to również sytuacji, gdy gaz odlotowy jest wysyłany do pieca technologicznego lub kotła;
- płukanie na mokro (zob. sekcja 2.3.4.10);
- adsorpcja z użyciem węgla aktywnego (zob. sekcja 2.3.4.9).

**Korzyści dla środowiska**

Redukcja emisji związków organicznych do atmosfery.

**Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Tabela 5.26 podsumowuje efektywność środowiskową zakładów z listy referencyjnej pod względem emisji związków organicznych do atmosfery.

Tabela 5.26: Efektywność środowiskowa zakładów prowadzących powtórna rafinację olejów odpadowych pod względem emisji związków organicznych do atmosfery

Numer zakładu	Zanieczyszczenie /parametr	Koncentracja minimalna (mg/Nm <sup>3</sup> )	Koncentracja średnia (mg/Nm <sup>3</sup> )	Koncentracja maksymalna (mg/Nm <sup>3</sup> )	Maksymalne obciążenie (gr/godz.)	Główne techniki ograniczania / unikania emisji	Rodzaj pomiaru	Ilość pomiarów dokonana w 3 letnim okresie referencyjnym (2010-2012)
160C	Całkowite LZO, NMLZO	1.10 1.20	3.10 3.10	5.10 5.00	Całkowite LZO: 40.2 NMLZO: 39.4	Utlenianie termiczne	Okresowy	2
619_1	NMLZO	Okresowa: 3 2-letnia średnie : 3.5	Okresowa: 7.3 2-letnia średnia: 9.5	Okresowa: 15 2-letnia średnia: 12.5	300	Utlenianie termiczne	Okresowy	18
619_6	LZO klasa I do V	37	40	44	75	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Okresowy	9
620_1	OWO	0.23	0.75	1.56	25	Utlenianie termiczne (kocioł), system płuczek Venturiego (=płukanie na mokro), suche wytrącanie elektrostatyczne (ESP).	Ciągły	NA

**Oddziaływanie na procesy i środowisko**Zobacz CWW BREF [\[45. COM 2016\]](#).**Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**Zobacz CWW BREF [\[45. COM 2016\]](#).**Siła napędowa wdrażania**

- Prawodawstwo dotyczące zanieczyszczenia atmosfery.
- Wytworzona para wodna pozwala na oszczędność energii.

**Ekonomika**Zobacz CWW BREF [\[45. COM 2016\]](#).

W przypadku zakładu 620, jednostka przetwarzania (patrz opis poniżej) uzyskała zwrot kosztów inwestycji w ciągu siedmiu lat i jest on krótszy niż w przypadku innych technik redukcji emisji bez odzysku energii.

**Przykładowe zakłady**

Zakład 620 posiada jednostkę przetwarzania łączącą kilka technik redukcji emisji (utlenianie termiczne, płukanie na mokro oraz filtr elektrostatyczny). Wszystkie gazy odlotowe powstające w procesie są doprowadzane do palnika, w którym osiągnięta jest temperatura około 1 000 °C. Wodny roztwór mocznika jest doprowadzany do końca komory spalania w celu znacznego zmniejszenia zawartości NOX. Gaz otrzymany w wyniku spalania z tlenem jest następnie chłodzony za pomocą kotła, z którego para zostaje odzyskana i przesłana do zakładowej sieci parowej. W celu zachowania poziomu emisji SO<sub>2</sub> strumień gazu jest przesyłany do kolumny oczyszczającej, w której wykorzystuje się NaOH w celu obniżenia poziomu SO<sub>2</sub> poniżej ustawowego limitu. Strumień ten jest ostatecznie przesyłany do ESP, gdzie następuje redukcja pyłu.

**Literatura źródłowa**[\[45. COM 2016\]](#), [\[42. WT TWG 2014\]](#)

## 5.3 Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej

### 5.3.1 Przegląd

[1. Concawe 1996], [2. Monier, V. oraz Labouze, E. 2001], [175. Krajenbrink i inni 1999], [165. Jacobs, A. oraz Dijkmans, R. 2001], [166. Marshall i inni 1999], [176. Langenkamp, H. oraz Nieman, H. 2001], [5. Militon i inni 1998], [85. Scori 2002], [163. Ecodeco 2002], [9. UK EA 2001], [10. Babbie Group Ltd 2002], [24. CEFIC 2002], [90. Hogg i inni 2002], [177. COM 2017], [86. VDI oraz Dechema 2002], [11. WT TWG 2003], [118. Hogg, D. 2001], [14. Eucopro 2003], [17. Pretz i inni 2003], [18. WT TWG 2004], [19. WT TWG 2004]

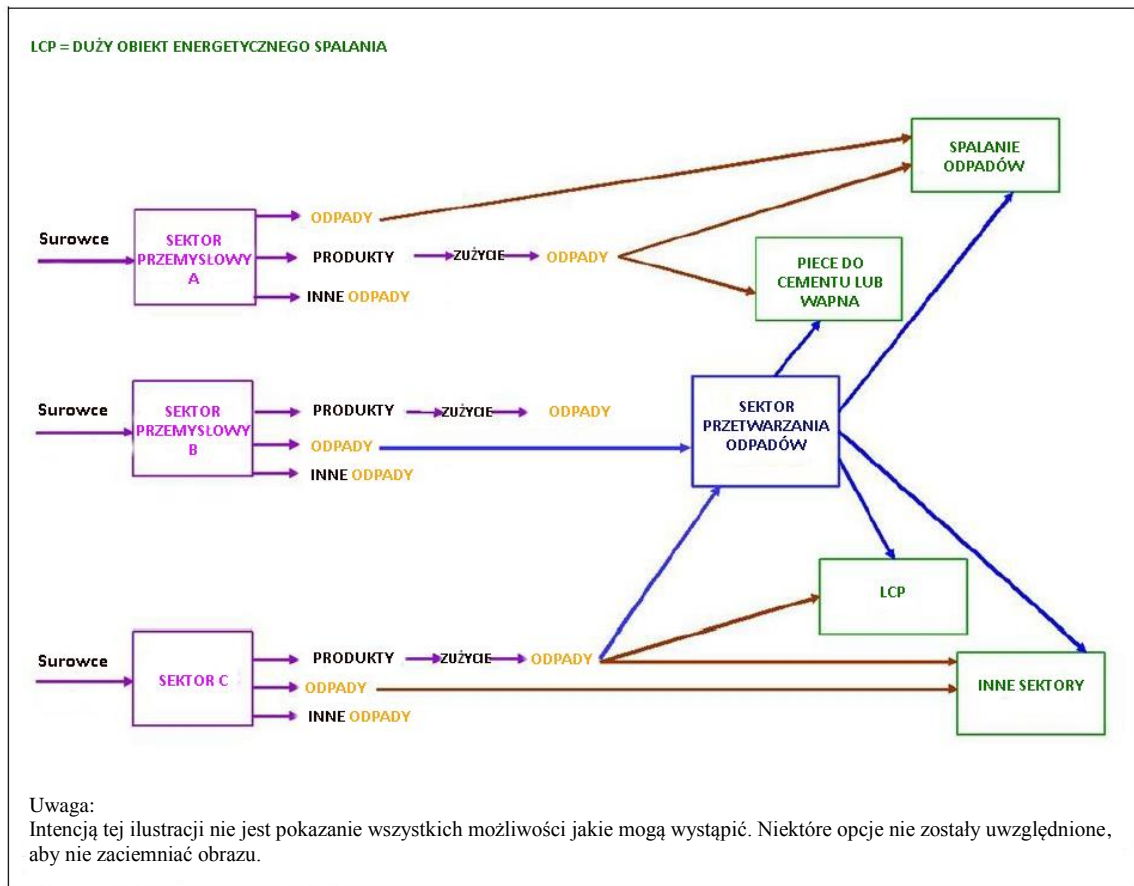
Niniejsza sekcja obejmuje przetwarzanie oraz procesy, które stosuje się głównie w celu uzyskania materiału z odpadów, z przeznaczeniem do wykorzystania jako paliwo lub takiej zmiany jego właściwości fizyczno-chemicznych, aby umożliwić lepszy odzysk wartości opałowej.

Chociaż odpady wyjściowe z procesów opisanych w tej sekcji są głównie wykorzystywane jako paliwo, celem niniejszego dokumentu nie jest określenie specyfikacji produktu wyjściowego.

Niektóre rodzaje przetwarzania mogą dawać produkty, które mogą być wykorzystane do celów innych niż paliwo. Procesy te są bardzo podobne i zależą jedynie od właściwości fizycznych odpadów wejściowych oraz właściwości fizycznych, które odpady wyjściowe powinny mieć aby istniała możliwość ich spalania. Rzeczywiste spalanie odpadów nie jest omawiane w niniejszym dokumencie, ponieważ jest ono ujęte w poszczególnych sektorowych dokumentach BREF (np. spalanie odpadów, cement, wapno i tlenek magnezu, duże obiekty spalania, żelazo i stal).

Odpady o pewnej wartości opałowej są obecnie wykorzystywane jako paliwo w niektórych procesach spalania, np. spalanie odpadów, w piecach cementowych lub wapiennych, dużych obiektach energetycznego spalania. Niektóre sektory wykorzystujące odpady jako paliwo są bezpośrednio związane z wytwarzaniem tych odpadów. Oznacza to, że niektóre odpady, wytwarzane w stabilnych procesach (a zatem o pewnej spójności), mogą nie wymagać dalszego przygotowania do ich wykorzystania w tym sektorze i dlatego są często dostarczane bezpośrednio do zakładu, w którym będą wykorzystywane (np. oleje przepracowane, zużyte rozpuszczalniki). W tych przypadkach nie przeprowadza się żadnego przetwarzania odpadów, w związku z czym działanie to nie jest objęte zakresem niniejszego dokumentu (odnośne strumienie odpadów zostały przedstawione na ilustracji 5.10 za pomocą brązowych strzałek). Rodzaje strumieni odpadów, które są technicznie odpowiednie do wykorzystania w współspalarniach, są kwestią, która zostanie poruszona w poszczególnych sektorowych dokumentach BREF. Niniejszy dokument uwzględnia i analizuje kwestie środowiskowe związane z obchodzeniem się z różnymi rodzajami odpadów i przekształcaniem ich w materiał nadający się do wykorzystania jako paliwo w różnych procesach, co zostało przedstawione za pomocą niebieskich strzałek na ilustracji 5.10.





**Ilustracja 5.10: Wybrane możliwości wykorzystania odpadów jako paliwa w różnych sektorach**

Przytaczając kilka przykładów, wykorzystanie oleju odpadowego jako paliwa zastępczego bez żadnego przetwarzania jest jedną z opcji stosowanych w całej Europie, różniącą się popularnością w zależności od lokalnych uwarunkowań gospodarczych i prawnych. Większość przepisów krajowych zezwala na spalanie oleju odpadowego w piecach cementowych. Oleje odpadowe są akceptowane na specjalnych warunkach jako paliwo do pieców cementowych we Francji, Niemczech, Włoszech, Hiszpanii i Wielkiej Brytanii, ale wydają się być zakazane do tego celu na przykład w Holandii. W innych krajach po prostu nie są one używane.

Przygotowanie różnych rodzajów paliwa odpadowego musi uwzględniać charakterystykę techniczną instalacji spalania/procesu wykorzystującego to paliwo (np. cementownia, wapiennik, elektrownia (węgiel kamienny, węgiel brunatny), spalanie specjalistycznych paliw odpadowych). Te procesy spalania mają różne właściwości techniczne.

Niektóre czynniki wpływające na zakres, w jakim operacje przetwarzania odpadów zależą od zastosowania paliwa odpadowego, to:

- rodzaj odpadów wykorzystywanych do przygotowania paliwa odpadowego;
- techniki stosowane do przechowywania paliwa odpadowego;
- rodzaj wsadu do pieca (materiał sypki, wsad wdmuchiwany);
- mieszanka paliw stosowana w procesie spalania;
- rodzaj procesu spalania, spalanie na ruszcie, piroliza lub specyfikacja złoża fluidalnego procesu wykorzystującego paliwo odpadowe pod względem jego składu: np. zawartość chloru w odpadach wykorzystywanych do produkcji cementu.

Rodzaje odpadów, z których można przygotować paliwo stałe, należą zazwyczaj do jednej z poniższych kategorii:

- odpady komunalne (głównie odpady z gospodarstw domowych);

- mieszane komercyjne odpady wielkogabarytowe z gospodarstw domowych oraz pozostałe odpady;
- suche jednorodne strumienie odpadów;
- placki filtracyjne, szlasy oraz inne mokre odpady.

Przetwarzanie zmienia właściwości fizyczno-chemiczne przygotowywanego paliwa odpadowego. Na przykład rozdrabnianie może być przeprowadzane do wymaganego rozmiaru ziarna paliwa odpadowego. Innym przykładem jest to, że czyszczenie może oddzielać zawartość odpadów od obcych zanieczyszczeń poprzez obróbkę mechaniczną oraz rozdrabnianie. Oznacza to, że uzysk paliwa jest mniejszy niż 100% ilości odpadów wsadowych z powodu wody, popiołu oraz innych zanieczyszczeń.

Wsad odpadów

Tabela 5.27 przedstawia kilka przykładów rodzajów odpadów wykorzystywanych do produkcji stałych oraz płynnych paliw odpadowych.

Tabela 5.27: Rodzaje odpadów wykorzystywanych do przygotowania odpadowych paliw stałych oraz płynnych

Rodzaj przygotowywanego paliwa odpadowego	Rodzaj odpadów	Przykłady
Paliwo odpadowe stałe	Odpady półpłynne (głównie z odpadów niebezpiecznych)	Rozpuszczalniki o wysokiej lepkości, osady olejowe, pozostałości po destylacji, osady po obróbce szlamów przemysłowych (przemysł mechaniczny, chemiczny, farmaceutyczny itp.), osady z farb i lakierów, osady z farb drukarskich, poliol, kleje, żywice, tłuszcze i smary, inne odpady w postaci półpłynnej (pasta).
	Odpady sproszkowane (głównie z odpadów niebezpiecznych)	Węgiel techniczny, proszek, toner, farby, zużyte katalizatory, substancje powierzchniowo czynne, inne proszki.
	Odpady stałe (głównie z odpadów niebezpiecznych)	Zanieczyszczone polimery, impregnowane trociny, osady z oczyszczania ścieków, żywice, farby, kleje, zużyty węgiel aktywny, zanieczyszczone gleby, osady węglowodorowe, zanieczyszczone absorbenty, pozostałości organiczne z przemysłu chemicznego i farmaceutycznego, zużyte opakowania z tworzyw sztucznych, odpady drzewne, inne odpady stałe.
	Odpady ciekłe, które nie nadają się do przygotowania płynnego paliwa odpadowego (głównie z odpadów niebezpiecznych)	Płyny z ryzykiem polimeryzacji
	Odpady stałe inne niż niebezpieczne	Stale odpady domowe i handlowe, odpady opakowaniowe, drewno, papier, karton, pudła kartonowe, jeżeli nie nadają się do recyklingu (02, 03, 15, 17, 19, 20), tekstylia, włókna (04, 15, 19, 20), tworzywa sztuczne (02, 07, 08, 12, 15, 16, 17, 19, 20), inne materiały (08, 09, 15, 16, 19), wysokokaloryczne frakcje z zebranych odpadów mieszanych (17, 19, 20), odpady budowlane i rozbiórkowe, frakcje oddzielone od odpadów komunalnych, jednorodnie strumienie odpadów handlowych i przemysłowych.
Paliwo odpadowe płynne z procesu zmieszania	Organiczne płynne paliwo odpadowe	Rozpuszczalniki, ksyleny, tolueny, benzyna lakiernicza, aceton, rozpuszczalniki czyszczące i odfuszczaające, pozostałości z ropy naftowej, pozostałości po destylacji, niespecyficzne organiczne produkty płynne, oleje niesmarujące.
Płynne paliwo odpadowe w procesie fluidyzacji	Organiczne płynne paliwo odpadowe	Zużyte rozpuszczalniki, odpady organiczne w postaci pasty (osady z farb drukarskich, osady z farb, odpady z klejów itp.), pozostałości olejowe, odpady pulweracyjne, takie jak proszek do farb, makuchy filtracyjne, pozostałości z organicznej syntezy chemicznej, oleje i tłuszcze, zużyte żywice jonowymienne, pozostałości po destylacji, odpady z przemysłu kosmetycznego.
Płynne paliwo odpadowe w postaci emulsji	Organiczne płynne paliwo odpadowe	Emulsje olejowe z przemysłu mechanicznego i metalurgicznego, odpady i szlamy zawierające olej z rafinacji ropy naftowej oraz zbierania i przechowywania produktów naftowych, odpady z destylacji i regeneracji oleju, odpady z awarii produkcyjnych, odpady półpłynne takie jak tłuszcze, farby drukarskie i kleje, odpady pulweracyjne, takie jak proszek malarski, odpady z proszków do prania, zużyte bazy takie jak sól, zużyte oleje.

Uwaga: Liczby w nawiasach odpowiadają kodom LoW.  
Source: [ 176, Langenkamp, H. and Nieman, H. 2001 ], [ 85, Scori 2002 ], [ 14, Eucopro 2003 ], [ 17, Pretz et al. 2003 ], [ 18, WT TWG 2004 ]

Tabela 5.28: Typowe wartości opałowe różnych rodzajów odpadów

Rodzaj odpadów	Wartość kaloryczna (MJ/kg)
Odpady niebezpieczne	21.0–41.9
Stałe odpady niebezpieczne	8-16
Odpady przemysłowe inne niż niebezpieczne	12.6–16.8
Odpady komunalne	7.5–10.5
Tworzywa sztuczne	21.0–41.9
Drzewo	11-16
Opony	25.1–31.4
Szlamy	5-25
Żywność dla zwierząt	17
<i>Źródło: [176. Langenkamp, H. oraz Nieman, H. 2001], [18. WT TWG 2004], [21. WT TWG 2016]</i>	

***Produkt wyjściowy***

Wartość opałowa odpadów, które mają być wykorzystane jako paliwo, zob. tabela 5.28, oraz inne ważne właściwości paliwa, które określają, czy określone paliwo może być zastosowane w obiekcie energetycznego spalania, wynikają z jego składu chemicznego oraz właściwości fizycznych. Aby być wykorzystanym jako paliwo, produkt wyjściowy musi spełniać wymagania kolejnych użytkowników.

**5.3.2 Stosowane procesy oraz techniki****5.3.2.1 Przygotowanie produktu wyjściowego, głównie z odpadów stałych****5.3.2.1.1 Suszenie odpadów stałych****Cel**

Osuszanie odpadów stałych zwiększa ich wartość opałową, a w niektórych przypadkach osiągnięcie zadowalających wyników sortowania. Pozwala to również na długoterminowe przechowywanie niektórych odpadów, które mogą być łatwo przenoszone i przetwarzane w późniejszym czasie, w tym wykorzystanie tego zasobu przez różne gałęzie przemysłu a głównie przemysłu opartego na biologii.

**Zasada działania**

Odwadnianie oraz suszenie odpadów wejściowych.

**Wsad oraz strumienie wyjściowe**

Zobacz sekcja 5.3.1.

**Opis procesu**

W zależności od zawartości wody oraz właściwości fizycznych odpadów można najpierw zastosować odwadnianie. Może się ono składać z jednej z następujących operacji:

- a. Mechaniczne odwadnianie. Po filtracji i ekstrakcji piasku, płynny/półpłynny osad jest pompowany i homogenizowany w metalowym zbiorniku wyposażonym w urządzenia mieszające (takie jak wirniki na wale i system pompowania, który miesza zawartość górnej i dolnej części zbiornika poprzez ciągłą recyrkulację). Homogenizacja różnych faz (ciecz/pasty) odpadów przed ich segregacją jest ważnym krokiem na drodze do prawidłowego przebiegu kolejnej operacji. Po homogenizacji można dodać specyficzny polimer, dostosowany do właściwości fizyczno-chemicznych osadu, aby zoptymalizować rozdzielanie różnych ich komponentów. Mieszanina jest następnie wprowadzana do dwufazowej wirówki rozdzielającej za pomocą pompy o zmiennym natężeniu przepływu. Pod wpływem siły odśrodkowej osady są rozdzielane na dwie fazy: osad suchy, który jest

przechowywany przed załadunkiem oraz ścieki przechowywane w zbiornikach przed obróbką poza zakładem.

- b. Suszenie termiczne. W suszarniach konwekcyjnych (bezpośrednich lub adiabatycznych) istnieje bezpośredni kontakt czynnika grzewczego z suszonym produktem. Wilgoć z paliwa jest usuwana przez czynnik grzewczy. W suszarniach przewodzących nie ma bezpośredniego kontaktu czynnika grzewczego z produktem. Przekazywanie ciepła odbywa się poprzez powierzchnie grzewcze. Wilgoć jest usuwana przez gaz nośny, który stanowi około 10 % ilości wykorzystywanej w procesach konwekcyjnych. Dlatego też suszarki przewodzące mogą być preferowane w przypadku odpadów pylistych lub wydzielających odory.
- c. Zgodnie z zastosowanym procesem, degradacja jest mniej lub bardziej wyraźna; czasami nacisk kładzie się na suszenie. W zależności od zastosowanego systemu, przypadkowa woda technologiczna powstająca podczas degradacji biologicznej musi zostać oczyszczona przed odprowadzeniem do cieku wodnego. Aby utrzymać aktywność biologiczną, system jest zasilany powietrzem. Powietrze odlotowe jest zbierane oraz oczyszczane.

Suszenie biologiczne ma większe zastosowanie do odpadów innych niż niebezpieczne.

### **Użytkownicy**

Nie dostarczono danych.

### **Literatura źródłowa**

[\[177. COM 2017\]](#), [\[11. WT TWG 2003\]](#), [\[14. Eucopro 2003\]](#), [\[17. Pretz i inni 2003\]](#), [\[18. WT TWG 2004\]](#), [\[19. WT TWG 2004\]](#)

### **5.3.2.1.2 Peletowanie oraz wzbogacanie**

#### **Cel**

Zwiększenie gęstości produktów.

#### **Zasada działania**

Aglomeracja odpadów wejściowych.

#### **Wsad oraz strumienie wyjściowe**

Zobacz sekcja 5.3.1.

#### **Opis procesu**

Aglomeratory dyskowe składają się z metalowej obudowy z jednym lub kilkoma dyskami w środku. Wewnętrzna strona reaktora jest nieciągłe wypełniana materiałem. Tarcze, które mają nadbudowę do mieszania materiału, zaczynają się obracać, zamieniając energię tarcia w ciepło tarcia. Materiał jest homogenizowany przez mieszanie, a następnie zaczyna topić się wraz z rosnącym ciepłem tarcia. W momencie, gdy materiał zaczyna się uplastyczniać, zużycie energii wzrasta i może stanowić sygnał do opróżnienia reaktora. Po zakończeniu procesu materiał jest schładzany.

Ze względu na fakt, że takie systemy polegają na topieniu się niektórych składników odpadów, mogą one być stosowane tylko wtedy, gdy składniki te są dostępne (np. tworzywa sztuczne).

### **Użytkownicy**

Nie dostarczono danych.

### **Literatura źródłowa**

[\[17. Pretz I inni 2003\]](#), [\[18. WT TWG 2004\]](#)

### 5.3.2.2 Przygotowanie produktu wyjściowego głównie z odpadów stałych i półpłynnych poprzez obróbkę mechaniczną oraz impregnację

#### Cel

Celem omawianego tutaj przygotowania jest uzyskanie produktu wyjściowego dostosowanego do potrzeb, jednorodnego i sypkiego, który może być wykorzystany w procesach spalania i który może być łatwo sprzedany.

#### Zasada działania

Mechaniczne przygotowanie stałego produktu wyjściowego, z dodatkową impregnacją odpadów za pomocą dodatków/absorbentów (np. trociny, rozdrobiony papier lub karton, opony z flokami tekstylnymi).

#### Wsad oraz strumienie wyjściowe

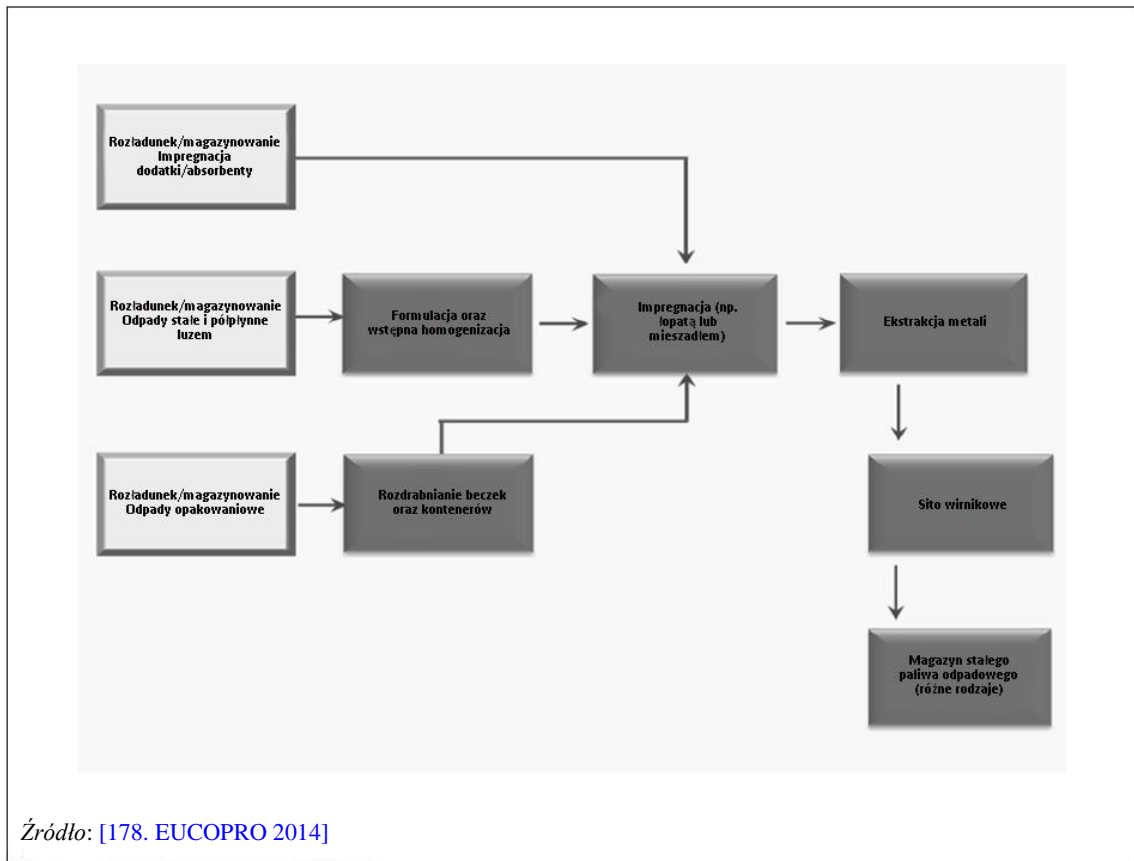
Stosowane rodzaje odpadów to odpady półpłynne, proszkowe i stałe, głównie niebezpieczne. Niektóre przykłady to:

- odpady półpłynne: pozostałości po destylacji, osady z oczyszczania ścieków przemysłowych, osady olejowe, osady z farb i lakierów, osady z farb drukarskich, poliole, kleje, żywice, smary oraz tłuszcze;
- odpady sproszkowane: sadza, farby, zużyte katalizatory, środki powierzchniowo czynne oraz proszki do prania;
- odpady stałe: tworzywa sztuczne lub polimery, żywice, farby, kleje, osady węglowodorowe, pozostałości organiczne z przemysłu chemicznego i farmaceutycznego, zużyte opakowania z tworzyw sztucznych.

Głównym produktem wyjściowym jest niebezpieczne paliwo stałe. Innymi produktami wyjściowymi mogą być odpady metalowe z pustych beczek i części metalowe z IBC oraz inne zużyte opakowania.

#### Opis procesu

Przykładowy układ procesu produkcji paliwa odpadowego przedstawiono na ilustracji 5.11. Projekt układu, jak również wybrana instalacja, dobierana jest w zależności od rodzaju odpadów, ich dostępności oraz specyfikacji końcowej paliwa odpadowego.



**Ilustracja 5.11: Przykład produkcji paliw stałych z płynnych lub półpłynnych odpadów niebezpiecznych**

Główne procesy i etapy produkcji mogą być następujące:

- Podawanie odpadów z magazynu do jednostek produkcyjnych.
- Formulacja oraz wstępna homogenizacja napływających odpadów w oparciu o ich właściwości fizyczne i chemiczne. Ten krok ma kluczowe znaczenie dla zapewnienia zgodności paliwa odpadowego z wymaganiami użytkownika końcowego.
- Rozdrabnianie i/lub przesiewanie odpadów opakowaniowych przed wprowadzeniem ich do urządzenia do impregnacji.
- Etap impregnacji: wstępnie zhomogenizowane odpady wchodzi w kontakt i mieszają się z nośnikiem/absorbentem impregnacji. Etap ten może nastąpić w dedykowanej jednostce procesowej lub materiały mogą być podawane bezpośrednio lub przez lej wsadowy celem stabilizacji, regulacji oraz kontroli ilości odpadów wprowadzanych do jednostki impregnacyjnej.
- Ekstrakcja złomu metali za pomocą separatorów magnetycznych lub systemów wiropędowych Foucaulta do usunięcia metali nieżelaznych.
- Klasyfikacja za pomocą sit obrotowych (bębnowych) lub wibracyjnych. Nadwymiarowe frakcje mogą być powtórnie przetwarzane w procesie lub poddawane obróbce w specjalnym rozdrabniaczu, lub wysyłane do zewnętrznych jednostek przetwarzania odpadów niebezpiecznych.
- Przechowywanie odpadów paliwowych przed ich załadunkiem.
- Załadunek ciężarówek (lub ewentualnie pociągów lub statków) odbywa się za pomocą dźwigów, przenośników taśmowych, poprzez bezpośredni rozładunek z magazynów lub z pojemników pośrednich.

Alternatywa procesowa dla pustych opakowań z odpadów niebezpiecznych (głównie plastikowych i metalowych): po kilku etapach rozdrabniania, powstałe w ten sposób

pozostałości mogą być mieszane z paliwem stałym pochodzącym z etapu przesiewania wirnikiem, lub

przetwarzane oddzielnie. Rozdrabnianie pustych odpadów opakowaniowych jest również procesem uzyskiwania paliwa odpadowego stałego, opartego wyłącznie na tego typu pozostałościach.

#### **Użytkownicy**

Spalarnie i współspalarnie (np. piece cementowe).

### **5.3.2.3 Przygotowanie cieczy wyjściowej**

W tej sekcji omówiono zabiegi wykonywane celem przygotowania paliw płynnych z materiałów płynnych lub półpłynnych. Wytworzone ciekłe paliwo odpadowe posiada właściwości, dzięki którym może stać się płynem i przemieszczać się w przypadku zastosowania różnicy ciśnień lub siły ciężkości. Niektóre produkowane materiały mogą być bardzo lepkie oraz bardzo trudne i kosztowne w pompowaniu, jednak nadal zachowują właściwości płynu. Produkty wyjściowe tych procesów przetwarzania określa się w niniejszej sekcji jako "paliwo odpadowe w stanie ciekłym", niezależnie od tego, czy jest to paliwo półpłynne czy płynne. Procesy, które rozpoczynają się od odpadów płynnych lub półpłynnych i kończą się jako paliwo odpadowe, ujęte zostały w sekcji 5.3.2.2.

Zazwyczaj materiały przygotowane przez tego typu przetwarzanie są odpadami niebezpiecznymi. Do przygotowania ciekłych paliw odpadowych można wykorzystać kilka połączonych procesów mechanicznych i fizyczno-chemicznych:

- procesy fizyczne obejmujące kombinację homogenizacji, rozdzielania faz oraz etapów mieszania/łączenia;
- procesy fluidyzacyjne;
- procesy emulsyfikacji.

#### **5.3.2.3.1 Przygotowanie płynnych paliw odpadowych poprzez homogenizację, rozdzielanie faz oraz łączenie/mieszanie odpadów**

##### **Cel**

Celem tej operacji jest przygotowanie jednorodnego i stabilnego paliwa odpadowego z kompatybilnych odpadów płynnych/półpłynnych. Proces ten ma również zastosowanie do odpadów opakowanych o wielu fazach (ciekłych, półpłynnych lub stałych), co pozwala na optymalizację odzysku ich zawartości energetycznej oraz recyklingu materiału nieorganicznego.

##### **Zasada działania**

Operacje te mogą obejmować grupowanie małych ilości i/lub czynności związanych z obróbką wstępną, takich jak rozdzielanie faz lub osadzanie. Mieszanie i homogenizacja to główne operacje.

##### **Wsad oraz strumienie wyjściowe**

Odpady przetwarzane w tych procesach to głównie odpady niebezpieczne w postaci płynnej i półpłynnej. Oto kilka przykładów:

- odpady ciekłe i półpłynne o zawartości substancji organicznych: zużyte rozpuszczalniki, oleje, szlamy olejowe, emulsje, pozostałości destylacyjne, osady denne ze zbiorników, emulsje olejowe z przemysłu mechanicznego i metalurgicznego, odpady i szlamy zawierające olej z rafinacji ropy naftowej oraz ze zbierania i przechowywania materiałów ropopochodnych, odpady z destylacji oleju i regeneracji po awarii produkcyjnej;
- odpady półpłynne takie jak tłuszcze, farby drukarskie i kleje;
- odpady pyłowe, takie jak proszek do farb, proszek do prania itp.

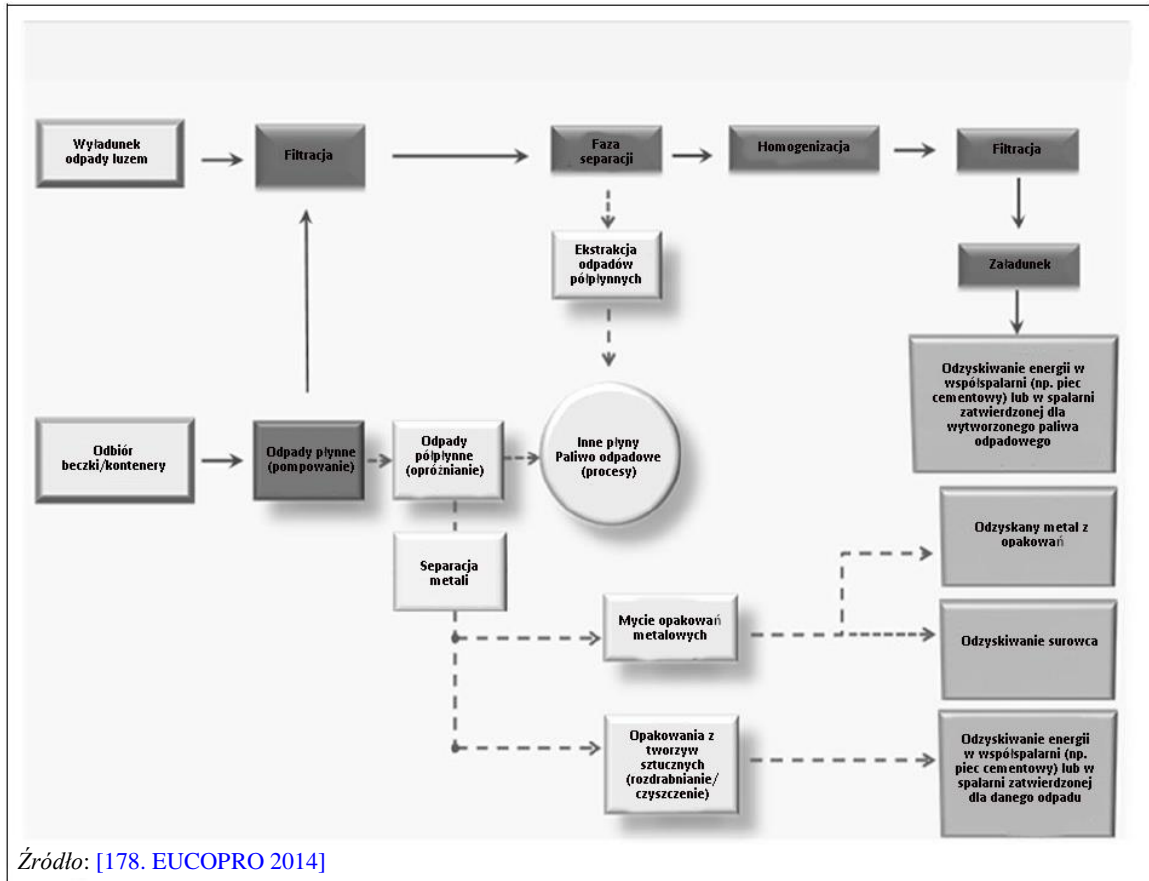
Głównym produktem wyjściowym jest płynne niebezpieczne paliwo odpadowe. Innymi produktami wyjściowymi mogą być stałe pozostałości z odpadów (np. osady denne ze



zbiorników), odpady metalowe z pustych beczek oraz części metalowe z IBC, a także inne zużyte opakowania.

### Opis procesu

Przykładowy układ procesu przygotowania płynnego paliwa z odpadów przedstawiono na ilustracji 5.12.



**Ilustracja 5.12: Przykładowy schemat procesu wytwarzania organicznego płynnego paliwa odpadowego**

Główne procesy i etapy produkcji to:

- Odpady płynne luzem. Po filtracji i/lub osiadaniu, ciecze są przesyłane przez pompę do zbiorników metalowych wyposażonych w urządzenie mieszające celem ich homogenizacji. System ten składa się z systemu pompowania, który łączy górną i dolną część zbiornika poprzez ciągłą cyrkulację.
- Odpady opakowaniowe ( beczki itp.). Opakowania są opróżniane technikami dostosowanymi do ich właściwości fizyczno-chemicznych. Fazy półpłynne przesyłane są do dalszego procesu wytwarzania płynnego paliwa odpadowego, takiego jak fluidyzacja (zob. sekcja 5.3.2.3.2).

W celu utrzymania jednorodności odpadów stosuje się śmigło mieszające lub system recyrkulacji. Przed załadunkiem ciecz jest filtrowana. Załadunek ciężarówek odbywa się z zastosowaniem wszelkich niezbędnych zasad bezpieczeństwa.

### Użytkownicy

Spalarnie i współspalarnie (np. piece cementowe).

#### 5.3.2.3.2 Przygotowanie cieczy wyjściowej poprzez fluidyzację odpadów

#### Cel

Celem tej operacji jest mieszanie i homogenizacja kompatybilnych odpadów pochodzących od kilku producentów i/lub źródeł, poprzez fluidyzację.

### Zasada działania

Fluidyfikacja jest procesem, w którym odpady płynne, półpłynne i stałe są homogenizowane.

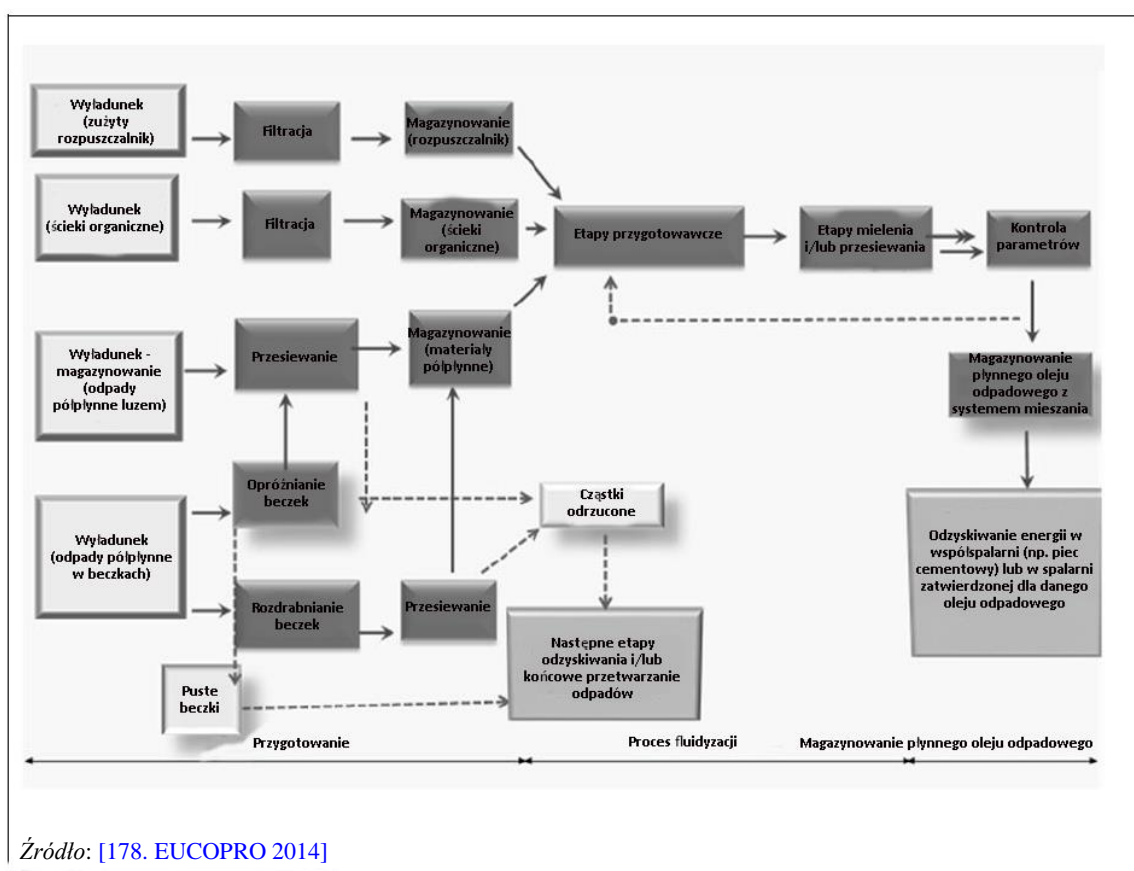
### Wsad oraz strumienie wyjściowe

Typowe wsady to odpady niebezpieczne, takie jak pozostałości olejowe, zużyte rozpuszczalniki, pozostałości z organicznej syntezy chemicznej, oleje i smary, odpady organiczne w postaci pasty (osad farb, osad z farb itp.), zużyte żywice jonowymiennie, pozostałości po destylacji, odpady z przemysłu kosmetycznego itp.

Głównym produktem wyjściowym jest niebezpieczne płynne paliwo odpadowe. Inne produkty wyjściowe to organiczne odpady stałe pochodzące z rozdrabniania, metalowe odpady z pustych beczek i metalowych części pojemników IBC oraz inne zużyte opakowania.

### Opis procesu

Ilustracja 5.13 przedstawia przykład procesu fluidyzacji.



**Ilustracja 5.13:** Przykładowy schemat procesu wytwarzania płynnego paliwa odpadowego w procesie fluidyzacji

Główne procesy oraz etapy produkcji przedstawiono poniżej.

#### Etapy przygotowania i/lub formulacji, głównie dla odpadów półpłynnych (pastowatych).

Etap ten polega na wytworzeniu premiksu o odpowiednich właściwościach fizycznych akceptowalnych dla procesu fluidyzacji, oraz celem uzyskania paliwa odpadowego o wymaganych właściwościach (np. LHV, zawartość wody, lepkość).

Beczki zawierające odpady półpłynne mogą być opróżniane lub rozdrabniane w atmosferze obojętnej (np. azot), po czym następuje separacja przesiewowa. Odpady półpłynne są przesiewane przed rozpoczęciem procesu fluidyzacji.

### Proces fluidyzacji

Składa się on z następujących etapów:

#### *Rozpuszczanie*

Etap ten polega na rozpuszczeniu i emulgowaniu półpłynnej części w rozpuszczalnikach, celem uzyskania jednorodnego materiału.

Rozpuszczanie stałych związków organicznych w fazie ciekłej złożonej z rozpuszczalników odbywa się za pomocą specjalnych mieszadeł, sit obrotowych i zbiorników buforowych, w razie potrzeby w atmosferze obojętnej. Mieszalniki muszą reagować na ograniczenia związane z lepkiem materiałem zawierającym wytrzymałe i duże objętościowo ciała stałe w zawiesinie. Cząstki stałe zostają rozpylone pomiędzy wirnikiem a stojanem i wymieszane z fazą ciekłą. Następnie płynna mieszanina jest wprowadzana do wnętrza obrotowego sita, które usuwa kawałki tworzywa sztucznego, rozdrobnione w poprzednim etapie. Zbiornik buforowy zbiera materiał na końcu tego etapu.

#### *Mielenie i przesiewanie*

Etap ten polega na dokładnym zmieleniu i usunięciu większych cząstek stałych pozostających w ciekłej zawiesinie. Stabilność i jakość spalania paliwa odpadowego zależy bezpośrednio od jednorodności i wielkości cząstek stałych w zawiesinie.

Mielenie wymaga technologii o wysokiej prędkości, chronionych przez separatory magnetyczne oraz filtry mechaniczne. Sprzęt musi być na tyle elastyczny, aby mógł zaakceptować wahania lepkości, gęstości oraz charakteru substancji stałych w zawiesinie.

#### Kontrola

Na tym etapie kontrolowane jest paliwo odpadowe w stanie ciekłym. Niektóre parametry, takie jak pH i lepkość, mogą być stale sprawdzane. Jeżeli jakość nie odpowiada specyfikacjom (np. lepkość), paliwo odpadowe jest ponownie przetwarzane przed przekazaniem do magazynu.

Magazyn składa się zazwyczaj z pionowych zbiorników cylindryczno-stożkowych z urządzeniami do mieszania (inercyjnych) oraz wyposażonych w urządzenie do redukcji LZO.

Wysyłka do klienta realizowana jest przez stację załadowniczą samochodów ciężarowych. Jest ona obsługiwana przez wyżej wymieniony magazyn.

#### **Użytkownicy**

Spalarnie i współspalarnie (np. piece cementowe).

### **5.3.2.3.3 Przygotowywanie emulsji z odpadów płynnych/półpłynnych**

#### **Cel**

Celem jest uzyskanie jednorodnego i stabilnego paliwa odpadowego z odpadów płynnych i półpłynnych.

#### **Zasada działania**

Proces ten opiera się na kontroli mieszania poprzez dodanie wybranych substancji chemicznych lub substancji powierzchniowo czynnych.

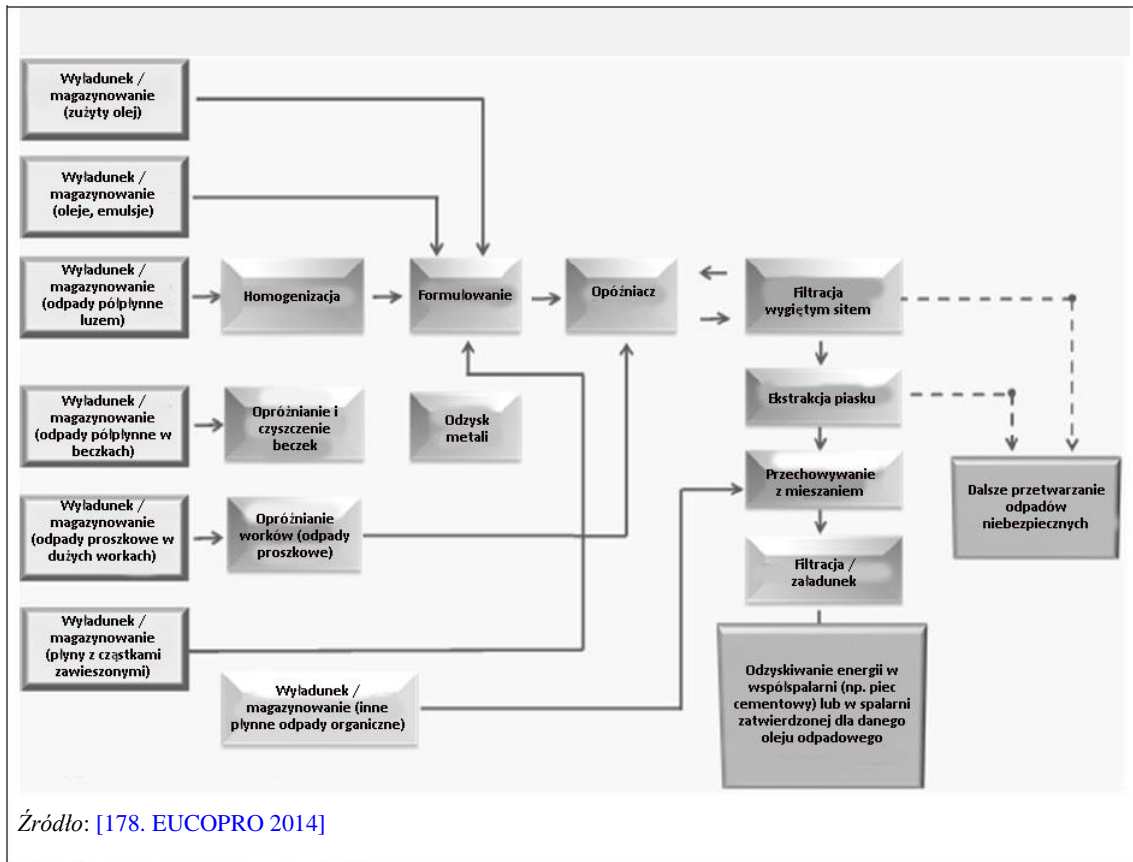
#### **Wsad oraz strumienie wyjściowe**

Odpadami wejściowymi są zazwyczaj odpady niebezpieczne, takie jak oleje i emulsje z przemysłu mechanicznego i metalurgicznego, odpady i szlamy zawierające olej z rafinacji ropy naftowej, odpady z gromadzenia i magazynowania produktów naftowych, odpady z destylacji i regeneracji ropy naftowej, odpady z awarii produkcyjnych, odpady smaru, tuszu i klejów, proszek malarski, odpady proszku do prania, zużyte bazy, takie jak sól, zużyte oleje, osady itp.

Głównym produktem wyjściowym jest niebezpieczne płynne paliwo odpadowe. Innymi produktami wyjściowymi mogą być odpady metalowe z pustych beczek, części metalowe z IBC a także z innych zużytych opakowań.

#### **Opis procesu**

Procesy są podobne pod względem konstrukcji i układu do tych, które są wykorzystywane do przygotowania surowej mączki w postaci półpłynnej do produkcji klinkieru w piecach cementowych. Ilustracja 5.14 przedstawia przykład procesu emulgowania.



**Ilustracja 5.14: Przykładowy schemat procesu przygotowania emulsji**

Główne procesy oraz etapy produkcji to:

- Odbiór oraz magazynowanie
- Dostarczanie odpadów z magazynu do jednostek produkcyjnych

Przed wprowadzeniem do procesu produkcyjnego odpady są poddawane dekontaminacji za pomocą urządzeń dostosowanych do ich właściwości fizycznych:

- Półpłynne odpady są najpierw umieszczane w specjalnych zagłębieniach celem przeprowadzenia etapu wstępnej homogenizacji. Następnie są one przenoszone do zbiornika w celu wprowadzenia ich do procesu produkcyjnego za pomocą przenośnika ślimakowego lub pompy do betonu.
- Odpady pyłące, takie jak farby i proszek do prania, odbierane są w dużych workach. Są one wprowadzane bezpośrednio do procesu produkcyjnego za pomocą urządzeń przystosowanych do wychwytywania emisji pyłów.
- Odpady ciekłe są obsługiwane przez pompę. Technologie pompowania (pompa odśrodkowa, pompa objętościowa z wirnikiem itp.) muszą być w stanie zaakceptować wahania w zakresie lepkości oraz obecności cząstek w zawiesinie.
- Proces produkcji

Proces produkcyjny, będący procesem wsadowym, realizowany jest przez specjalne mieszalniki (zwane "opóźniaczami"), zabudowane celem zapobiegania emisjom LZO. Poszczególne komponenty są wprowadzane do mieszalnika zgodnie ze specyfikacjami laboratoryjnymi. Mieszadło zapewnia stabilną produkcję emulsji. Na tym etapie monitorowanych jest kilka parametrów, takich jak lepkość, pH czy temperatura. Jednym z celów tego monitorowania jest wykrywanie wszelkich reakcji polimeryzacji, ponieważ mogą one powodować problemy

produkcyjne. W razie potrzeby, na tym etapie procesu wprowadza się środki powierzchniowo czynne.

- Przesiewanie - filtracja wygiętym sitem

Po uzyskaniu emulsji jest ona ponownie przepompowywana za pomocą pompy odśrodkowej do mieszalnika oraz przez wygięte sito zatrzymujące cząstki stałe.

- Ekstrakcja piasku

Po opróżnieniu mieszadła, a przed wysłaniem materiału do magazynu, jest on pompowany do betonowego dołu z obszarem sedimentacji. Celem jest oddzielenie, wykorzystując różnicę w ciężarze właściwym, wszelkich mineralnych cząstek stałych (np. piasku), które mogą być obecne w materiale.

- Przechowywanie i wysyłanie

Materiał jest przekazywany do magazynu, który zazwyczaj składa się z betonowych lub stalowych pionowych zbiorników cylindrycznych z urządzeniami do mieszania, takimi jak:

- zanurzone mieszadło;
- dolne mieszadło ze zgarniaczem celem uniknięcia sedimentacji;
- system pompowania, który łączy górną i dolną część zbiornika pętlą o dużym przepływie (około 250 m<sup>3</sup>/h)

Jakość paliwa odpadowego jest kontrolowana celem upewnienia się, że jego właściwości są zgodne z wymaganiami klienta. W niektórych szczególnych przypadkach można dodać odpady o wysokiej wartości opałowej, jeżeli wartość opałową paliwa uważa się za zbyt niską.

Wysyłka do współpracujących zakładów odbywa się za pomocą stacji załadowniczej. Podczas załadunku ciężarówek przeprowadzana jest filtracja końcowa (poprzez filtr 3 mm).

### **Użytkownicy**

Spalarnie i współspalarnie (np. piece cementowe).

#### **5.3.2.4 Przetwarzanie olejów odpadowych inne niż powtórna rafinacja**

Wartość opałowa olejów odpadowych może być wykorzystana. Oleje odpadowe stosowane jako paliwo zastępcze, głównie dla węgla, oleju napędowego i lekkiego oleju opałowego, mają wartość ekonomiczną. Istnieje wiele różnych zastosowań spalania oleju odpadowego, różniących się częściowo temperaturą, w jakiej się palą, a częściowo technologią kontroli, której się używa celem zmniejszenia wpływu na środowisko. Przed użyciem jako paliwo może być konieczne przeprowadzenie kilku zabiegów czyszczenia lub transformacji w celu spełnienia wymogów wymaganych do dalszego wykorzystania. Zostały one podsumowane w tabeli 5.29.

Tabela 5.29: Przetwarzanie olejów odpadowych przed ich wykorzystaniem jako paliwo

Rodzaj przetwarzania	Zmiany jakie mogą wystąpić w oleju odpadowym po przetworzeniu	Użycie jako paliwo	Przykłady użycia w przemyśle
Brak przetwarzania. Używane bezpośrednio w procesie spalania (nie ujęte w niniejszym dokumencie)	Brak zmian	Bezpośrednio stosowane jako paliwo w piecach, wypalarkach itp.	Spalarnie odpadów, piece do wypalania cementu, na statkach (zazwyczaj jako oleje napędowe), w przemyśle kamieniarskim.
Łagodne przetwarzanie	Usuwanie wody i osadów	Mieszanie olejów odpadowych z olejem opałowym (zastąpienie oleju opałowego)	Piece do wypalania cementu, zakłady produkcji kamienia drogowego, duże silniki okrętowe, elektrownie pyłowe
Ciężkie powtórne przetwarzanie (procesy chemiczne, fizyczne lub termiczne; opisane w sekcji 5.2)	Zdemetalizowany ciężki olej opałowy (lub ciężki destylat)	Mieszanie olejów odpadowych z olejem opałowym (zastąpienie oleju opałowego)	Olej napędowy dla statków lub paliwo żeglugowe, paliwo dla elektrociepłowni
Kraking termiczny	Materiał zdemetalizowany oraz po krakingu	Destylowany olej napędowy	Olej napędowy (zwany również olejem grzewczym, olejem napędowym, olejem opałowym itp.), zdemetalizowany ciężki olej opałowy, morski olej napędowy, lekki olej bazowy powtórnie rafinowany, nieużywany jako paliwo.
Uwodornianie (proces opisany w sekcji 5.2)	Redukcja zawartości siarki i WWA	Mieszanie z olejem napędowym	Olej napędowy lub paliwo dla elektrociepłowni
Zgazowanie (nie ujęte w niniejszym dokumencie)	Przerabianie na gaz syntetyczny ( $H_2 + CO$ )	Gaz opałowy	Produkcja chemiczna metanolu, duże obiekty energetycznego spalania (np. turbiny gazowe)

Źródło: [1. Concawe 1996], [2. Monier, V. oraz Labouze, E. 2001], [11. WT TWG 2003], [18. WT TWG 2004]

## Wsad oraz strumienie wyjściowe

### Oleje odpadowe

Zużyte oleje mogą mieć znaczną, ale zmienną zawartość chloru, w tym chloru organicznego. Los tych związków chloru będzie się różnił nie tylko w zależności od drogi przetwarzania, ale również w zależności od postaci, w jakiej znajduje się chlor. Trudno jest zatem przedstawić jakiegokolwiek ogólne uwagi na temat skutków działania chloru inne niż te, że w przypadku spalania istnieje ryzyko powstawania dioksyn oraz że w przypadku opcji przerobu istnieje ryzyko problemów z korozją, emisji gazów kwaśnych oraz zanieczyszczenia strumieni wyjściowych.

Odpadowe oleje smarne (gdy regeneracja opisana w punkcie 5.2 nie jest ekonomicznie i technologicznie możliwa) oraz oleje odzyskane z kolektorów są sprzedawane do użytku jako paliwo. Ponieważ oleje te mogą tworzyć po spalaniu osady węglowe, są one zazwyczaj wykorzystywane w sytuacjach, w których nie ma to znaczenia. Głównymi użytkownikami są przemysł drogowy i elektrownie węglowe, które wykorzystują je do stabilizacji płomienia i zwiększenia mocy.

### Odpadowe oleje napędowe

Odpadowe oleje napędowe powstają w różnych sytuacjach, takich jak opróżnianie zbiorników w pojazdach lub zbiorników paliwa statków, opróżniania zbiorników paliwa w kotłowni, przechodzenia zakładu na gaz ziemny, czyszczenia/mycia zbiorników lub usuwania olejów podczas czyszczenia/mycia na terenie zakładu. Oleje te na ogół nie są zanieczyszczone, chociaż ich właściwości mogły ulec pogorszeniu wraz z wiekiem i niekiedy przenoszą "osiadłe zanieczyszczenia denne zbiornika" z wielu lat napełniania. W większości zakładów

akceptowana jest stosunkowo niewielka ilość tego rodzaju materiału i zasadne będzie uznanie go za porównywalny z olejami opałowymi "w stanie sprzedanym".

Gazyfikacja jest specjalnie zaprojektowana do przetwarzania paliw ciężkich, jak również szerokiej gamy odpadów węglowodorowych. Proces ten nie został opisany w niniejszym dokumencie.

Oleje opałowe mieszczą się w zakresie specyfikacji, ale generalnie są one stosowane, a nie wysyłane do obróbki i dlatego ich ilość będzie niewielka. Zazwyczaj mają one niższą temperaturę wrzenia niż oleje smarne, zawierają więcej węglowodorów o niższym łańcuchu i mają większe ryzyko emisji LZO podczas przetwarzania. Jednakże zawartość metali jest zazwyczaj niska (choć w olejach opałowych stwierdzono obecność wanadu i niklu). WWA są typowo stabilne i nieulotne. Niewykorzystane oleje opałowe mają niższy zakres temperatur wrzenia niż oleje smarne. Porównanie składu olejów opałowych i smarów przedstawiono w tabeli 5.30.

**Tabela 5.30: Typowy skład olejów opałowych i smarnych**

	Normalna długość łańcucha węglowego	Zakres temperatury wrzenia (°C)	Ważne związki
Nafta	Destylat średni, C <sub>6</sub> do C <sub>16</sub>	150–300	N alkany, cykloalkany, niskie stężenia związków monoaromatycznych, niskie stężenia BTEX i WWA
Olej opałowy (N <sup>o</sup> 2)	Destylat średni, C <sub>8</sub> do C <sub>21</sub>	200–325	Bardzo niski BTEX, toluen 0,06 %, etylobenzen 0,034 %, ksyleny 0,23 %, wysokie stężenia N-alkanów, C <sub>8</sub> 0,1 %, C <sub>20</sub> 0,35 %), niższe stężenia rozgałęzionych alkanów, cykloalkanów monoaromatycznych, naftalenów (0,22 %) i WWA, nikiel 0,00005 %.
Olej opałowy (N <sup>o</sup> 4)	Destylat średni, C <sub>12</sub> do C <sub>34</sub>	325–500	Bardzo niski poziom BTEX, naftalenów i WWA
Olej opałowy (N <sup>o</sup> 6)	Pozostały olej, C <sub>12</sub> do C <sub>34</sub>	350–700	Bardzo niski poziom BTEX, mało naftalenów i WWA, wysokie n-alkany (C <sub>9</sub> 0,0034 %, C <sub>20</sub> 0,1 %) i cykloalkany, nikiel 0,0089 %.
Oleje smarne	Destylat końcowy ciężki, C <sub>18</sub> do C <sub>34</sub>	326–600	Niskie stężenia BTEX, wysokie stężenia rozgałęzionych alkanów i cykloalkanów

Źródło: [10. Babbie Group Ltd 2002], [21. WT TWG 2016]

#### Produkt wyjściowy

Oleje odpadowe posiadają pewne cenne właściwości, które mogą być wykorzystywane jako materiał do produkcji mieszanek paliwowych, np. mają niższą zawartość siarki i lepkość w porównaniu z innymi paliwami ciężkimi. Mieszanie z olejem opałowym w rafinerii mogłoby być realną opcją w przypadku takich olejów, jeżeli można wykazać, że poziomy zanieczyszczeń mieszczą się w dopuszczalnych granicach dla specyfikacji oleju opałowego i wymogach prawnych.

Olej odpadowy jest wykorzystywany jako paliwo w wielu elektrowniach w Wielkiej Brytanii, w zakładach IED dopuszczonych do spalania odpadów niebezpiecznych.

#### **5.3.2.4.1 Słabe oraz silne przetwarzanie olejów odpadowych**

##### **Cel**

Słabe (łagodne) przetwarzanie polega na oczyszczaniu olejów odpadowych w celu poprawy ich właściwości fizycznych, tak aby mogły być one wykorzystywane jako paliwo przez szerszą

gamę użytkowników końcowych. Silne (ciężkie) powtórne przetwarzanie jest dodatkowym etapem, w którym następuje fizyczne oddzielenie lekkich produktów końcowych za pomocą procesu destylacji próżniowej. Dodatkowe informacje na ten temat można znaleźć w sekcji 5.2.

### Zasada działania

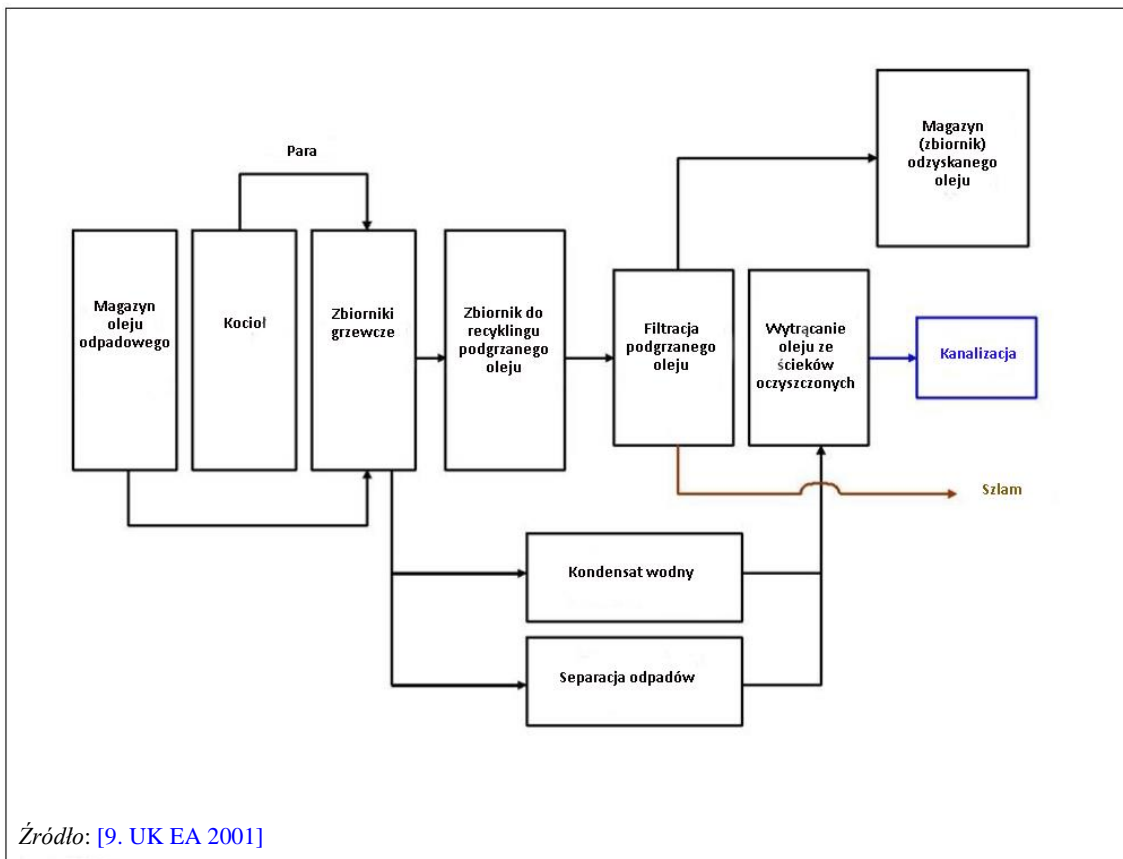
Obróbka może obejmować osadzanie się ciał stałych i wody, demineralizację chemiczną, odwirowanie i filtrację membranową.

### Wsad oraz strumienie wyjściowe

Oleje odpadowe w ogóle. W przypadku oleju odpadowego przeznaczonego do suszenia asfaltu lub do mieszania paliw przed dalszym użyciem stosuje się prosty proces oczyszczania.

### Opis procesu

Ilustracja 5.15 przedstawia przykład łagodnego powtórnego przetwarzania oleju odpadowego. Przykład słabego przetwarzania oleju odpadowego



Ilustracja 5.15: Przykład słabego (łagodnego) przetwarzania oleju odpadowego

### Osiadanie

Woda i osady osadzają się w zbiorniku po zmieszaniu zużytego oleju z demulgatorem. Osiadanie ułatwia ogrzewanie zbiornika do temperatury 70/80 °C. W razie potrzeby czysty olej jest dekantowany i przepuszczany przez szereg filtrów. Ścieki i osady są oczyszczane. Prosty proces czyszczenia w celu usunięcia wody i osadów (choć zazwyczaj nie dotyczy to metali ciężkich, halogenów i siarki) jest przeprowadzany przed dalszym wykorzystaniem oleju odpadowego jako zamiennika oleju opałowego.

### Demineralizacja chemiczna

Proces ten jest stosowany do oczyszczania z zanieczyszczeń metalowych i dodatków. Proces chemiczny opiera się na wytrącaniu soli takich jak fosforany, szczawiany i siarczany. Paliwo odpadowe nadaje się do spalania jako "czarny olej" i wytwarza mniej zanieczyszczeń do atmosfery dzięki obróbce wstępnej. Woda jest zazwyczaj usuwana poprzez demulsyfikację i ogrzewanie. Osad jest usuwany poprzez osadzanie oraz filtrację.



Odwirowywanie

Fazy ciekłe są oddzielane w separatorze odśrodkowym na zasadzie różnicy w gęstości.

Filtracja membranowa

Polega to na zastosowaniu cienkiej membrany do oddzielenia paliwa pochodzącego z oleju odpadowego, skoncentrowanego oleju odpadowego i wody odpadowej.

Filtracja membranowa prowadzi do znacznych kosztów dodatkowych. Zazwyczaj koszt instalacji, w tym koszt ochrony membrany, jest wysoki w porównaniu z wartością dodaną produktu.

**Użytkownicy**

Olej odpadowy jest od kilku lat substytutem paliwa. Zapewnia to obniżenie kosztów operacyjnych i użyteczną drogę usuwania zużytego oleju odpadowego. Jego wykorzystanie jako paliwa odbywa się zgodnie z wymogami prawnymi. Tabela 5.31 podsumowuje niektóre zastosowania oleju odpadowego po łagodnym powtórnym przetworzeniu.

**Tabela 5.31: Przykłady wykorzystania słabo i silnie przetworzonego oleju odpadowego jako paliwa**

Sektor, w którym stosuje się przetworzone oleje odpadowe	Komentarze	Kraje stosujące
Zakłady produkujące kamienie drogowe lub mieszalnie asfaltu	Paliwo odpadowe pochodzące z olejów odpadowych spalane jest na suchy twardy kamień do produkcji materiałów nawierzchni drogowej. Kamienie są suszone, a następnie sortowane według wielkości, po czym miesza się je z asfaltem i wypełniaczem.	Powszechnie spotykane w Belgii i Zjednoczonym Królestwie. Jednak we Włoszech niektóre organy ds. ochrony środowiska nie zezwalają na takie zastosowanie.
Wapień suchy	Paliwo odpadowe pochodzące z olejów odpadowych spalane jest do suchego wapienia. Niektóre zanieczyszczenia kwasowe mogą być zatrzymywane przez materiał stały.	Brak danych
Mieszanie z olejem opałowym	Paliwo odpadowe pochodzące z olejów odpadowych może być mieszane z olejem opałowym. W tym przypadku maksymalna ilość przetworzonego zużytego oleju, który może być mieszany z innymi ciężkimi strumieniami, jest ograniczona przez specyfikacje dotyczące zawartości popiołu (zazwyczaj około 0,1 % maksymalnej) i zawartości siarki i może podlegać specyfikacji w zakresie lepkości.	Brak danych
Elektrownie	Paliwo odpadowe pochodzące z olejów odpadowych jest wykorzystywane w elektrowniach pyłowych węglowych, głównie jako paliwo do rozruchu pieca, ale czasami jest również wykorzystywane jako dodatek do głównego paliwa, w przypadku gdy dopływ ciepła jest ograniczony. Zobacz LCP BREF [42, EIPPCB 2003].	Brak danych
Statki	Zazwyczaj dotyczy to zużytych olejów morskich. Oleje odpadowe pochodzące z transportu morskiego i ze źródeł lądowych są mieszane w celu uzyskania lepszych parametrów przetwarzania i separacji. Olej jest wykorzystywany jako gotowe paliwo odpadowe lub jako surowiec, co oznacza, że różne strumienie są mieszane w celu spełnienia specyfikacji z zakresu lepkości. Olej opałowy sprzedawany jest jako paliwo bunkrowe. W celu usunięcia wody, olej odpadowy jest dekantowany. W razie potrzeby można to poprawić poprzez dodanie rozdzielnicy emulsji i/lub podniesienie temperatury. Olej jest następnie filtrowany i odwirowywany. Powstały w ten sposób olej trafia do zbiornika magazynowego i jest próbkowany. Niektóre oczyszczone oleje odpadowe są obecnie wykorzystywane w silnikach okrętowych do produkcji energii elektrycznej.	Jest kilka przykładów zastosowania w Hiszpanii
Źródło: [9. UK EA 2001], [11. WT TWG 2003]		

### 5.3.2.4.2 Kraking termiczny

#### Cel oraz zasada działania

Kraking termiczny wykorzystuje ciepło do rozkładu cząsteczek węglowodorów o długim łańcuchu (np. tych występujących w olejach odpadowych) na krótsze, dzięki czemu powstają lżejsze paliwa ciekłe. W ten sposób większe cząsteczki bardziej lepkich i mniej wartościowych węglowodorów przekształcane są w mniej lepkie i bardziej wartościowe paliwa płynne.

#### Wsad oraz strumienie wyjściowe

Kraking termiczny może obejmować różne rodzaje substratów węglowodorowych: oleje odpadowe, zużyte paliwa żeglugowe, oleje do smażenia na głębokim tłuszczu oraz, w zależności od konstrukcji procesu, oleje odpadowe zwracane w oryginalnych (plastikowych) pojemnikach. Strategia krakingu termicznego polega na przekształceniu dużych lepkich cząsteczek w bardziej wartościowe, krótsze cząsteczki, począwszy od zdemetalizowanego ciężkiego oleju opałowego, aż po ponownie rafinowany lekki przemysłowy olej smarny, w tym produkty oleju napędowego oraz pozostałe materiały do innych zastosowań. Zgodnie z powyższym, kraking termiczny może być skonfigurowany tak, aby dawał następujący zestaw strumieni wyjściowych ( zob. tabela 5.32).

**Tabela 5.32: Przykład strumieni wyjściowych w odpowiednich warunkach pracy**

Konfiguracja zakładu	Strumienie wyjściowe (produkty wyjściowe)	%
1	Gazy odlotowe	5
	Benzyna ciężka	8
	Zdemetalizowany ciężki olej opałowy lub morski olej napędowy	77
	Ciężkie pozostałości	10
2	Gazy odlotowe	10
	Benzyna ciężka	15
	Olej napędowy (zwany dieslem, olejem opałowym, o. grzewczym)	65
	Lekki olej smarny	Małe frakcje
	Ciężkie pozostałości	0
3	Gazy odlotowe	5
	Benzyna ciężka	10
	Olej napędowy	30
	Powtórnie rafinowany lekki olej smarny <sup>(1)</sup>	45
	Ciężkie pozostałości	10

<sup>(1)</sup> Czasami konfiguracja ta jest zamknięta jako proces powtórnej rafinacji ze względu na wysoki procent ponownie rafinowanego oleju smarnego. Niektóre krakowane materiały stosowane są jako olej do flotacji, olej do smarowania form lub jako absorbent naftalenu w procesie oczyszczania gazu koksowniczego.  
 Źródło: [2. Monier, V. oraz Labouze, E. 2001], [11. WT TWG 2003], [18. WT TWG 2004]

Jeśli wymagana jest konfiguracja celem produkcji oleju napędowego, jest to najcięższa odmiana krakingu, a tym samym wymaga maksymalizacji dopływu ciepła i przepustowości przy zachowaniu możliwości projektowych. Jeśli jako główny produkt wyjściowy z instalacji preferowany jest zdemetalizowany ciężki olej opałowy lub lekki olej smarny, można zmienić warunki pracy procesu, aby to osiągnąć. Z tego powodu krakowanie termiczne oferuje dużą możliwość dostosowania się do wahań walorów rynkowych produktów.

Tabela 5.33 zawiera podsumowanie składników obecnych w wyrobach (produktach) z krakingu termicznego olejów odpadowych.

Tabela 5.33: Komponenty produktu wyjściowego z termicznego krakingu olejów odpadowych

Komponent	Komentarze
Chlorowane węglowodory	W przypadku hydrotorafinacji krakowanego paliwa, związki chloru są usuwane. Ciężkie PCB (temperatura wrzenia wyższa od temperatury wrzenia oleju odpadowego) są niszczone podczas tego procesu. Lekkie PCB są tylko częściowo niszczone. Organiczne związki chlorkowe mogą nadal pozostawać w destylacie.
Chlor	Maksymalna specyfikacja dla chloru wynosząca 50 ppm została ustalona przez władze krajowe.
Metale	Wydajność kolumny próżniowej umożliwia produkcję destylatów o zawartości metalu poniżej 1 ppm. Wszystkie metale obecne w użytym oleju znajdują się w dolnej części sekcji krakingu.
WWA	Ciężkie WWA są krakowane i spala się je lekką benzyną. Lżejsze węglowodory aromatyczne dodawane są do puli paliw lekkich.
Siarka	Zawartość siarki w benzynie będzie zależała od poziomu siarki w użytym paliwie i zastosowanej metody stabilizacji.
Źródło: [172. Silver Springs Oil Recovery Inc. 2000], [18. WT TWG 2004]	

Prawdopodobnie, aby spełnić wymogi UE w zakresie zawartości siarki w paliwach płynnych (olej samochodowy i/lub grzewczy), powstałe w ten sposób krakowane produkty będą wymagały albo obróbki w celu redukcji siarki, albo będą musiały zostać zmieszane z produktami o niższej zawartości siarki (tym samym pośrednio wykorzystując czyjeś możliwości odsiarczania).

### Opis procesu

Proces działa przy bardzo wysokich temperaturach (w ten sposób odparowując całą występującą wodę). Po usunięciu wody duża część zawartości metali ciężkich jest usuwana w postaci osadu lub poprzez obróbkę kwasową przed etapem krakingu. Wstępnie przygotowany olej odpadowy ulega termicznemu krakingowi w temperaturze 420 °C przy niskim ciśnieniu (bez katalizatora). Późniejsze etapy destylacji i stabilizacji dają paliwo rynkowe (olej napędowy). W zależności od intensywności krakingu, produkty wyjściowe mogą być albo olejem opałowym, paliwem nadającym się do mieszania z olejem napędowym (przedłużacz Diesla) lub materiałami stosowanymi jako lekki olej smarny i do innych zastosowań. Obecnie istnieje kilka procesów, takich jak:

#### *Procesy super krakingu oleju (SOC)*

- SOC1: po odwodnieniu następuje krakowanie termiczne, wykonywane w nagrzewnicach z bębniem lub w podgrzewanych kotłach. Proces ten jest odpowiedni dla małych zakładów, w zakresie 6-15 kt/rok, ale ma tylko ograniczoną akceptację dla materiału wsadowego.
- SOC2: po odwodnieniu następuje krakowanie termiczne, wykonywane w piecu obrotowym opalanym pośrednio. Proces ten jest odpowiedni dla dużych pojemności i może również przetwarzać oleje bardziej ogniotrwałe niż krakowanie termiczne (np. oleje syntetyczne) oraz z wyższymi pozostałościami węgla (paliwa bunkrowe itp.).

#### *Procesy GNP (Great Northern Processing)*

Ten termiczny kraking olejów odpadowych, wykorzystujący systemy i urządzenia "kalibru rafineryjnego", jest zjawiskiem stosunkowo nowym. Proces składa się z etapu przesiewowego i odwadniania, a następnie etapu krakingu termicznego, etapu separacji lub destylacji, w zależności od pożądanej mieszanki wyjściowej, oraz etapu oczyszczania i stabilizacji. Technologia ta charakteryzuje się dużą elastycznością operacyjną i produkcyjną oraz możliwością adaptacji do zmieniających się wartości rynkowych materiałów. Można nim również manipulować w celu utrzymania jakości wyjściowej nawet przy dużej zmienności materiału wsadowego. W rzeczywistości, warunki pracy procesu (temperatura, ciśnienie, czas przebywania itp.) mogą być zróżnicowane w celu uzyskania maksymalnej ilości głównego produktu wyjściowego (czy to ciężki olej opałowy, olej napędowy, czy olej bazowy), przy

jednoczesnym zminimalizowaniu drugorzędnych strumieni wyjściowych (zużywanych w procesie w celu odzyskania ich wartości opałowej lub sprzedawanych).

Olej napędowy z krakingu termicznego jest niestabilny, jeśli nie jest dalej przetwarzany. Może szybko się przebarwić i wytrącić substancje żywiczne oraz smołę. Proces stabilizacji i oczyszczania uzupełniający krakowanie termiczne może doprowadzić do powstania oleju napędowego, który nie wydziela odoru, spełnia kryteria regulacyjne i kolorystyczne dla konsumentów, minimalizuje powstawanie produktów żywicznych i smoły podczas przechowywania i nie jest wysoce kwaśny. W tym celu dostępnych jest kilka metod:

- Proces katalitycznego krakingu, oczyszczania i stabilizacji oleju napędowego Robys™.
- Kilka metod stabilizacji chemicznej (absorpcja glinką, ekstrakcja z użyciem rozpuszczalnika).
- Hydrorafinacja. Z wyjątkiem samodzielnej instalacji do krakingu termicznego olejów odpadowych obróbka ta może być niewykonalna ze względu na bardzo wysokie koszty inwestycyjne i zapotrzebowanie na gaz wodorowy.

Typowa wydajność procesów z wykorzystaniem krakingu termicznego wynosi 71 %, co wynika z częściowej wydajności w procesach odwadniania 95 %, 90 % samego krakingu termicznego, 83 % destylacji i 99,5 % oczyszczania/stabilizacji.

#### **Użytkownicy**

Krakowanie termiczne jest powszechnie znanym i sprawdzonym procesem rafinacji olejów mineralnych.

### **5.3.2.5 Przetwarzanie roślinnych olejów odpadowych celem produkcji biodiesla**

#### **Cel**

Produkcja biodiesla z roślinnych olejów odpadowych.

#### **Zasada działania**

Wiąże się to z oczyszczaniem olejów odpadowych.

#### **Opis procesu**

Najpierw oleje odpadowe są filtrowane, a woda usuwana. Olej odpadowy jest następnie oddzielany poprzez destylację w celu uzyskania produktu wyjściowego.

#### **Wsad oraz strumienie wyjściowe**

Przetwarzane oleje odpadowe są zbierane w obiektach służących do transportu odpadów oraz pochodzące z sektora restauracyjnego. Produkcja to głównie biodiesel, który jest wykorzystywany do celów transportu i wytwarzania gliceryny.

#### **Użytkownicy**

W UE istnieją co najmniej dwa zakłady (w Hiszpanii i Austrii), a jeden planowany jest w Portugalii.

### **5.3.3 Aktualne poziomy emisji oraz zużycia**

[\[42. WT TWG 2014\]](#)

Tabela 5.34 podsumowuje informacje dotyczące zakładów z listy referencyjnej wykonujących fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej. Procesy przetwarzania są opisane w sekcjach wymienionych w tabeli.

Tabela 5.34: Zakłady z listy referencyjnej przeprowadzające fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opalowej

Zakład	Opis wsadu odpadów	Stan fizyczny wsadu odpadów	Produkty wyjściowe	Stosowane procesy	Proces objaśniony w sekcji
078	Farba, tusz, klej, żywica, tłusty osad, smoła, tłuszcz, pozostałości po reakcji i destylacji, mydło, detergenty, kosmetyki, ziemia i placki filtracyjne, produkty petrochemiczne, opakowania i materiały zanieczyszczone, pochłaniacze mające status odpadów do produkcji paliw stałych (trociny itp.).	Stałe i wielofazowe	Zastępcze paliwo stałe, mieszane tworzywa sztuczne, metale żelazne	Rozdrabnianie, mieszanie, formułacja i wstępna homogenizacja przychodzących odpadów	5.3.2.2
79_80_81_82	Zużyte rozpuszczalniki, odpady stałe lub szlamy odpadów niebezpiecznych	Płynne i półpłynne	Paliwo płynne i stałe	Rozdrabnianie, mieszanie	5.3.2.2 5.3.2.3
148C	Odpady energetyczne różnego pochodzenia przemysłowego, szlamy z separatorów wody zaolejonej, szlamy z czyszczenia zbiorników magazynowych i beczek, woda z czyszczenia, płyny do mycia, płynne odpady wodne z przemysłu chemicznego, odpady pasty (odpady półpłynne), odpady organiczne nie reagujące (zużyte opakowania itp.).	Stałe, płynne i pompowalne	Wodne produkty wyjściowe, paliwo płynne, odwodniony szlam, drewno, metale żelazne, wszystkie odpady objęte tymczasowym magazynowaniem.	Przygotowanie ciekłego paliwa odpadowego niebezpiecznego poprzez procesy fizyczne, w tym homogenizację, separację faz oraz procesy łączenia/mieszania.	5.3.2.3
152C	Wysokie stężenie HC, niskie stężenie HC	Płynne	Paliwo płynne, osad z węglowodorami, pozostałości z oczyszczania ścieków	Separacja densymetryczna, destylacja	5.3.2.4.1
172C	Zużyte oleje, odpady węglowodorowe, rozpuszczalniki nie fluorowcowane, farby, tusze, osady lakieru, pozostałości po destylacji, smary, odpady płynne na bazie wody z przemysłu chemicznego, kosmetycznego, WEEE, aerozole, zużyte baterie, zużyte opakowania i zanieczyszczone materiały.	Płynne, półpłynne, stałe, wielofazowe	Inne paliwa stałe, paliwa płynne, produkty wyjściowe wodne, zużyte opakowania, WEEE oraz odpady nieobjęte specyfikacją dla danych procesów.	Przygotowanie ciekłego paliwa odpadowego niebezpiecznego poprzez procesy fizyczne, w tym homogenizację, separację faz oraz procesy łączenia/mieszania.	5.3.2.3

174C	Zużyte oleje, zmieszane odpady węglowodorowe, farby, tusz, osad lakierniczy, pozostałości po destylacji, smary; fluorowcowane i nie fluorowcowane, zużyty rozcieńczalnik (toluen, ksylen, itp.), zużyte alkohole, woda z czyszczenia, wodne płyny do mycia, wodne ścieki z przemysłu kosmetycznego, opakowania po odpadach, materiały zanieczyszczone, mineralne odpady stałe.	Płynne, półpłynne, stałe, wielofazowe	Produkty wyjściowe wodne, paliwo płynne, odpady półpłynne nieprzystosowane do fluidyzacji, mieszane tworzywa sztuczne, metale żelazne	Fluidyfikacja	5.3.2.3
332	Odpady rozpuszczalników z produkcji chemicznej i farmaceutycznej, odpady opakowań z tworzyw sztucznych i środki ochrony osobistej (ŚOI)	Płynne	Paliwo płynne	Mieszanie	5.3.2.3
440 <sup>(1)</sup>	Zużyte oleje z obiektów przemysłowych, w tym oleje techniczne, oleje przepracowane z napraw i konserwacji w warsztatach samochodowych.	Płynne	Olej odpadowy	Separacja densymetryczna	5.3.2.4.1
450	Rozpuszczalniki odpadowe o wartości LCV > 3 000 kcal/kg, odpady półpłynne, ścieki organiczne o wartości LCV < 3 000 kcal/kg	Płynne i półpłynne	Paliwo płynne, metale żelazne, tworzywa sztuczne mieszane, pozostałości po rozdrobieniu	Rozdrabnianie, mieszanie	5.3.2.3
469	Odpady płynne, półpłynne i stałe pochodzenia przemysłowego	Płynne i wielofazowe	Paliwo płynne, trociny impregnowane związkami organicznymi (farby, węglowodory), rozpuszczalniki oraz frakcja obojętna	Rozdrabnianie, mieszanie	5.3.2.3
507	Zakaźne odpady kliniczne (bez chemikaliów i środków farmaceutycznych) (EWC 18 01 03, 18 02 02 i 20 01 99), worki na krew i konserwanty krwi, odpady agresywne, takie jak zewnętrzne opatrunki i odzież ochronna (maski, suknie i rękawice, które nie są skażone płynami ustrojowymi), odpady higieniczne i sanitarne, np. pieluszki i wkładki do nie trzymania moczu, sterylizowane ("autoklaw") odpady laboratoryjne.	Stale, płynne i wielofazowe	paliwo odpadowe RDF, Inne odpady do usunięcia	Śruba termiczna	5.3.2.1

508	Zakaźne odpady kliniczne (bez chemikaliów i środków farmaceutycznych) (EWC 18 01 03, 18 02 02 i 20 01 99), worki na krew i konserwanty krwi, odpady agresywne, takie jak zewnętrzne opatrunki i odzież ochronna (maski, suknie i rękawice, które nie są skażone płynami ustrojowymi), odpady higieniczne i sanitarne, np. pieluszki i wkładki do nie trzymanie moczu, sterylizowane ("autoklaw") odpady laboratoryjne.	Stałe, płynne i wielofazowe	paliwo odpadowe RDF, Inne odpady do usunięcia	Śruba termiczna	5.3.2.1
514	Odpady smarów i paliw	Płynne	Paliwa destylowane, smary, pozostałości.	Rozbijanie emulsji, destylacja próżniowa	5.3.2.3 5.3.2.4.1
549	Olej odpadowy i emulsje wodne	Pompowalne	Olej zregenerowany, produkty wyjściowe wodne, pozostałości z oczyszczania ścieków, zaolejony osad z procesu separacji olej-woda.	Rozbijanie emulsji	5.3.2.3
553	Płynne odpady o wartości opałowej i osad	Pompowalne	Paliwo płynne, produkty drzewne	Mieszanie	5.3.2.3
FR_xxx	Zużyte oleje, odpady węglowodorowe, farby, tusze, osady lakieru, pozostałości po destylacji, tłuszcze, odpady płynne na bazie wody z przemysłu chemicznego i kosmetycznego, zużyte materiały opakowaniowe i zanieczyszczone, WEEE, aerozole, zużyte baterie.	Płynne, półpłynne i stałe	Paliwo płynne, inne paliwo stałe, produkty wyjściowe wodne, WEEE, aerozole	Proces zastępowania paliwem płynnych odpadów niebezpiecznych - Technika emulsyjna	5.3.2.3.3
(1) Zakład ten prowadził w latach referencyjnych działalność polegającą wyłącznie na czasowym magazynowaniu.					

Niniejsza sekcja koncentruje się na emisjach i zużyciu w zakładach o podobnych procesach przetwarzania odpadów o wartości opałowej, tj. zakładach dokonujących mieszania odpadów płynnych lub mieszania odpadów płynnych z odpadami stałymi w celu uzyskania produktu wyjściowego w postaci płynnej i/lub stałej (zob. sekcje 5.3.2.2 i 5.3.2.3). Ta operacja może być poprzedzona lub uzupełniona etapem rozdrabniania.

### 5.3.3.1 Emisje do atmosfery

Tabele 5.35 i 5.36 przedstawiają, w odniesieniu do odpowiednich zakładów znajdujących się na liście referencyjnej, pochodzenie emisji do atmosfery, powiązane techniki redukcji emisji oraz monitorowane emitowane zanieczyszczenia. LZO są zazwyczaj zbierane z różnych etapów procesu, takich jak magazynowanie, rozładunek i mieszanie, oraz kierowane do systemu niszczenia LZO (utlenianie termiczne) lub systemu odzysku LZO (adsorpcja z użyciem węgla aktywnego lub kondensacja kriogeniczna).

**Tabela 5.35: Źródła emisji do atmosfery i techniki ograniczania emisji do atmosfery w zakładach wykonujących PCT odpadów o wartości opalowej**

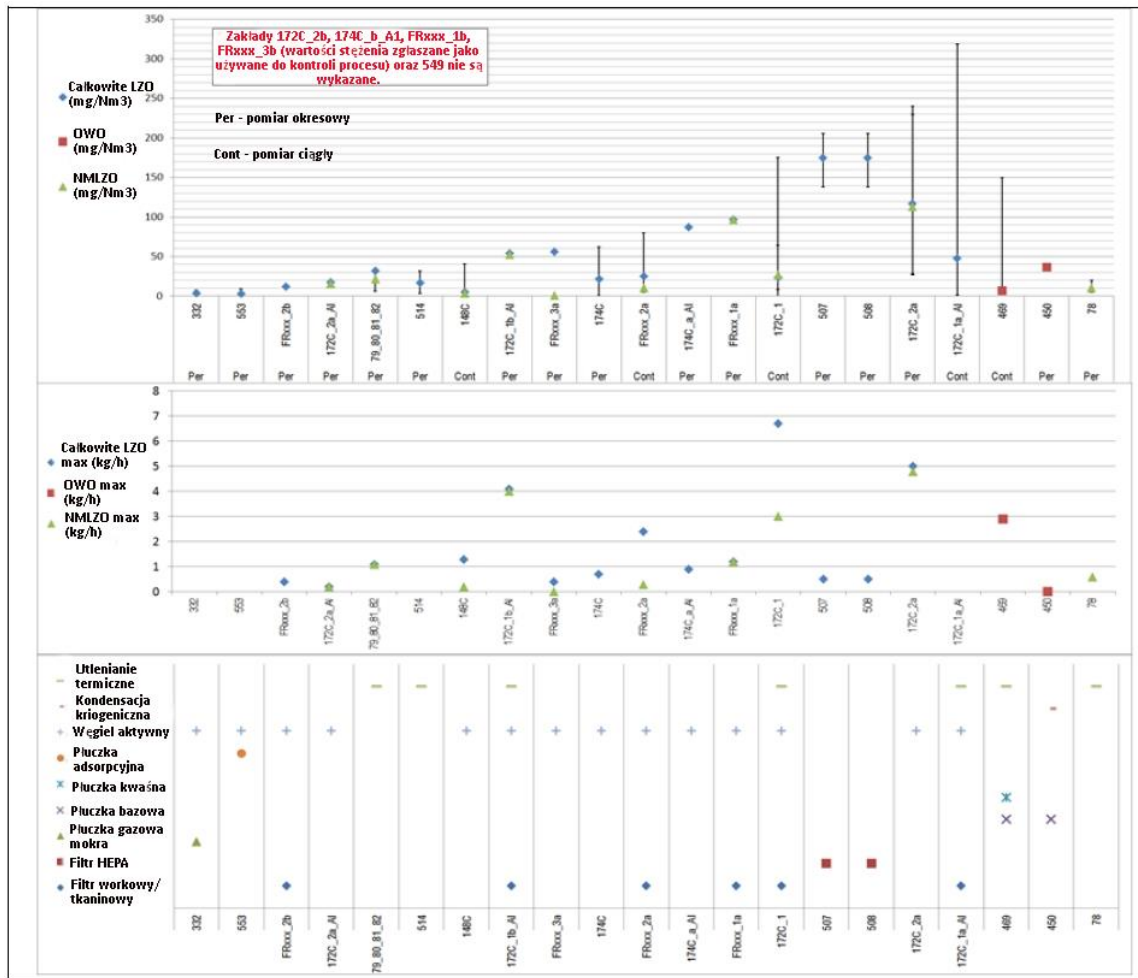
Zakład	Techniki ograniczające emisje do atmosfery	Źródła emisji do atmosfery	Średni przepływ powietrza (Nm <sup>3</sup> /godz.)
078	Regeneracyjne utlenianie termiczne	Cały zakład	48 235
79_80_81_82	Regeneracyjne utlenianie termiczne	Przechowywanie, załadunek i rozładunek, mieszanie i przesiewanie	35 000
148C	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Przygotowanie paliwa i odwadnianie szlamu	37 767
172C_1	Regeneracyjne utlenianie termiczne, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Uwalnianie w sposób kontrolowany związane z produkcją niebezpiecznych paliw stałych i paliw płynnych (głównie złożonych z rozpuszczalników)	45 488
172C_2	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Produkcja paliwa płynnego ( technika emulsyjna)	22 459
174C	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Wszystkie procesy związane z płynnym paliwem odpadowym, w tym etapy mieszania i załadunku.	11 472
332	Płukanie na mokro, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego.	Łączenie i mieszanie	Nie monitorowano
450	Kondensacja kriogeniczna	Magazynowanie, rozdrabnianie i mieszanie	61
469	Utlenianie termiczne i neutralizacja wapnem	Wszystkie procesy	17 308
514	Utlenianie termiczne	Zbiorniki magazynowe produktów i instalacja destylacji próżniowej	NI
553	Płuczka do absorpcji oleju syntetycznego, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Wszystkie kominy wentylacyjne	Nie monitorowano
FR_xxx	Filtr workowy, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Opóźniacz (proces emulsyjny), przygotowywanie stałego oleju odpadowego niebezpiecznego  wyładunek i załadunek, proces emulsyjny, magazynowanie	9 004,  21 266  4 460



Tabela 5.36: Zanieczyszczenia monitorowane w emisjach do atmosfery z zakładów wykonujących PCT odpadów o wartości opalowej

Mierzone zanieczyszczenie	Rodzaj pomiaru	Uwzględnione zakłady	Zakres (mg/Nm <sup>3</sup> )
Pył	Okresowy	078, 79_80_81_82, 148C, 172C_1, 172C_2, 469	0.2–3
Całkowite LZO	Ciągły	148C, 172C_1, 172C_2	5–24
	Okresowy	79_80_81_82, 172C_2, 174C, 332, 514, 553, FR_xxx	3.3–117.1
OWO	Ciągły	469	7.3–11.5
	Okresowy	450	36.7
NMLZO	Okresowy	078, 79_80_81_82, 148C, 172C_1, 172C_2, FR_xxx	3.8–113.3
HCl	Okresowy	79_80_81_82, 148C, 172C_1, 514	0.3–10.9
H <sub>2</sub> S	Okresowy	514	0.04-1.8
NO <sub>x</sub>	Okresowy	078, 79_80_81_82, 148C, 172C_1, 514	0.4–230
CO	Okresowy	078, 79_80_81_82, 172C_1, 514	5.1–495
SO <sub>x</sub>	Okresowy	148C, 172C_1, 514	0.2–123
Cd+Hg+Tl	Okresowy	148C, 172C_1	0.005– 0.0052
As+Te+Se	Okresowy	172C_1	0.007
Sb+As+Pb+Cr+Co+ Cu+Mn+Ni+V	Okresowy	148C	0.149
PCDD/F	Okresowy	79_80_81_82, 469	0.009-0.011
WWA	Okresowy	514	0.002

Ilustracja 5.16 przedstawia wartości zmierzone w emisjach do atmosfery dla całkowitego LZO i NMLZO.



Ilustracja 5.16: Calkowita zawartość LZO oraz NMLZO mierzone w emisjach do atmosfery z zakładów prowadzących fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej

### 5.3.3.2 Emisje do wody oraz zużycie wody

Tabela 5.37 przedstawia, w odniesieniu do odpowiednich zakładów znajdujących się na liście referencyjnej, pochodzenie emisji do wody, związane z nimi techniki redukcji oraz zanieczyszczenia monitorowane w emisjach do wody. Jak widać, w czterech zakładach nie ma emisji do wody. Spośród pozostałych pięciu zakładów dwa mają bezpośrednie odprowadzanie ścieków do środowiska, ale w tych przypadkach wypuszczona woda to tylko woda spływowa lub woda sanitarna.

Tabela 5.37: Źródła emisji do wody i związane z nimi techniki ograniczania emisji w zakładach wykonujących PCT odpadów o wartości opalowej

Zakład	Techniki ograniczania emisji do wody	Źródła emisji do wody	Rodzaj zrzutu	Instalacja odbierająca	Średni przepływ wody (m <sup>3</sup> /h)
078	NA	W procesie tym nie wykorzystuje się wody. Jedyną odprowadzaną wodą jest woda sanitarna i istnieje system kanalizacyjny do jej uzdatniania. Jest on połączony z systemem zbierania. Nieskażona woda jest oczyszczana w miejskim systemie zbierania odpadów. Zanieczyszczone wody powierzchniowe (woda z dróg) są oczyszczane za pomocą systemu usuwania szlamu i oleju.	NA	NA	NA
79_80_81_82	Przetwarzanie przy użyciu sproszkowanego węgla aktywnego	Rozładunek, przechowywanie, mieszanie, obróbka fizyczno-chemiczna, załadunek i operacje czyszczące.	Odprowadzanie ścieków z WWT na terenie zakładu do środowiska (gdy na eksploatację instalacji oczyszczania ścieków mają wpływ głównie strumienie ścieków pochodzących z zakładu unieszkodliwiania odpadów).	Rzeka/ciek wodny	0.7
148C	Najpierw dekantacja i separacja oleju, woda jest następnie przechowywana w specjalnym zbiorniku (minimum: 650 m <sup>3</sup> ), a stamtąd odprowadzana partiami do zewnętrznej oczyszczalni ścieków. Kontrole są przeprowadzane przed każdą kolejną odprowadzaną partią.	Deszczówka zebrana z całego zakładu (obszar manewrowy itp.).	Odprowadzenie z zakładu WT, jak również z oczyszczalni ścieków na jego terenie, do wspólnej zewnętrznej oczyszczalni ścieków.	NI	NI

172C	Filtracja, przetwarzanie przy użyciu sproszkowanego węgla aktywnego, dekantacja, inne (magazynowanie pośrednie przed uwolnieniem).	Dotyczy tylko wód burzowych z dróg i parkingów. Zanieczyszczona woda do mycia i woda do płukania są uwzględnione w odpadach wyjściowych wysyłanych do obróbki termicznej.	Odprowadzanie ścieków z WWT na terenie zakładu do środowiska (gdy na eksploatację instalacji oczyszczania ścieków mają wpływ głównie strumienie ścieków pochodzących z zakładu unieszkodliwiania odpadów).	Rzeka/ciek wodny	7
174C	Dekantacja, zbiorniki buforowe	Dotyczy tylko niezanieczyszczonej wody deszczowej z zakładu oraz wody sanitarnej.	Odprowadzanie ścieków z WWT na terenie zakładu do środowiska (gdy na eksploatację instalacji oczyszczania ścieków mają wpływ głównie strumienie ścieków pochodzących z zakładu unieszkodliwiania odpadów).	NI	NI
332	NA	Brak emisji	NA	NA	NA
450	NA	Deszcz w obszarach procesów i wycieków. Nie ma punktów uwolnienia ścieków. Wszystkie ścieki są ponownie wprowadzane do procesu. Tylko woda deszczowa uwalniana jest do kanalizacji miejskiej po przeprowadzeniu analizy.	NA	NA	NA
469	NI	NI	NI	NI	NI
514	NI	NI	NI	NI	NI
553	NA	Nie występuje emisja do wody z procesu.	NA	NA	NA
FR_XXX	NI	NI	NI	NI	NI
Uwagi: NA = Nie dotyczy. NI = Brak danych.					

Tabela 5.38 przedstawia parametry monitorowane w emisjach do wody w zakładach, z których woda jest uwalniana.

Tabela 5.38: Zanieczyszczenia monitorowane w emisjach do wody z zakładów wykonujących PCT odpadów o wartości opalowej

Mierzone zanieczyszczenie	Rodzaj pomiaru	Uwzględnione zakłady	Zakresy (mg/l oprócz pH)	Ilość pomiarów dokonana w 3 letnim okresie referencyjnym (2010-2012)
pH	Próbka zbiorcza	79_80_81_82, 148C, 172C, 174C	7-8	2-35
TSS	Próbka zbiorcza	79_80_81_82, 148C, 172C, 174C	4.5-14.3	3-35
BZT <sub>5</sub>	Próbka zbiorcza	148C, 172C, 174C	1.6-5.9	2-12
ChZT	Próbka zbiorcza	79_80_81_82, 148C, 172C, 174C	20.9-60	3-35
THC	Próbka zbiorcza	79_80_81_82, 148C, 172C, 174C	0.03-0.5	1-35
CN <sup>-</sup>	Próbka zbiorcza	79_80_81_82, 148C, 172C, 174C	0.005-0.05	1-12
Pb	Próbka zbiorcza	79_80_81_82, 148C, 172C, 174C	0.004-0.135	3-35
Cr(VI)	Próbka zbiorcza	79_80_81_82, 148C, 172C, 174C	0.003-0.032	1-35
fenol	Próbka zbiorcza	79_80_81_82, 148C, 172C, 174C	0.002-0.023	2-34
F	Próbka zbiorcza	148C, 172C	0.3-0.5	3
Cd	Próbka zbiorcza	172C, 174C	0.002-0.056	3-35
Hg	Próbka zbiorcza	79_80_81_82, 148C, 172C	0.001-0.167	3-6
As	Próbka zbiorcza	148C, 172C	0.004-0.007	3
Cu	Próbka zbiorcza	79_80_81_82, 148C, 174C	0.01-0.088	3-35
Ni	Próbka zbiorcza	79_80_81_82, 148C, 174C	0.01-0.109	3-35
Zn	Próbka zbiorcza	79_80_81_82, 148C, 174C	0.05-0.328	3-35
AOX	Próbka zbiorcza	148C, 172C	0.0267-0.0285	2-3
Azot Kjeldahla (TKN)	Próbka zbiorcza	148C	3	3
Cr	Próbka zbiorcza	79_80_81_82, 148C	< 0.01	3-8
Mn	Próbka zbiorcza	79_80_81_82, 148C	0.04-0.05	1-3
Sn	Próbka zbiorcza	148C	< 0.02	3
Azot ogólny	Próbka zbiorcza	79_80_81_82, 172C	5.2-9.7	2-5
Potas ogólny	Próbka zbiorcza	79_80_81_82, 172C	0.2	3-6
Metale Cr(VI), Pb, Hg	Próbka zbiorcza	172C	0.18	3
Fe	Próbka zbiorcza	174C	0.66	35
Zn+Cu+Ni+Al+Fe+Cr VI+Cd+Pb+Sn	Próbka zbiorcza	174C	NI	NI

Uwagi: NI = brak danych. NA = Nie dotyczy.

Średnie zużycie wody wynosi od 31 litrów do 213 litrów na tonę przetworzonych odpadów, przy średnim zużyciu 96 l/t. Należy podkreślić, że we wszystkich pięciu zakładach, które wspominają o zużyciu wody, woda nie jest wykorzystywana do samego procesu, ale do czyszczenia/płukania lub do celów sanitarnych. W trzech innych zakładach nie zgłaszane jest zużycie wody.

### 5.3.3.3 Zużycie energii

Zgłoszone średnie jednostkowe zużycie energii mieści się w przedziale 6-225 kWh na tonę przetworzonych odpadów, przy średniej wynoszącej około 56 kWh/t.

### 5.3.4 Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT

Techniki, które należy uwzględnić przy fizyczno-chemicznym przetwarzaniu odpadów o wartości opałowej, zależą od procesów stosowanych podczas ich obróbki (zob. sekcja 5.3.2).

#### 5.3.4.1 Ograniczanie emisji lotnych związków organicznych (LZO) do atmosfery podczas przygotowywania paliwa odpadowego z odpadów płynnych i półpłynnych

##### Opis

Odzysk lub niszczenie wychwyconych emisji LZO.

##### Szczegóły techniczne

Jak wspomniano w sekcji 2.3.5.3, podejmuje się środki mające na celu zapobieganie emisjom rozproszonym LZO oraz wychwytywanie emisji LZO wytworzonych podczas załadunku/rozładunku, magazynowania, łączenia/mieszania czy rozdrabniania odpadów.

Techniki obejmują wychwytywanie i zmniejszanie emisji LZO podczas usuwania dużej zawartości substancji stałych z odpadów płynnych, gdzie ciepły olej z naczyń grzewczych jest zazwyczaj przepuszczany przez otwarte filtry w celu usunięcia substancji stałych. Znajdują się one albo na otwartym dziedzińcu, albo w budynkach. LZO są emitowane, gdy ciepły olej przechodzi przez filtry w celu usunięcia ciał stałych. Stosowane filtry są typowymi filtrami z wibrującą siatką metalową, częściej używanymi w odniesieniu do kruszyw mineralnych. Opary z filtracji są odsysane przez okapy nad otwartymi filtrami. Celem oddzielenia ciał stałych od oleju przy minimalnym poziomie emisji zanieczyszczeń mogą być również stosowane wirówki.

Wychwycone emisje LZO są kierowane do systemu przetwarzania, w tym na przykład do:

- adsorpcji (zob. sekcja 2.3.4.9);
- utleniania termicznego (zob. sekcja 2.3.4.6);
- płukania na mokro (zob. sekcja 2.3.4.10);
- kondensacji kriogenicznej (zob. sekcja 2.3.4.8).

##### Korzyści dla środowiska

Redukcja emisji LZO do atmosfery.

##### Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Na techniki przetwarzania LZO wpływ może mieć obecność pary wodnej lub pyłu. W związku z tym są one często łączone z jakąś obróbką wstępną lub innymi technikami redukcji.

Tabela 5.39 przedstawia efektywność środowiskową zakładów wyposażonych w jedną lub więcej z poniższych technik: RTO, węgiel aktywny, kondensacja kriogeniczna lub płukanie na mokro, pod względem emisji związków organicznych do atmosfery.

**Tabela 5.39: Efektywność środowiskowa zakładów dokonujących fizyczno-chemicznego przetwarzania odpadów o wartości opalowej i wyposażonych w regeneracyjny dopalacz termiczny (regeneracyjne utlenianie termiczne, RTO), węgiel aktywny, kondensację kriogeniczną lub płukanie na mokro**

Numer zakładu	Zanieczyszczenie / parametr	Koncentracja minimalna (mg/Nm <sup>3</sup> )	Koncentracja średnia (mg/Nm <sup>3</sup> )	Koncentracja maksymalna (mg/Nm <sup>3</sup> )	Maksymalna ilość wsadu (kg/godz.)	Główne techniki eliminowania / ograniczania emisji	Rodzaj pomiaru	Ilość pomiarów dokonana w 3 letnim okresie referencyjnym (2010-2012)
78	NMLZO	5.00	10.50	20.00	0.6	Regeneracyjny dopalacz termiczny	Okresowy	4
79_80_81_82	Całkowite LZO	32.00	32.00	32.00	1.1	Regeneracyjny dopalacz termiczny	Okresowy	1
79_80_81_82	NMLZO	6.00	21.36	31.81	1.1	Regeneracyjny dopalacz termiczny	Okresowy	3
148C	Całkowite LZO	0.00	5.00	41.00	1.3	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Ciągły	Brak danych
148C	NMLZO	3.75	3.75	3.75	0.2	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Okresowy	1
172C_2a_AI	Całkowite LZO	17.50	17.50	17.50	0.2	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Okresowy	1
172C_2a_AI	NMLZO	16.10	16.10	16.10	0.2	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Okresowy	1
172C_2b	Całkowite LZO	0.10	26.00	72.00	1.5	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Okresowy	Co dwa dni (~ 155/rocznie)
174C	Całkowite LZO	0.86	21.43	61.90	0.7	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Okresowy	3
174C_a_AI	Całkowite LZO	87.50	87.50	87.50	0.9	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Okresowy	1
332	Całkowite LZO	0.10	4.07	7.70	NI	Płukanie na mokro, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Okresowy	12
450	OWO	36.70	36.70	36.70	0.002	System płuczek zasadowych, kondensacja kriogeniczna	Okresowy	1
514	Całkowite LZO	3.7	17	30.2	NI	Utlenianie termiczne	Okresowy	2
553	Całkowite LZO	0.26	3.30	9.00	NI	Płuczka absorpcyjna oleju syntetycznego, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Okresowy	6
FRxxx_1a	Całkowite LZO	97.00	97.00	97.00	1.2	Filtr workowy i adsorpcja z	Okresowy	1

						użyciem węgla aktywnego		
FRxxx_1a	NMLZO	97.00	97.00	97.00	1.2	Filtr workowy i adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Okresowy	1
FRxxx_2a	NMLZO	11.00	11.00	11.00	0.3	Filtr workowy i adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Okresowy	1
FRxxx_2b	Całkowite LZO	12.00	12.00	12.00	0.4	Filtr workowy i adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Okresowy	1
FRxxx_3a	Całkowite LZO	56.00	56.00	56.00	0.4	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Okresowy	1
FRxxx_3a	NMLZO	1.00	1.00	1.00	0.01	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Okresowy	2

### Oddziaływanie na procesy i środowisko

Zobacz CWW BREF [\[45. COM 2016\]](#).

### Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Zobacz CWW BREF [\[45. COM 2016\]](#).

### Ekonomia

Zobacz CWW BREF [\[45. COM 2016\]](#).

### Siła napędowa wdrażania

- Prawodawstwo dotyczące zanieczyszczenia atmosfery.
- Odzysk z LZO.

### Przykładowe zakłady

Zobacz tabela 5.38.

### Literatura źródłowa

[\[9. UK EA 2001\]](#), [\[14. Eucopro 2003\]](#), [\[19. WT TWG 2004\]](#), [\[45. COM 2016\]](#), [\[42. WT TWG 2014\]](#)



## 5.4 Regeneracja zużytych rozpuszczalników

[8. LaGrega i inni 1994], [179. Indaver 2002], [180. Cruz-Gomez, M. J. 2002], [181. UBA Niemcy 2003], [18. WT TWG 2004], [35. VROM 2004], [36. UBA Niemcy 2004], [164. UBA Niemcy 2013], [29. Podgrupa PCT 2015]

### 5.4.1 Stosowane procesy oraz techniki

Po przekazaniu zużytego rozpuszczalnika do zakładu przetwarzania odpadów, istnieją dwie główne możliwości jego przetwarzania:

- Wykorzystanie wartości opałowej poprzez bezpośrednie zastosowanie jako paliwa lub zmieszanie z innymi paliwami. Wykorzystanie zużytych rozpuszczalników jako paliwa zostało omówione w sekcji 5.3.2.3.
- Przetwarzanie zużytego rozpuszczalnika w celu przekształcenia go w materiał, który może być ponownie użyty jako rozpuszczalnik. Obróbka ta określana jest w niniejszym dokumencie jako "regeneracja". W tej części opisano różne sposoby postępowania, które są obecnie stosowane do oczyszczenia zużytych rozpuszczalników w celu ich regeneracji i ponownego użycia.

Rozpuszczalniki i kwasy organiczne mogą być poddawane obróbce w sposób umożliwiający ich powrót do cyklu produkcyjnego jako surowce (wtórne) do ponownego wykorzystania.

#### Cel

Zużyty rozpuszczalnik jest regenerowany celem ponownego wykorzystania.

#### Zasada działania

Rozpuszczalnik jest oddzielany od zanieczyszczeń, które uczyniły z niego odpad.

#### Wzrost oraz strumienie wyjściowe

Zużyte rozpuszczalniki mogą być wytwarzane w następujących sektorach i produktach przemysłowych:

- farby, powłoki i zmywacze do farb;
- tusze;
- przemysł chemiczny i farmaceutyczny;
- produkcja filmowa (klisze);
- produkcja włókien syntetycznych;
- roztwory gumy, plastiku i żywicy;
- rozpuszczalniki do odfłuszczenia/usuwania smarów;
- rozpuszczalniki do czyszczenia na sucho;
- produkty dla rolnictwa;
- puszki z aerozolem i dozowniki;
- kosmetyki;
- przemysł spożywczy.

Odpady uznawane za rozpuszczalniki odpowiadają głównie kodom EW 07, 08, 09 i 14. Kod końcowy odpowiada kategorii poświęconej w szczególności rozpuszczalnikom organicznym. Istnieją cztery główne klasy mieszanin rozpuszczalników, które czynią rozpuszczalnik nienadającym się do użytku w jego aktualnym stanie oraz sprzyjają jego odzyskowi. Są to następujące klasy:

- Mieszanina z powietrzem. Dzieje się tak zazwyczaj wtedy, gdy rozpuszczalnik został użyty do rozpuszczenia żywicy lub polimeru, który jest nakładany poprzez odparowanie rozpuszczalnika. Odzysk z powietrza może stwarzać problemy, ponieważ rozpuszczalnik może reagować na łożu z węglowym adsorberem lub może być trudny do odzyskania z pary wykorzystywanej do desorbingu.
- Mieszanina z wodą. Niezależnie od tego, czy ma to miejsce w związku z procesem opartym na rozpuszczalniku, czy też z procesem odzysku rozpuszczalnika, bardzo często stwierdza się, że rozpuszczalnik może być zanieczyszczony wodą. Usuwanie wody jest

w wielu przypadkach sprawą prostą, ale w innych jest na tyle trudne, że przywrócenie czystości użytkowej może okazać się nieopłacalne. Należy zawsze pamiętać, że woda usunięta w trakcie odzysku rozpuszczalnika prawdopodobnie będzie musiała zostać odprowadzona jako ściek, a zatem jej jakość jest istotna.

- Mieszanina z substancją rozpuszczoną. Pożądany produkt jest często usuwany poprzez filtrację z mieszaniny reakcyjnej. Zadaniem rozpuszczalnika w tym przypadku jest selektywne rozpuszczanie zanieczyszczeń (nieprzereagowanych surowców i produktów niepożądanych reakcji ubocznych) w fazie ciekłej o niskiej lepkości, przy bardzo niskiej mocy rozpuszczania produktu. Wybór rozpuszczalnika często jest w takich przypadkach ograniczony, ale znaczącą poprawę jego stabilności chemicznej można czasem osiągnąć, przesuując w górę lub w dół szereg homologiczny bez poświęcania selektywności rozpuszczalnika. Mniej zaawansowane źródło zanieczyszczenia rozpuszczalnikiem występuje podczas czyszczenia instalacji, gdzie moc rozpuszczalnika dla każdego zanieczyszczenia ma podstawowe znaczenie, ale gdzie mieszalność wody, pozwalająca na czyszczenie i suszenie w jednej operacji, jest również ważną właściwością.
- Mieszaniny z innymi rozpuszczalnikami. Wieloetapowy proces, taki jak ten typowy dla przemysłu chemicznego i farmaceutycznego, może obejmować dodanie odczynnika rozpuszczalnego w rozpuszczalnikach, który jest niezbędny dla uzyskania pożądanej reakcji, a nawet jej zaistnienia.

Regeneracja rozpuszczalników jest powszechną praktyką w wielu gałęziach przemysłu, gdzie obecnie odzyskuje się szeroki zakres rozpuszczalników: rozpuszczalniki fluorowcowane, rozpuszczalniki nie fluorowcowane, węglowodory, alkohole, glikole (płyny przeciwzamarzaniu), kwasy organiczne (kwas octowy), środki czyszczące, płyny hamulcowe oraz chłodziwa. W tabeli 5.40 przedstawiono typowe odzyskiwalne odpady rozpuszczalników.

**Tabela 5.40: Typowe regenerowalne odpady rozpuszczalników**

Klasa	Typowe przykłady
Aldehydy	Furfural
Węglowodory alifatyczne	Cykloheksan, heksan, benzyna lakiernicza heptanowa C9-C12 (temperatura zapłonu > 62 °C), pentan, nafta, izodekan, izo-heksan
Amidy	Dimetyloformamid
Aminy	Anilina, di-izopropylamina, trietyloamina
Aromatyczne związki heterocykliczne	Pirydyna
Węglowodory aromatyczne	Benzeny, tolueny, ksyleny
Chlorofluorowęglowodory (CFC)	R11, R12, R114, R134a, itp.
Estry/sole nieorganiczne	Mrówczan metylu, octan metylu, octan etylu, octan butylu, octan propylu, octan izo-amyłowy, octan potasu, octan sodu, octan izopropylu, octan nbutylu, estry zmieszane
Etery	Tetrahydrofuran, eter dietylowy, eter diizopropylowy
Glikole	Glikol etylenowy (MEG), glikol propylenowy (MPG), glikol dietylenowy (DEG), glikol dipropylenowy (DPG), glikol trietylenowy (TEG)
Rozpuszczalniki fluorowcowane	Chloroform, dichlorometany (DCM), chlorobenzen, tetrachloroetylen (PERC), trichloroeten (Tri), chlorobenzen
Ketony	Aceton, butanon (MEK), 4-metylopentan-2-on (MIBK)
Alkohole	Metanol, etanol, N-butanol, propanol, izopropanol, izobutanol, tert-butanol
Nitryle	Acetonitryle
Kwasy organiczne	Kwas octowy
Organiczne związki siarki	Dimetylosulfotlenek (sulfotlenek dimetylu)
Mieszaniny rozpuszczalników	Różne i liczne odmiany odpadów przemysłowych

Źródło: [29. Podgrupa PCT 2015]

Rozpuszczalnik odpadowy może być uznany za nadający się do regeneracji, jeżeli spełnia kilka kryteriów, na przykład dotyczących bezpieczeństwa, opłacalności ekonomicznej i aktywności producenta oraz jakości, wydajności i możliwości technicznych jednostki zajmującej się odzyskiem. Zużyte rozpuszczalniki podlegają wstępnej analizie laboratoryjnej, a w niektórych przypadkach destylacji na skalę pilotażową/laboratoryjną w celu określenia ich przydatności do regeneracji, kluczowych parametrów przetwarzania i oczekiwanej wydajności produktu końcowego. Integralną częścią tej oceny są kluczowe parametry bezpieczeństwa procesu w zakresie stabilności termicznej oraz uwzględnienie sposobu uzupełniania i oczyszczania/odzysku/unieszkodliwiania wszelkich powstających odpadów resztkowych lub ścieków. Ta wstępna ocena ma miejsce przed przyjęciem odpadów i angażuje chemików i operatorów instalacji technicznych oraz innych pracowników zakładu.

### **Produkty wyjściowe**

Prawdopodobnie najbardziej pożądanym produktem z odzysku rozpuszczalnika jest taki, który może być użyty zamiast zakupionego nowego rozpuszczalnika w miejscu, w którym został on użyty początkowo. Nie oznacza to koniecznie, że odzyskany rozpuszczalnik musi spełniać te same specyfikacje, co materiał pierwotny. Specyfikacje dotyczące odzyskanego rozpuszczalnika będą zazwyczaj sporządzane przez komitet złożony z przedstawicieli zarówno użytkowników, jak i producentów, którzy wiedzą, jakie są potencjalne zanieczyszczenia produktu wytworzonego w ustalonym procesie.

Branża recyklingu rozpuszczalników obejmuje ilości odpadów, od 1 litra w przypadku rozpuszczalników laboratoryjnych do ładunków statkowych. Jakość produktów poddanych recyklingowi waha się od mieszanych rozpuszczalników przeznaczonych dla majsterkowiczów po rozpuszczalniki tzw. monostream (np. wymagane ze względu na ich czystość farmaceutyczną).

Rozpuszczalniki mogą być stosowane i poddawane recyklingowi bez spadku w jakości. W dłuższej perspektywie czasowej objętość uzupełniania pierwotnego rozpuszczalnika przez zregenerowany w celu przeprowadzenia procesu wynosi zazwyczaj mniej niż 25 %. Biorąc pod uwagę ogólną wydajność recyklingu na poziomie 75 %, ilość zużytego zregenerowanego i dodanego rozpuszczalnika zmniejsza się w kolejnych operacjach recyklingu.

### **Opis procesu**

Proces obejmuje destylację (wsadową, ciągłą lub z użyciem pary itp.), w której łatwo osiągnąć wysoki stopień odzysku. Ostatecznie to właśnie przychodzący odpadowy rozpuszczalnik i pożądana charakterystyka czystości wyjściowej odzyskanego produktu dyktuje technologię, która ma być zastosowana celem ponownego wykorzystania, ale dla niektórych zastosowań mogą wystarczyć prostsze techniki, takie jak filtracja, odwirowywanie lub usuwanie z rozpuszczalnika odpadów.

#### Destylacja

Destylacja jest zdecydowanie najważniejszą przemysłową metodą rozdzielania faz. Polega na częściowym odparowaniu fazy ciekłej, po czym następuje kondensacja pary. W ten sposób mieszanina początkowa (wsad) dzieli się na dwie frakcje o różnym składzie, mianowicie skondensowaną parę wodną (kondensat lub destylat), która jest wzbogacona o bardziej lotne składniki oraz pozostałą fazę ciekłą (destylat), która jest zubożona z lotnych składników. Proces destylacji można podzielić na podkategorie w zależności od:

- trybu pracy (ciągły lub wsadowy);
- ciśnienia roboczego (próżnia, ciśnienie atmosferyczne lub większe);
- ilości etapów destylacji (jeden lub więcej);
- wprowadzenia gazów obojętnych (na przykład pary, w celu ułatwienia separacji);
- zastosowania dodatkowych związków wspomagających separację (destylacja azeotropowa i ekstrakcyjna).

Poniżej opisano różne rodzaje destylacji:

- *Odparowywanie cienkowarstwowe*: obrotowy system wycieraczek rozprowadza surowy produkt jako cienką warstwę na wewnętrznej powierzchni ogrzewanego cylindra. System wycieraczek przyspiesza proces odparowywania, utrzymując turbulentną warstwę produktu, co umożliwi optymalizację transferu ciepła oraz masy. Frakcja wsadu wrząca w niższej temperaturze odparowuje w krótkim czasie; czas przebywania produktu przy ścianie parownika jest bardzo krótki. Koncentrat jest stale odprowadzany z dolnej części parownika.
- *Odparowywanie o krótkim przebiegu*: podgatunek technologii destylacji cienkowarstwowej, przy której można stosować niższe ciśnienia robocze, a tym samym niższe temperatury wrzenia. W odróżnieniu od tradycyjnej konstrukcji parownika z wycieraczkami, skraplacz znajduje się wewnątrz korpusu wyparki o krótkim przebiegu. Pomiędzy parownikiem a skraplaczem nie ma linii parowania.
- *Jednoetapowa destylacja błyskawiczna*: destylacja (wsadowa) bez separacji jest destylacją błyskawiczną mającą na celu usunięcie ciał stałych oraz odbarwienie produktu.
- *Destylacja wieloetapowa*: destylacja (wsadowa lub ciągła), która jest w stanie rozdzielić mieszaninę na poszczególne składniki/czyste rozpuszczalniki.
- *Destylacja ze zmiennym ciśnieniem*: podwójna destylacja przeprowadzana pod różnymi ciśnieniami, w wyniku której na każdym jej etapie otrzymuje się inną kompozycję. Wynika to z faktu, że skład niektórych azeotropów jest zależny od ciśnienia, co pozwala na wyeliminowanie pojedynczego składnika (np. wody) z powstałego produktu a następnie oczyszczenie głównego rozpuszczalnika.
- *Destylacja azeotropowa*: specyficzna technika polegająca na dodaniu do wsadu innego składnika lub rozpuszczalnika w celu wytworzenia nowego, niżej wrzącego azeotropu, który jest niejednorodny (np. wytwarzający dwie niemieszające się fazy ciekłe), a następnie oczyszczenie głównego składnika/rozpuszczalnika. Ta technika wymagana jest do oddzielenia materiałów o podobnych lub nawet identycznych punktach wrzenia za pomocą technik destylacji.
- *Destylacja ekstrakcyjna*: wykorzystuje rozpuszczalnik rozdzielający, który zazwyczaj jest nielotny, ma wysoką temperaturę wrzenia i miesza się z miksaturą, ale nie tworzy mieszaniny azeotropowej. Rozpuszczalnik w różny sposób oddziałuje ze składnikami mieszaniny, powodując tym samym zmianę ich względnej lotności. Umożliwia to separację nowej trzyczęściowej mieszanki poprzez normalną destylację.

#### Bardziej złożone separacje

Tylko ograniczona liczba problemów związanych z separacją może zostać rozwiązana za pomocą prostych procesów destylacji i takie podejście może być nieodpowiednie w przypadku wsadów zawierających składniki o podobnej temperaturze wrzenia. Wyższą wydajność można osiągnąć poprzez zwiększenie powierzchni styku lub poprzez kontakt z fazy cieczy z fazą pary. Kolumny rektyfikacyjne zapewniają intensywny transfer masy poprzez wielokrotny kontakt przeciwnyprądowy strumieni pary i cieczy w wielu etapach. Kolumny rektyfikacyjne mają postać płyty lub opakowania i różnią się wielkością w zależności od charakteru strumieni odpadów oraz pożądanej czystości produktu. Struktura wewnętrzna zapewnia dużą powierzchnię styku substancji, które są stale regenerowane. Powierzchnia styku przy przenoszeniu masy jest zmaksymalizowana poprzez zapewnienie, że powierzchnia kolumny jest całkowicie zwilżona.

Do odparowania wsadu wymagane jest ciepło na dole kolumny destylacyjnej, a do kondensacji na górze kolumny potrzebna jest chłodzenie.

W przypadku, gdy prosta destylacja jest niewystarczająca do wyekstrahowania pożądanego rozpuszczalnika ze strumienia odpadów, techniki ekstrakcji rozpuszczalników (zazwyczaj przy użyciu rozpuszczalnika o przeciwnej biegunowości) są wtedy najważniejszymi stosowanymi procesami rozdzielania ciecz-ciecz. Typowe zastosowania technik ekstrakcyjnych obejmują:

- separację składników o podobnej temperaturze wrzenia (np. oddzielenie związków aromatycznych od innych węglowodorów);
- odseparowanie substancji o wysokiej temperaturze wrzenia od roztworu wodnego;
- separację mieszanin o wysokiej temperaturze wrzenia;

- separację związków wrażliwych na temperaturę;
- separację mieszanin azeotropowych.

W celu ekstrakcji substancji należy dodać środek wspomagający ekstrakcję w celu utworzenia drugiego płynnego roztworu fazowego. Ogólnie rzecz biorąc, pożądana substancja jest następnie oddzielana od rozpuszczalnika za pomocą destylacji a zużyty rozpuszczalnik jest poddawany recyklingowi.

Perwaporacja

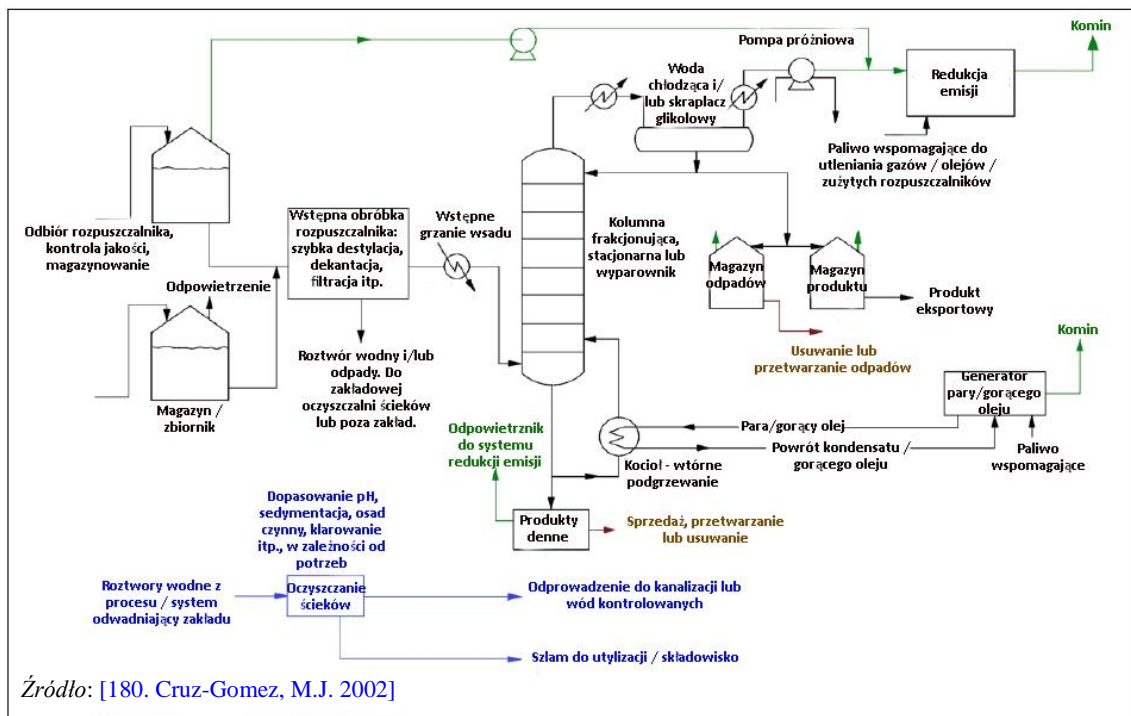
Kolejną techniką stosowaną w europejskim sektorze regeneracji rozpuszczalników jest perwaporacja (lub separacja perwaporatywna). Jest to metoda przetwarzania polegająca na rozdzielaniu mieszanin cieczy poprzez częściowe odparowanie przez nieporowatą (najczęściej polimerową) lub porowatą (najczęściej ceramiczną) membranę, przy czym membrana działa jako selektywna bariera pomiędzy fazą ciekłą a fazą gazową. Technika ta obejmuje dwuetapowy proces, przenikanie cieczy przez membranę, a następnie jej odparowanie do fazy gazowej. Zazwyczaj górna strona membrany znajduje się pod ciśnieniem otoczenia, a strona dolna pod próżnią, aby umożliwić odparowanie wyselekcjonowanego składnika po jego przeniknięciu przez membranę.

Inne metody separacji

W przypadku gdy strumień odpadów wymaga odseparowania stanu stałego, głównymi technikami separacji ciała stałego od cieczy są odwirowywanie, filtracja, sedymentacja/klarowanie oraz odparowanie/suszenie. Niektóre techniki, takie jak odparowywanie cienkowarstwowe, są stosowane w przypadku rozpuszczalników odpadowych zawierających wyższe poziomy zanieczyszczeń stałych.

Separacja za pomocą adsorpcji może być również stosowana do oddzielania składników, na przykład adsorpcja wody na sicie molekularnym.

Typowy przepływ procesu przez specjalistyczną instalację regeneracji rozpuszczalników można zobaczyć na ilustracji 5.17.



Źródło: [180. Cruz-Gomez, M.J. 2002]

**Ilustracja 5.17: Przykładowy schemat przepływu w instalacji do regeneracji zużytych rozpuszczalników**

Szacuje się, że 41 zakładów w całej Europie przeprowadza regenerację zużytych rozpuszczalników. [146. Podgrupa PCT 2015]

---

Zakłady z listy referencyjnej wykorzystujące tą technikę to: 56, 168C, 169C, 170, 214, 394, 420, 447C, 476 i 554.

#### 5.4.2 Aktualne poziomy emisji oraz zużycia

[42. WT TWG 2014]

##### *Emisje*

Najważniejszym problemem w sektorze odzysku rozpuszczalników są lotne emisje organiczne, które są wynikiem odzysku rozpuszczalników odpadowych.

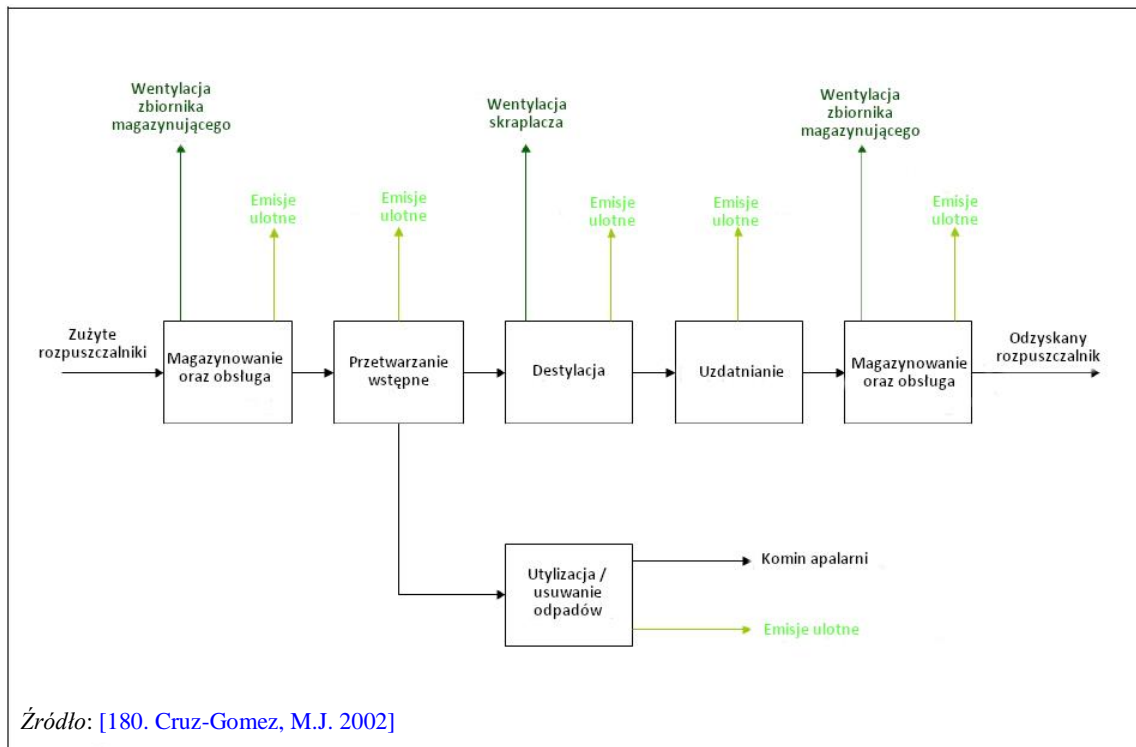
Emisje uboczne powstają zazwyczaj w wyniku wytwarzania na terenie zakładu ciepła na potrzeby procesu destylacji (spalania) i nie są objęte niniejszym dokumentem. Podobnie, emisje kwaśnych gazów i cząstek stałych ze spalania rozpuszczalników nie są tutaj uwzględnione, ale mogą być objęte dokumentem WI BREF. Emisje ze spalarni składają się również z zanieczyszczeń stałych, które są utleniane i uwalniane w postaci cząstek stałych, niespalonych substancji organicznych i gazów spalinowych.

Punkty emisji obejmują otwory w zbiornikach magazynowych, otwory w skraplaczach, stopy w spalarniach oraz straty ulotne. Emisje LZO z nieszczelności urządzeń, otwartych źródeł rozpuszczalników (np. odprowadzanie osadów i przechowywanie materiału z destylacji i wstępnych operacji przetwarzania), ładowania rozpuszczalników i ich wycieków są ulotne.

Rozpuszczalniki mogą zostać przypadkowo rozlane podczas ich obsługi, destylacji lub oczyszczania. Materiały rozlane na podłoże mogą rozprzestrzeniać się na danym obszarze, odparowywać, a następnie powodować emisje do atmosfery, wody lub gleby. Należy również oszacować emisje wynikające z poważnych sytuacji awaryjnych, takich jak wycieki.

Emisje do atmosfery mogą pochodzić z wielu źródeł, w tym z nieulegających kondensacji oparów pochodzących z operacji destylacji/frakcjonowania oraz strat ze zbiorników magazynowych lub lokalnych systemów wentylacji wyciągowej (LEV) zlokalizowanych w punktach przeładunku materiałów czy w punktach poboru próbek. Stężenia emisji mogą być wysokie, z wyjątkiem źródeł takich jak LEV. Stężenia i rodzaje emitowanych związków mogą się znacznie różnić. Natężenia przepływu z kolumn frakcjonowania ciągłego pracujących w warunkach próżni w warunkach ustalonych są zazwyczaj bardzo niskie (1-10 m<sup>3</sup>/godz.). Jednak zsumowane przepływy emisji mogą wynosić do 500 m<sup>3</sup>/godz. Tam, gdzie systemy LEV są podłączone do urządzeń redukujących, może to znacznie zwiększyć natężenie przepływu oraz rozcieńczenie gazów wentylacyjnych. Aby zminimalizować rozmiar urządzeń do redukcji, można prowadzić proces oddzielnie od zarządzania wentylacją LEV.

Ilustracja 5.18 przedstawia przykład zakładu regeneracji rozpuszczalników odpadowych oraz typowe źródła emisji do atmosfery.



**Ilustracja 5.18:** Przykładowy układ regeneracji zużytych rozpuszczalników oraz punkty emisji

Tabela 5.41 zawiera przegląd procesów stosowanych przez zakłady z listy referencyjnej, które przeprowadzają regenerację zużytych rozpuszczalników.

Tabela 5.41: Zakłady z listy referencyjnej prowadzące regenerację zużytych rozpuszczalników

Numer zakładu	Opis wsadu odpadów	Proces	Opis produktu wyjściowego	Możliwości przetwórcze zakładu (t/dzień)
056	Zużyte rozpuszczalniki z przemysłu farmaceutycznego, chemicznego i lakierniczego; pierwotny rozpuszczalnik do podnoszenia jego jakości	Destylacja atmosferyczna lub inna	Rozpuszczalnik do ponownego użycia, pozostałości z destylacji, woda z zużytego rozpuszczalnika/oczyszczania lub deszczówka z zakładu	50
168C	Różne rodzaje rozpuszczalników organicznych	Destylacja próżniowa i frakcyjna	Czysty odzyskany rozpuszczalnik bez zanieczyszczeń, pozostałości z kolumny destylacyjnej, zanieczyszczonych opakowań i nieodzyskiwalnych zużytych rozpuszczalników	160
169C	Odpady przemysłu chemicznego i produkcji farb	Destylacja atmosferyczna, separacja densymetryczna oraz destylacja próżniowa	Stabilizowane pozostałości, zregenerowane niebezpieczne rozpuszczalniki	80
170	Głównym źródłem jest separacja oleju	Destylacja atmosferyczna, destylacja azeotropowa, separacja densymetryczna, destylacja frakcyjna, zwykła destylacja, adsorpcja, destylacja próżniowa, ekstrakcja z użyciem rozpuszczalnika	Oczyszczona woda, zregenerowany rozpuszczalnik, pozostałości, sucha masa, pozostałości z oczyszczania ścieków, mieszane tworzywa sztuczne	270
214	Zużyte rozpuszczalniki z różnych gałęzi przemysłu	Zwykła destylacja, separacja densymetryczna, destylacja frakcyjna, destylacja próżniowa, destylacja azeotropowa, odwirowywanie	Zregenerowane rozpuszczalniki, mieszaniny rozpuszczalników/wody do spalania, pozostałości po destylacji do spalania	240
394	Rozpuszczalniki	Destylacja frakcyjna, destylacja atmosferyczna, destylacja próżniowa	Rozpuszczalniki (produkt, brak kodu odpadu), pozostałości po destylacji, opakowania	100
420	Rozpuszczalniki organiczne	Destylacja próżniowa	Rozpuszczalniki (produkt, brak kodu odpadu), pozostałości po destylacji, opakowania ( 200-litrowe beczki)	10
447C	Odpady chemiczne inne niż kwasy lub zasady	Destylacja próżniowa	Głównie rozpuszczalniki organiczne	90
476	Odpady organiczne z procesów chemicznych; mieszaniny rozpuszczalników; odpady z zużytych produktów, produkcja, dystrybucja oraz stosowanie farb i lakierów; odpady z zużytych produktów, produkcja, dystrybucja oraz stosowanie klejów, uszczelniaczy i żywic; płynne roztwory z reakcji chemicznych; żywice jonowymiennie; odpady z zużytych produktów, produkcja, dystrybucja i stosowanie farb drukarskich; mieszane organiczne i nieorganiczne produkty chemiczne; absorbenty, materiały filtracyjne, ścierki i brudna odzież ochronna; płynne roztwory czyszczące; brudne opakowania; szlamy i inne odpady z procesów filtracji, destylacji oraz oczyszczania.	Zwykła destylacja, destylacja próżniowa	Odpady z procesów destylacji, inne	20
554	Rozpuszczalniki organiczne	Destylacja frakcyjna	Czyste rozpuszczalniki są zwracane do producenta lub sprzedawane klientom zewnętrznym; woda technologiczna zawierająca rozpuszczone materiały organiczne, inne produkty wyjściowe wykorzystywane jako paliwo pomocnicze lub spalane.	120



Tabela 5.42 przedstawia emisje do atmosfery z zakładów z listy referencyjnej. Należy zauważyć, że w niektórych przypadkach przepływ powietrza jest bardzo niski lub nawet nie jest monitorowany.

**Tabela 5.42: Emisje do atmosfery z zakładów regeneracji zużytych rozpuszczalników**

Numer zakładu	Źródła emisji do atmosfery	Techniki redukcji emisji do atmosfery	Zakres przepływu powietrza (Nm <sup>3</sup> /godz.)
056_1	Recykling zużytych rozpuszczalników: kocioł pary	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego, kondensacja	1404
056_2	Recykling zużytych rozpuszczalników: kocioł gorącego oleju	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego, kondensacja	643
056_3	Recykling zużytych rozpuszczalników: uwolnienia ze zbiorników magazynowych/układu próżniowego/jednostek destylacyjnych	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego, kondensacja, kondensacja kriogeniczna	NI
168C	Stosowane do całej instalacji, dla kanałów emisji zorganizowanych	Kondensacja, płukanie na mokro	20
169C	Destylacja	Kondensacja, płukanie na mokro	829
170	Regeneracja zużytych rozpuszczalników	Kondensacja, kolumna płuczająca, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Nie monitorowany
214	Regeneracja zużytych rozpuszczalników	Emisje do atmosfery są zbierane za pomocą układu zasysającego, oczyszczane w płuczce, a następnie spalane w wytwornicy pary	NI
394	Powietrze z jednostek destylacyjnych oraz pustych zbiorników	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego, dopalanie termiczne, płukanie na mokro	Nie monitorowany
420	Regeneracja zużytych rozpuszczalników	Dobre gospodarowanie, system zarządzania	797
447C	Proces przetwarzania odpadów	NI	35
476	Recykling zużytych rozpuszczalników: kocioł pary	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Nie monitorowany
554	NI	System płuczki kwaśnej, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Nie monitorowany

Uwaga: NI = Brak danych.

Parametry zmierzone w emisjach do atmosfery podano w tabelach 5.43 i 5.44. Ostatnią tabelę dotyczącą emisji LZO do atmosfery należy interpretować z ostrożnością, ponieważ wartości stężenia LZO w emisjach do atmosfery muszą być powiązane ze wskaźnikami przepływu tych emisji, które w niektórych przypadkach są bardzo niskie. W pewnych przypadkach (zakłady 56 i 170) monitorowane są jedynie emisje rozproszone lub, innymi słowy, emisje z jednostki destylacyjnej są uznawane za emisje ulotne.

W pomiarach emisje LZO do atmosfery podawane są głównie w postaci niemietanowych LZO (NMLZO) i wyrażane jako stężenie lub obciążenie (zakłady 168 i 420).

**Tabela 5.43: Parametry mierzone w emisjach do atmosfery z zakładów zajmujących się regeneracją zużytych rozpuszczalników**

Mierzony parametr	Rodzaj pomiaru	Uwzględnione zakłady	Zakres (mg/Nm <sup>3</sup> oprócz przepływu, temperatury oraz O <sub>2</sub> )
Przepływ powietrza	Ciągły	168C	1–25 Nm <sup>3</sup> /h
	Okresowy	056_1, 056_2, 169C, 420, 447C	35–1 404 Nm <sup>3</sup> /h
Temperatura powietrza	Ciągły	168C, 447C	25–70 °C
	Okresowy	169C, 420, 476	6.9–175.6 °C
O <sub>2</sub>	Okresowy	056_1, 056_2, 169C, 420, 476	0–21 vol-%
SO <sub>x</sub>	Okresowy	056_1, 056_2, 420, 447C, 476	0–1549
CO	Okresowy	056_1, 056_2, 420, 447C, 476	0–55
NMLZO	Ciągły	168C	Zob. tabela 5.44
	Okresowy	169C, 170, 420, 447C	
	Oszacowano	420	
Całkowite LZO	Okresowy	169C, 554	
OWO	Ciągły	394	
NMLZO z fazą ryzyka	Ciągły	168C	
Pył	Okresowy	056_1, 056_2, 056_3, 168C	1–5
NO <sub>x</sub>	Okresowy	056_1, 056_2, 420, 476	0–805
NH <sub>3</sub>	Okresowy	554	0.3
CO <sub>2</sub>	Okresowy	56_1, 56_2	5.3–7.9 vol-%
R40, R45, R61	Okresowy	170	NI
Uwaga: NI = Brak danych.			

Tabela 5.44: Emisje lotnych związków organicznych (LZO) z zakładów regeneracji zużytych rozpuszczalników

Zakład	Stosowana technika ograniczania emisji	Mierzony parametr	Wartość średnia	Rodzaj pomiaru	Średni przepływ powietrza (Nm <sup>3</sup> /h)	Ilość pomiarów dokonana w 3 letnim okresie referencyjnym (2010-2012)	Stosowany standard monitoringu
56_3	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego, kondensacja, kondensacja kriogeniczna	Brak bezpośredniego monitoringu	NA	NA	NA	Raz w roku	NA
168	Kondensacja, płukanie na mokro	NMLZO, Xn, R10, Xi	30 000 ppm (lub 133 g/Nm <sup>3</sup> ) 3 080 kg/rok 0.5 kg/godz. jako średnia roczna	Ciągły wyrażony w jednostkach ppm	20	Ciągły	NF EN 13526 ( <sup>1</sup> )
		NMLZO CMR	0	Okresowy		2 pomiary rocznie. Badania te są przeprowadzane przez firmę zewnętrzną, która jest autoryzowana/licencjonowana przez władze.	
169	Kondensacja, płukanie na mokro	Całkowite LZO	4 437 mg C/Nm <sup>3</sup>	Okresowy	829	NI	NF EN 12619 oraz NF EN 13526 ( <sup>1</sup> ) XP X 43 554
		NMLZO	3 695 mg C/Nm <sup>3</sup>				
170	Kondensacja, kolumna płuczająca, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	NMLZO	< 110 mg/m <sup>3</sup>	Okresowy	Nie monitorowano	12 razy w roku 2011	NI
214	Emisje do atmosfery są zbierane za pomocą odsysacza, oczyszczane, a następnie spalane w wytwornicy	NI	NI	NI	NI	Co 3 lata, pomiar emisji z kotła	NI

	(generatorze) pary.						
394	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego, dopalenie termiczne, płukanie na mokro	OWO	< 20 mg/Nm <sup>3</sup>	Ciągły	Nie monitorowano	Ciągły	Pomiar FID
420	Dobre gospodarowanie, system zarządzania	NMLZO oraz równoważnik C	0.006 kg/godz. Dla NMLZO 5 mg C/m <sup>3</sup>	Pomierzony raz	797	Raz w roku	NEN-EN 13526 ( <sup>1</sup> )
447	NI	NMLZO	24 973 mg/Nm <sup>3</sup>	Okresowy	35	18 razy (6 razy w roku)	UNE EN 13526 ( <sup>1</sup> )
554	System płuczki kwaśnej, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Całkowite LZO	2.9 mg/Nm <sup>3</sup> (LZO klasy A) oraz 14 mg/Nm <sup>3</sup> (LZO klasy B)	Okresowy	Nie monitorowano	Coroczna kontrola przez wykonawcę zewnętrznego. Pomiar #1 = LZO klasy A. Pomiar #2 = LZO klasy B.	Całodniowe pomiar wykonywane przy użyciu ręcznego detektora LZO PID powtarzane raz w roku
<sup>(1)</sup> Zastąpione przez EN 12619:2013. Uwagi: NA = Nie dotyczy. NI = Brak danych.							

Jeśli chodzi o emisje do wody, tabele 5.45 i 5.46 przedstawiają przegląd źródeł tych emisji, stosowane techniki redukcji oraz mierzone zanieczyszczenia.

Jeden zakład wskazuje, że nie ma żadnego zrzutu wody. Spośród pozostałych dziewięciu zakładów, pięć ma bezpośrednie odprowadzanie ścieków, które pochodzą zasadniczo z obiegu chłodniczego instalacji lub z wydmuchu z obiegu pary.

**Tabela 5.45: Emisje do wody z zakładów regeneracji zużytych rozpuszczalników**

Numer zakładu	Źródła emisji do wody	Techniki ograniczające emisje do wody	Rodzaj zrzutu	Obiekt odbierający	Przepływ wody (m <sup>3</sup> /godz. o ile nie zaznaczono inaczej)
56	Woda z obiegu parowego oraz woda z obiegu chłodniczego. Wszystkie inne ścieki ze zbiorników i instalacji czyszczących, frakcje wody z destylacji i wody deszczowej ze stref produkcyjnych są przechowywane oddzielnie, analizowane i oczyszczane w zewnętrznych oczyszczalniach ścieków przemysłowych.	Brak	Odprowadzenie z instalacji WT do środowiska bez oczyszczania, w przypadku nieskażonej wody. Zanieczyszczone ścieki są oczyszczane w zewnętrznej oczyszczalni ścieków.	Wody tranzytowe (tj. wody powierzchniowe w pobliżu ujścia rzek)	0.2
168	Regeneracja zużytych rozpuszczalników: odwadnianie chłodni kominowych	Brak	Regeneracja zużytych rozpuszczalników: odwadnianie chłodni kominowych. Zrzut z instalacji WT do środowiska naturalnego bez przetwarzania (wszystkie zdekantowane ścieki są niszczone przez spalanie w piecu w temperaturze 800 °C).	Rzeka/ciek	4 200 m <sup>3</sup> /rok
169	Brak zrzutu wody procesowej	NA	NA	NA	NA
170	Cały zakład	Systemy aktywnych osadów ściekowych - konwencjonalne, koagulacja, dekantacja, flokulacja, przetwarzanie z użyciem sproszkowanego węgla aktywnego, aeracja, desorpcja próżniowa	Odprowadzanie ścieków ze wspólnych obiektów oczyszczalni do środowiska (gdy na zabudowę/eksploatację obiektu wpływają głównie strumienie ścieków pochodzących z zakładu unieszkodliwiania odpadów).	Wody tranzytowe (tj. wody powierzchniowe w pobliżu ujść rzek)	50
214	NI	NI	NI	NI	NI
394	Uwolnienie nieprzetworzonej wody chłodzącej oraz wody płuczającej z kotła parowego. Odprowadzanie ścieków niezwiązanych z tym procesem.	Brak	NI	NI	NI
420	Uwolnienie nieprzetworzonych wód gruntowych	Dobre gospodarowanie, system zarządzania	Odprowadzenie z instalacji WT do środowiska bez przetwarzania	Wody tranzytowe (tj. wody powierzchniowe w pobliżu ujść rzek)	10

447	Proces przetwarzania odpadów	Żadnej obróbki wstępnej. Próbki wody są przesyłane do autoryzowanego laboratorium w celu przeprowadzenia analizy.	Odprowadzenie z instalacji WT i jej systemów pomocniczych, jak również z zakładowych oczyszczalni ścieków do miejskiej/gminnej sieci kanalizacyjnej.	Wody gruntowe	2.7
476	NI	NI	Odprowadzenie z instalacji WT i jej systemów pomocniczych, jak również z zakładowych oczyszczalni ścieków do miejskiej/gminnej sieci kanalizacyjnej.	Rzeka/cieki	Nie monitorowano
554	Odprowadzenie do rzeki odpadów wodnych o niskim zanieczyszczeniu (z przedmuchu kotła i upustu z chłodni kominowych)	Brak	Odprowadzenie z instalacji WT do środowiska bez przetwarzania	Rzeka/ściek	0.5
Uwagi: NA = Nie dotyczy. NI= Brak danych.					

Tabela 5.46: Parametry mierzone w emisjach do wody z zakładów regeneracji zużytych rozpuszczalników

Mierzone zanieczyszczenie	Rodzaj pomiaru	Uwzględnione zakłady	Zakresy (mg/l oprócz pH oraz PCDD/F)	Ilość pomiarów dokonana w 3 letnim okresie referencyjnym (2010-2012)
TSS	Próbka zbiorcza	56, 554	5–37.9	3
	Próbka chwilowa	168, 447, 476	3–14	4–9
COD	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	170	100	NA
	Próbka zbiorcza	56	152	1
	Próbka chwilowa	168, 447, 476	38.8–73	3–10
BZT <sub>5</sub>	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	170	35	NA
	Próbka zbiorcza	56, 554	19–36	1–3
pH	Próbka zbiorcza	554	7.9	3
	Próbka chwilowa	168, 447	7.4–7.5	3–10
OWO	Próbka zbiorcza	554	0.1	3
	Próbka chwilowa	168, 447	3–19	3–4
Potas ogólny	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	170	1	NA
	Próbka chwilowa	447, 476	0.6–1.1	4–10
AOX	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	170	0.4	NA
	Próbka chwilowa	168, 447	0.3–1.3	3–8
TKN	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	170	6	NA
	Próbka chwilowa	447	1.6	10
NH <sub>3</sub> -N	Próbka zbiorcza	554	1.7	3
	Próbka chwilowa	476	4.4	4
Cd	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	170	0	NA
	Próbka zbiorcza	56	< 0.001	1
Hg	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	170	0	NA
	Próbka zbiorcza	56	< 0.0002	1
As	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	170	0	NA
	Próbka zbiorcza	56	< 0.01	1

Pb	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	170	0	NA
	Próbka zbiorcza	56	< 001	1
Cr	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	170	0	NA
	Próbka zbiorcza	56	< 0.01	1
Cu	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	170	0.1	NA
	Próbka zbiorcza	56	< 0.02	1
Ni	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	170	0	NA
	Próbka zbiorcza	56	< 0.01	1
Zn	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	170	0.04	NA
	Próbka zbiorcza	56	0.05	1
BTEX	Próbka chwilowa	447	545.5	9
PCDD/F (Tetrahydrofuran)	Próbka chwilowa	447	23 ng ITEQ/l	4
TDS	Próbka chwilowa	168	2.9	3
BZT <sub>7</sub>	Próbka chwilowa	168	NI	NI
THC	Próbka chwilowa	168	0.1	3
Cl <sup>-</sup>	Próbka chwilowa	447	118.7	10
S <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Próbka chwilowa	447	0.2	4
Azot ogólny	Próbka zbiorcza	56	1.8	1
Sole rozpuszczalne (μS/cm)	Próbka chwilowa	476	1527	4
Uwagi: NI = Brak danych. NA = Nie dotyczy.				



Odpady podstawowe z regeneracji rozpuszczalników to pozostałości po destylacji. Ilość tych pozostałości jest całkowicie zależna od składu strumienia odpadów i może wahać się od zera do znacznego procentu.

W zależności od charakteru strumieni odpadów i wybranego procesu, istnieją dwa główne podejścia. Pierwszym z nich jest utrzymanie ruchomych pozostałości w postaci szlamu/płynów, które mogą być pompowane i zapewnienie pełnej separacji pozostałości podczas procesu. Następnie pozostałości mogą być pompowane lub transportowane do pomocniczych procesów przetwarzania odpadów, takich jak produkcja wtórnego paliwa płynnego celem późniejszego odzyskania energii. Alternatywnym podejściem jest maksymalizacja ilości rozpuszczalnika odzyskanego w procesie a następnie załadowanie pozostałości, które są suche lub prawie suche, do pojemników do późniejszej utylizacji. (W przypadku niektórych procesów regeneracji rozpuszczalników, pozostałości po destylacji podlegają dalszej separacji celem maksymalizacji ekstrakcji cennych komponentów).

Oba podejścia mają zalety i wady ekologiczne, a wybór odpowiedniej opcji zależy w dużej mierze od charakteru każdego strumienia odpadów. Kluczowe parametry bezpieczeństwa muszą być ściśle kontrolowane dla obydwu tych procesów; w pierwszym przypadku chodzi przede wszystkim o kompatybilność chemiczną, a w drugim o stabilność pozostałości, ponieważ stają się one coraz bardziej skoncentrowane i suche. Strumienie odpadów pomocniczych składają się z opróżnionych pojemników, środków ochrony osobistej (PPE) oraz innych odpadów stałych powstających w procesie.

Podczas magazynowania i obsługi oraz w procesie destylacji węglowodory emitowane są do atmosfery. Emisja węglowodorów (CxHy) w procesie destylacji szacowana jest na 0,5 kg/tonę użytego rozpuszczalnika.

Niektóre zanieczyszczone rozpuszczalniki zawierają wodę. Po odwodnieniu, frakcja wodna zawiera ślady rozpuszczalnika. Ta frakcja wody waha się od znikomej ilości do maksymalnie 5-10 %. Jest ona oczyszczana w oczyszczalni ścieków i odprowadzana.

Ilość denna z procesu destylacji zależy od składu użytego rozpuszczalnika. Średnio ilość ta szacowana jest na 25 % przetworzonego wsadu.

[\[10. Babbie Group Ltd 2002\]](#), [\[18. WT TWG 2004\]](#), [\[29. Podgrupa PCT 2015\]](#)

### Zużycie energii

Zgłaszane średnie zużycie energii na tonę przetworzonych odpadów wynosi około 800 kWh/t, przy czym zakres ten mieści się w przedziale 60-2 560 kWh/t. Głównym zapotrzebowaniem na energię w procesach destylacji jest ciepło, które jest dostarczane głównie poprzez spalanie paliw kopalnych i/lub ciepło importowane (para wodna).

### Zużycie wody

Zgłoszone średnie zużycie wody na tonę przetworzonych odpadów wynosi około 1 200 ltr/t, przy zakresie 220-3 700 ltr/t. Woda używana jest jako woda chłodząca oraz w kotłach parowych.

## **5.4.3 Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT**

### **5.4.3.1 Odzysk surowca lub energii z pozostałości po destylacji**

#### **Opis**

Odzysk rozpuszczalnika i/lub energii z pozostałości po destylacji.

#### **Szczegóły techniczne**

Suszarnie próżniowe oraz inne techniki suszenia są stosowane do materiału dennego z destylacji w celu odparowania pozostałości z kolumn destylacyjnych oraz odzyskania rozpuszczalników.

Alternatywnie, energia zostaje odzyskana z pozostałości destylacyjnych o wartości opałowej.

**Korzyści dla środowiska**

Technika ta powoduje wzrost odsetka odzyskanego rozpuszczalnika. Żywyce i pigmenty mogą być również regenerowane i ponownie wykorzystane. Jednocześnie mogą one ograniczyć emisję odorów i lotnych związków organicznych, które mogą być wytwarzane przez materiał denny.

**Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Osad denny z destylacji może mieć znaczne stężenie rozpuszczalnika, co, jeśli materiał jest w postaci płynnej, może sprawić, że nadaje się do odzysku.

Energia (ciepło i moc) jest niezbędna do funkcjonowania takich systemów. Istnieją systemy zdolne do przetwarzania do 4 000 ton pozostałości destylacyjnych rocznie, z których można uzyskać od 1 500 do 2 000 ton rozpuszczalników. Energia właściwa ugniatania wynosi do 0,1 kWh/kg. Oddzielenie stref ogrzewania i chłodzenia ułatwia efektywną kontrolę temperatury produktu.

**Oddziaływanie na procesy i środowisko**

- Przetwarzanie lub usuwanie wytworzonych pozostałości stałych.
- Ograniczenie emisji LZO do atmosfery.

**Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Technika ta nie wymaga dużego obszaru i jest łatwa do zastosowania w przypadku istniejących zakładów. Ma zastosowanie do pozostałości destylacyjnych z rozpuszczalników do malowania, polimerów, elastomerów, produktów farmaceutycznych i produktów spożywczych. Stabilność pozostałości może się jednak zmniejszać, ponieważ stają się one coraz bardziej skoncentrowane i suche. Ponadto odzysk rozpuszczalników może być ograniczony, gdy zapotrzebowanie na energię staje się nadmierne w stosunku do ilości odzyskanego rozpuszczalnika.

**Ekonomika**

Koszt inwestycji wynosi 1,2 mln EUR. Koszty operacyjne wahają się od 100 EUR do 150 EUR na tonę przetworzonych pozostałości.

**Siła napędowa wdrażania**

Poprawa odzysku rozpuszczalników oraz minimalizacja ilości odpadów.

**Przykładowe zakłady**

Co najmniej sześć zakładów korzysta z tego systemu na całym świecie. Co najmniej cztery z nich znajdują się w UE. Techniki suszenia do destylacji osadów dennych stosowane są w Wielkiej Brytanii.

**Literatura źródłowa**

[\[85. Scori 2002\]](#), [\[9. UK EA 2001\]](#), [\[96. WT TWG 2003\]](#), [\[18. WT TWG 2004\]](#)

**5.4.3.2 Monitorowanie rozproszonych i ulotnych emisji LZO do atmosfery****Opis**

Rozproszone i ulotne emisje LZO do atmosfery monitorowane są za pomocą pomiarów lub obliczeń.

**Szczegóły techniczne**

Emisje rozproszone i ulotne LZO mogą być monitorowane za pomocą jednej z poniższych metod lub ich kombinacji:

- Pomiaru metodą detekcji LZO lub optycznego zobrazowania gazowego z zastosowaniem LDAR (zob. sekcja 2.3.5.4).
- Bilansu masowego rozpuszczalnika, z uwzględnieniem rozpuszczalnika wejściowego, rozpuszczalnika na wyjściu, ukierunkowanych emisji do atmosfery oraz pozostałości po destylacji. Przydatne wskazówki można znaleźć w załączniku VII do dyrektywy 2010/75/UE.

- Obliczeń inżynierskich: Równania szacowania emisji są dostępne dla następujących rodzajów emisji występujących w zakładzie recyklingu rozpuszczalników:
  - występujących przy ładowaniu wsadu;
  - występujących podczas parowania powierzchniowego;
  - występujących podczas magazynowania materiału;
  - występujących w czasie wycieków.

Dane wejściowe do równań teoretycznych zazwyczaj dzielą się na następujące kategorie:

- (1) właściwości chemiczne/fizyczne danego materiału, takie jak ciśnienie pary czy masa cząsteczkowa pary;
  - (2) dane operacyjne, takie jak ilość przetwarzanego materiału i godziny pracy; oraz
  - (3) właściwości fizyczne oraz właściwości źródła emisji, takie jak kolor czy średnica zbiornika.
- Współczynniki emisji: są to liczby, które można pomnożyć przez znane dane, takie jak dane dotyczące zakładu/procesu lub dane dotyczące przepustowości. Współczynniki emisji są zazwyczaj oparte na wynikach badań źródeł przeprowadzonych w pojedynczym obiekcie lub w jednym lub kilku obiektach w tej samej lub podobnej branży. Współczynniki emisji mogą być wykorzystywane do obliczania całkowitych emisji LZO z zakładów recyklingu rozpuszczalników, jak również emisji z określonych typów urządzeń, które zazwyczaj znajdują się w takich zakładach. Te rodzaje sprzętu obejmują następujące elementy:
    - sprzęt uczestniczący w procesie
    - systemy do destylacji i oczyszczania;
    - sprzęt myjący; oraz
    - rurociągi stosowane w procesie.

[43. COM 2018], [182. Departament Środowiska AUS 1999],

### Korzyści dla środowiska

Kontrola rozproszonych i ulotnych emisji LZO do atmosfery.

### Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Tabela 5.47 przedstawia monitorowanie rozproszonych emisji LZO w zakładach zajmujących się regeneracją zużytych rozpuszczalników.

**Tabela 5.47: Monitorowanie rozproszonych emisji LZO w zakładach prowadzących regenerację zużytych rozpuszczalników**

Zakład	Zakres	Rodzaj monitoringu emisji rozproszonych
56_3	674 kg/rok	Pomiar raz w roku przez firmę zewnętrzną zgodnie z flamandzkim rozporządzeniem VLAREM II 4.4.6.
168	583–5958 kg/rok	Obliczone (z zastosowaniem planu zarządzania rozpuszczalnikami)
169	NI	Obliczone (z zastosowaniem planu zarządzania rozpuszczalnikami)
170	NI	Obliczone
214	NI	NI
394	NA	Nie monitorowano
420	NA	Nie monitorowano
447	NA	Nie monitorowano
476	NA	Nie monitorowano
554	NA	Nie monitorowano

Uwagi: NI = Brak danych. NA = Nie dotyczy.

**Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Nie zidentyfikowano.

**Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Technika ogólnie dostępna.

**Ekonomia**

Nie dostarczono danych.

**Siła napędowa wdrażania**

- Prawodawstwo dotyczące zanieczyszczenia powietrza.
- Identyfikacja nieszczelności oraz optymalizacja procesu.

**Przykładowe zakłady**

Zakłady 56, 168, 169 oraz 170.

**Literatura źródłowa**

[\[183. Leefmilieu i inni 2015\]](#), [\[98. Directive 2010/75/EU 2010\]](#), [\[43. COM 2018\]](#), [\[42. WT TWG 2014\]](#)

**5.4.3.3 Gromadzenie oraz zmniejszanie emisji LZO do atmosfery****Opis**

Gromadzenie oraz ograniczanie emisji LZO przy użyciu kombinacji różnych technik.

**Szczegóły techniczne**

Wszystkie wychwycone emisje do atmosfery pochodzące ze zbiorników, operacji wymiany gazów, destylacji i pomp próżniowych są zbierane w jednym strumieniu powietrza wylotowego, który jest doprowadzany do systemu przetwarzania. Zebrany gaz jest przetwarzany za pomocą kombinacji następujących technik:

- kondensacji (sekcja 2.3.4.8);
- kondensacji kriogenicznej (sekcja 2.3.4.8);
- adsorpcji z użyciem węgla aktywnego (sekcja 2.3.4.9);
- płukania na mokro (sekcja 2.3.4.10);
- utleniania termicznego (sekcja 2.3.4.6).

Kondensacja i/lub kondensacja kriogeniczna są również częścią samego procesu kondensacji produktu powstającego w procesie destylacji, a odpowiednia kontrola parametrów kondensatora jest niezbędna do zminimalizowania emisji LZO z jego otworów wentylacyjnych. Awaria kondensatora (chłodzenia) powoduje automatyczne wyłączenie procesu.

W niektórych przypadkach, po zakończeniu etapu kondensacji, następuje spalanie gazów wylotowych wraz z pozostałymi rozpuszczalnikami powstających jako strumień uboczny w kotle parowym zasilającym instalację. W przypadku, gdy kocioł parowy jest wyłączony z eksploatacji lub ilość powietrza odpadowego przekracza zapotrzebowanie na powietrze kotła parowego, ten wstępnie przygotowany gaz jest doprowadzany do pokładów węgla aktywnego, a następnie uwalniany.

**Korzyści dla środowiska**

Redukcja i kontrola emisji zorganizowanych LZO.

W przypadku procesu spalania gazów wylotowych w kotle parowym, pozostała wartość opałowa rozpuszczalników jest wykorzystywana do wspomagania procesu recyklingu poprzez zmniejszenie zużycia gazu ziemnego. Inne korzyści obejmują zmniejszenie ilości zakupionego węgla aktywnego oraz zmniejszenie potrzeby recyklingu węgla aktywnego.

**Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Tabela 5.48 przedstawia efektywność środowiskową zakładów wyposażonych w urządzenia do utleniania termicznego, procesów z węglem aktywnym, kondensacji lub płukania na mokro pod względem emisji związków organicznych do atmosfery.

**Tabela 5.48: Efektywność środowiskowa zakładów zajmujących się regeneracją zużytych rozpuszczalników i wyposażonych w termiczne utlenianie, węgiel aktywny, kondensację lub płukanie na mokro**

Numer zakładu	Zanieczyszczenie /parametr	Koncentracja minimalna (mg/Nm <sup>3</sup> )	Koncentracja średnia (mg/Nm <sup>3</sup> )	Koncentracja maksymalna (mg/Nm <sup>3</sup> )	Maksymalna wydajność (wsad) (kg/godz.)	Główne techniki zapobiegania / redukcji emisji	Rodzaj pomiaru	Ilość pomiarów dokonana w 3 letnim okresie referencyjnym (2010-2012)
168C_AI	Całkowite LZO	NI	2011: 30000 2012: 25000 2013: 14800 2015: 12000	NI	Wartości średnie: 2011: 1.2 2012: 1 2013: 0.6 2015: 0.5	Kondensacja, płukanie na mokro z wykorzystaniem absorbera rozpuszczalnikowego, a następnie ciągła desorpcja	Ciągły	NI
169C_AI	Całkowite LZO	NI	2011:4100 2012: 5800 2013: 3580 2014: 1700 2015: 1500	NI	Wartości średnie: 2011: 4.7 2012: 1.9 2013: 2.7 2014: 1.4 2015: 1.3	Kondensacja, płukanie na mokro	Okresowy	3
394	OWO	20.0	20.0	20.0	NI	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego, dopalanie termiczne (kocioł), płukanie na mokro	Ciągły	NA
554	LZO klasa A, LZO klasa B	1.7 5.6	2.9 14	5 29	NI	System płuczki kwaśnej, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Okresowy	3 dla każdej klasy LZO

Jeśli chodzi o spalanie w kotle parowym, podstawową energią wykorzystywaną w kotle parowym (99 %) jest gaz ziemny. Rozpuszczalniki nie skondensowane z gazów wylotowych są spalane, a ich energia staje się częścią ciepła do destylacji. Palnik kotła parowego jest przystosowany do obsługi dwóch strumieni energii (gazu ziemnego i odpadów gazowych/powietrznych).

#### Oddziaływanie na procesy i środowisko

Zobacz CWW BREF [\[45. COM 2016\]](#).

#### Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Łoża z węglem aktywnym mają tendencję do samozapłonu, gdy są obciążone ketonami. [\[174. UBA Niemcy 2012\]](#)

W przypadku procesu spalania gazów wylotowych w kotle parowym lub w przypadku utleniania termicznego nie można dopuścić do dostania się do procesu odpadów rozpuszczalników fluorowcowych celem uniknięcia generowania oraz emisji PCB i/lub PCDD/F. Wszystkie napływające odpady są analizowane w celu zapobiegania spalaniu rozpuszczalników chlorowcowanych w niepożądanych ilościach. Dopuszczalna zawartość rozpuszczalników chlorowcowanych wynosi < 1 w/w-%.

#### Ekonomika

Zobacz CWW BREF [\[45. COM 2016\]](#) dla techniki końca rury.

**Siła napędowa wdrażania**

Prawodawstwo dotyczące zanieczyszczenia powietrza.

**Przykładowe zakłady**

Zobacz tabela 5.48.

Spalanie gazu wylotowego w kotle parowym odbywa się w zakładach 214 i 394.

**Literatura źródłowa**

[174. UBA Niemcy 2012], [29. Podgrupa PCT 2015], [42. WT TWG 2014], [45. COM 2016]

**5.4.3.4 Ograniczenie produkcji ścieków oraz zużycia wody w procesie wytwarzania próżni****5.4.3.4.1 Bezwodne wytwarzanie próżni****Opis**

Bezwodne wytwarzanie podciśnienia można osiągnąć poprzez zastosowanie mechanicznych systemów pompowania w procedurze obiegu zamkniętego, odprowadzając tylko niewielką ilość wody w procesie wydmuchiwania, lub za pomocą pomp pracujących na sucho. Odprowadzenie to stanowi mniej niż 5 % odpływu z jednorazowego procesu przejścia. W niektórych przypadkach bezwodne wytwarzanie podciśnienia można osiągnąć poprzez zastosowanie produktu jako płynu barierowego w mechanicznej pompie próżniowej lub poprzez zastosowanie strumienia gazu z procesu produkcyjnego.

**Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Zapobieganie zanieczyszczeniu wody w procesie wytwarzania podciśnienia stanowi ekologiczną korzyść płynącą z bezwodnego wytwarzania próżni.

**Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Przy wyborze właściwego procesu wytwarzania bezwodnego próżni należy wziąć pod uwagę potencjalne problemy, szczególnie w zakresie korozji, skłonności do powstawania placka odpadów, zagrożenia wybuchem, bezpieczeństwa instalacji oraz niezawodności działania.

**Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

W każdym przypadku należy określić, czy możliwe jest wytwarzanie próżni bez użycia wody.

Należy uwzględnić odpowiednie ograniczenia, zwłaszcza w przypadku mechanicznych pomp próżniowych z zamkniętym obiegiem, takich jak pompy z pierścieniem wodnym, obrotowe pompy łopatkowe lub membranowe pompy próżniowe. Na przykład opary mogą tu zmniejszać smarowność oleju.

Pod warunkiem, że zapobiega się kondensacji gazu w pompie, np. poprzez wysoką temperaturę na wylocie gazu, pompy pracujące na sucho są atrakcyjną opcją w przypadku konieczności odzysku rozpuszczalników lub w przypadku konieczności stosowania wysokiej próżni. Pompy te nie mogą być stosowane, jeśli strumień gazu zawiera duże ilości kondensowalnego (np. para wodna), pylistego lub powlekającego materiału. Stosowanie pomp pracujących na sucho jest ograniczone, gdy strumień gazu zawiera substancje żrące, a także jest zazwyczaj ograniczone do niektórych klas temperaturowych.

**Ekonomika**

Koszty inwestycyjne pracującej na sucho pompy próżniowej są znacznie wyższe niż w przypadku pompy próżniowej z pierścieniem wodnym, ale w perspektywie długoterminowej koszty całkowite mogą być zrównoważone ze względu na koszty uzdatniania wody z pierścienia wodnego.

Na przykład w zakładzie OFC trzy pompy próżniowe z pierścieniem wodnym zostały zastąpione dwiema nowymi, pracującymi na sucho pompami próżniowymi. Koszty operacyjne starej i nowej instalacji przedstawiono w dokumencie OFC BREF [218. COM 2006]. Inwestycje w nową technikę wytwarzania próżni, w tym urządzenia zabezpieczające i instalację, wyniosły 89 500 EUR netto (175 000 DM w 1999 r.). Czas spłaty wynosi zatem jeden rok.

### **Siła napędowa wdrażania**

Zmniejszenie ilości ścieków i oszczędność kosztów są siłą napędową wdrażania tej techniki.

#### **Przykładowe zakłady**

Zakład OFC [184. COM 2006].

#### **Literatura źródłowa**

[45. COM 2016], [184. COM 2006]

### **5.4.3.4.2 Pompy pierścieniowe z cieczą o wysokiej temperaturze wrzenia**

#### **Opis**

Pompy pierścieniowe z cieczą o wysokiej temperaturze wrzenia.

#### **Szczegóły techniczne**

Recykling rozpuszczalnika poprzez destylację najczęściej odbywa się w warunkach próżni. Próżnia jest zwykle wytwarzana za pomocą wtryskiwaczy zasilanych wodą lub parą wysokociśnieniową jako siłą napędową lub za pomocą pomp próżniowych z pierścieniem wodnym. Podczas pracy tych urządzeń woda jest zanieczyszczana z powodu jej użycia. Rozpuszczalniki mieszalne z wodą (takie jak ketony) oraz alkohole w połączeniu ze składnikami niemieszalnymi, takimi jak węglowodory, czynią te niemieszalne związki częściowo mieszalnymi. Węglowodory nie mogą być zatem usuwane z powierzchni wody. Powstają ścieki zanieczyszczone rozpuszczalnikami i węglowodorami.

W tej technice, przy użyciu pomp pierścieniowych z cieczą o wysokiej temperaturze wrzenia, wytwarzana jest próżnia o wartości bezwzględnej zredukowanej do 20 mbar. Opary rozpuszczalników wytwarzane w procesie destylacji w próżni są absorbowane przez ciecz o wysokiej temperaturze wrzenia. Ciecz ta jest w procesie ciągłym naprzemiennie chłodzona i podgrzewana. Po rozgrzaniu skondensowane i rozpuszczalne rozpuszczalniki są desorbowane, a płyn z pierścienia cieczy wraca do pompy próżniowej w celu ponownego użycia. Zdesorbowane rozpuszczalniki są kondensowane oraz podlegają odzyskowi.

Po kilkuset godzinach pracy, płynny płyn pierścieniowy sam w sobie wymaga regeneracji drogą destylacji.

#### **Korzyści dla środowiska**

- Ograniczenie generowania ścieków.
- Nie ma potrzeby oczyszczania ścieków.
- Brak zużycia wody.

#### **Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Wcześniej zanieczyszczone ścieki (około 20 m<sup>3</sup>/dobę, czasem zawierające > 1 000 mg/l węglowodorów) znikają wraz z zastosowaniem tej techniki.

#### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Nie sądzi się, aby występowały.

#### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Technika ogólnie dostępna.

#### **Ekonomika**

Nie dostarczono danych.

#### **Siła napędowa wdrażania**

- Unikanie wytwarzania ścieków.
- Poprawa wydajności procesu recyklingu.

#### **Przykładowe zakłady**

ORM Bergold Chemie GmbH, Bochum and Langlau, Germany.

**Literatura źródłowa**[\[174. UBA Niemcy 2012\]](#)**5.4.3.4.3 Pompy próżniowe z zamkniętym obiegiem cieczy****Opis**

Pompy próżniowe z pierścieniem cieczy mogą być zaprojektowane do całkowitej recyrkulacji cieczy uszczelniającej. W skład systemu wchodzi zazwyczaj skraplacz ssący z pompą i zbiornikiem wyrównawczym kondensatu oraz skraplacz wtórny do kondensacji gazów resztkowych. Materiałami konstrukcyjnymi są najczęściej stal nierdzewna CrNiMo, a wszystkie uszczelnienia wykonane są z PTFE.

**Korzyści dla środowiska**

- Znacznie mniej cieczy uszczelniającej (np. wody) ulega zanieczyszczeniu.
- Całkowicie zamknięty system bez kontaktu pomiędzy cieczą chłodzącą a uszczelniającą.
- Stosowane gazy/pary (np. rozpuszczalniki) są ponownie przetwarzane.

**Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Nie sądzi się, aby występowały.

**Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Jeśli chodzi o recyrkulację płynu uszczelniającego to należy rozważyć możliwość jego usunięcia po pewnym czasie.

**Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Technika ta jest szeroko stosowana.

Ponowne użycie odzyskanych rozpuszczalników może zostać ograniczone w przypadku produkcji aktywnych składników farmaceutycznych, oraz nie ma zastosowania do produkcji materiałów wybuchowych ze względów bezpieczeństwa.

**Ekonomia**

Nie dostarczono danych.

**Siła napędowa wdrażania**

Ekonomia oraz zmniejszenie obciążenia ściekami są siłą napędową wdrażania tej techniki.

**Przykładowe zakłady**

Zakład OFC [\[184. COM 2006\]](#)

**Literatura źródłowa**

[\[45. COM 2016\]](#), [\[184. COM 2006\]](#)



## 5.5 Regeneracja / odzysk składników ograniczających zanieczyszczenia / pozostałości z oczyszczania gazów spalinowych (FGT)

Niniejsza sekcja zawiera informacje na temat odzysku składników z odpadów wytwarzanych za pomocą techniki redukcji emisji.

### 5.5.1 Stosowane procesy oraz techniki

#### 5.5.1.1 Regeneracja zużytego węgla aktywnego

##### Cel

Obróbka zużytego węgla aktywnego w celu wyprodukowania materiału o parametrach i właściwościach bardzo podobnych do materiału pierwotnego.

##### Zasada działania

Zabiegi cieplne są głównymi procesami stosowanymi do regeneracji. W trakcie procesu przeprowadzane jest suszenie, desorpcja termiczna oraz obróbka cieplna.

##### Wsad oraz strumienie wyjściowe

Węgiel aktywny jest dostępny w obrocie handlowym w trzech formach: ekstrudowanej, granulowanej i proszkowej. Ponieważ sproszkowany węgiel jest niezwykle trudny do zregenerowania, działalność ta nie jest na nim prowadzona. W związku z tym w niniejszej sekcji uwzględniono jedynie dwie pierwsze formy.

Większość zakładów przemysłowych zazwyczaj wysyła zużyty węgiel poza swój teren do regeneracji przez dużego scentralizowanego producenta węgla. Ilości zużytego węgla pochodzącego ze źródeł przemysłowych (wyroby włókiennicze, produkty rafinerijne, fabryki dywanów, przemysł tworzyw sztucznych, żywice fenolowe, herbicydy, materiały wybuchowe, detergenty, rozpuszczalniki, barwniki), choć dość znaczne, nie zbliżają się do ilości uzyskanych w wyniku oczyszczania wody pitnej. Z dyskusji z różnymi zakładami regeneracji węgla wynika, że uzdatnianie wody stanowi największe źródło zużytego węgla. Systemy adsorpcji z węglem aktywnym mogą być wykorzystywane w wielu różnych zastosowaniach i mogą potencjalnie zawierać mieszaninę adsorbowanych zanieczyszczeń. Typowe zanieczyszczenia znajdujące się w zużytym węglu aktywnym to:

- chlor;
- związki organiczne (odzwierciedlone w parametrze emisji ChZT/BZT), np. pestycydy; substancje organiczne luzem nadające kolor, smak i/lub wydzielające odory (np. kwasy huminowe); ogólne substancje organiczne, takie jak fenol;
- metale takie jak żelazo, aluminium, kadm i rtęć;
- pierwiastki nieorganiczne, takie jak wapń i fosfor;
- barwniki (środki kolorujące);
- detergenty;
- materiały wybuchowe (tylko w materiałach pochodzących z ich produkcji).

##### Opis procesu

Regeneracja jest zazwyczaj przeprowadzana termicznie i składa się z następujących operacji.

##### *Odbiór, obsługa i odwadnianie*

Zużyty węgiel aktywny jest zwykle odbierany w cysternach na miejscu jako ciało. Woda jest dodawana w miejscu jego obróbki w celu przekształcenia węgla w muł, który jest następnie podawany do zbiornika, gdzie jest odwadniany i ładowany do pieca, celem regeneracji.

### Regeneracja termiczna

Po oddzieleniu od wody, wilgotny węgiel jest wprowadzany do pieca celem regeneracji. Podczas regeneracji termicznej przeprowadza się suszenie, desorpcję termiczną (tj. usuwanie substancji

organicznych) oraz obróbkę cieplną w wysokiej temperaturze (650-1 000 °C) w lekko utleniającej kontrolowanej atmosferze.

Zazwyczaj stosuje się wielopalnikowe piece martenowskie, piece obrotowe opalane bezpośrednio i piece obrotowe opalane pośrednio (w których nie ma kontaktu zawartości pieca z gazami spalinowymi wytwarzanymi przez palnik). Można również stosować piece ze złożem fluidalnym oraz piece na podczerwień.

**Wielopalnikowe piece martenowskie** mają istotne zalety w porównaniu z innymi typami pieców z punktu widzenia wydajności regeneracji, ponieważ temperatura każdego z palników może być niezależnie kontrolowana. Kierunek przepływu gazów wylotowych może być zarówno zgodny jak i przeciwny do przepływu węgla. W niektórych konstrukcjach na poziomie "zerowym" paleniska można wbudować w piec dopalacz. Piec wielopalnikowy charakteryzuje się lepszymi właściwościami w zakresie przenoszenia masy i kontroli temperatury niż piec obrotowy, a czas przebywania węgla wynosi zazwyczaj od jednej do dwóch godzin. Straty węgla mogą wynieść do 10 % jego wagi.

**Piece obrotowe opalane bezpośrednio** mogą pracować z węglem przepływającym w sposób współbieżny lub przeciwbieżny do przepływu powietrza do spalania. W trybie przeciwbieżnym gazy wylotowe opuszczające piec mają wyższą temperaturę niż w trybie współbieżnym, co pozwala na zaprojektowanie dopalacza według mniej rygorystycznych kryteriów przy jednoczesnym niszczeniu zanieczyszczeń gazowych.

**Piece ogrzewane pośrednio** mają tę zaletę, że eliminuje się możliwość mieszania gazów wylotowych palników z gazami pochodzącymi z procesu.

Piece ogrzewane pośrednio są zwykle konstruowane z metalową tubą i prawdopodobnie nie nadają się do zastosowań przemysłowych ze względu na problemy z korozją, które mogą pojawić się podczas przetwarzania niektórych węglowodorów przemysłowych.

Piece opalane pośrednio są generalnie stosowane do obróbki węgla przemysłowego, w przypadku którego do dopalacza stosuje się bardziej rygorystyczne kryteria temperaturowe.

Ze względu na brak odsłoniętych powierzchni metalowych, piece obrotowe są zwykle w stanie pracować w wyższych temperaturach niż piece wielopalnikowe. Straty węgla w piecach obrotowych mogą mieścić się w przedziale 5-15 % jego wagi. Należy zwrócić szczególną uwagę na uszczelnienia pomiędzy piecem obrotowym a płytami końcowymi, aby zapobiec wyciekowi gazów i pyłów. Emisje ulotne z tego obszaru są zazwyczaj kontrolowane poprzez pracę pieca w warunkach nieznacznego podciśnienia.

**Piece na podczerwień** są stosunkowo nowe w zastosowaniu i znajdują się głównie w Stanach Zjednoczonych. Ich tryb wypalania opiera się na elementach pracujących w podczerwieni oraz pośrednim podgrzewaniu węgla. W rezultacie unika się w nich wytwarzania gazu palnego, co może skutkować zmniejszeniem ilości powietrza wymagającego obróbki w łańcuchu redukcji emisji. Są one jednak ograniczone do maksymalnej wydajności przetwarzania odpadów wynoszącej około 1 000 ton rocznie.

### Inne procesy przetwarzania

Dostępne są również inne procesy, takie jak regeneracja parowa, chemiczna czy biologiczna. Są one jednak wykorzystywane wyłącznie do regeneracji in situ na miejscu, a nie w samodzielnych zakładach przetwarzania odpadów. Regeneracja parowa jest techniką nieniszczącą i stosowana jest przede wszystkim tam, gdzie zużyty węgiel zawiera wysoce lotne związki. Powstające w ten sposób opary pary wodnej/LZO ulegają kondensacji. Regeneracja chemiczna jest techniką nieniszczącą, która wykorzystuje różne desorbenty gazowe lub płynne. Dostępnych jest wiele materiałów regeneracyjnych, z których większość jest wysoce specyficzna z punktu widzenia konkretnego zastosowania.

## Użytkownicy

Najpowszechniejszym zastosowaniem tych technik jest regeneracja termiczna węgla aktywnego, zwłaszcza w zakładach regenerujących węgiel przemysłowy lub pochodzący

z oczyszczania wody pitnej/żywności. Wynika to z możliwości skażenia węgla pochodzącego z różnych źródeł różnymi substancjami organicznymi. Inne metody, takie jak regeneracja parowa, są zazwyczaj stosowane w określonych obszarach i zazwyczaj na terenie zakładu używającego węgla aktywnego.

### Literatura źródłowa

[67. Agencja Ochrony Środowiska Wlk. Brytanii 1996], [6. Departament Ochrony Środowiska Wlk. Brytanii 1991], [18. WT TWG 2004]

### 5.5.1.2 Regeneracja żywic jonowymiennych

[67. Agencja Ochrony Środowiska Wlk. Brytanii 1996], [6. Departament Ochrony Środowiska Wlk. Brytanii 1991], [18. WT TWG 2004]

#### Cel

Regeneracja żywic jonowymiennych w celu ich ponownego użycia.

#### Zasada działania

Regeneracja termiczna, która może być wykonana przy użyciu gorącej wody lub pary wodnej.

#### Wsad oraz strumienie wyjściowe

Wsad odpowiada zużytej żywicy, a produkt wyjściowy żywicy zregenerowanej.

Duża część sprzedawanych na całym świecie żywic jest wykorzystywana do uzdatniania wody (np. zmiękczenia wody). Pozostała część jest dzielona pomiędzy przetwórstwo chemiczne, metalurgię górnictwem oraz przetwórstwo spożywcze i farmaceutyczne.

Ekspluatowane żywice jonowymienne mogą koncentrować w sobie toksyczne jony, takie jak chromian i cyjanek lub metale ciężkie. Ze względu na dominację zastosowań wodnych mogą one również zawierać pestycydy, chlor, fenole i pierwiastki nieorganiczne, takie jak wapń, sód, mangan i fosfor.

Konwencjonalne żywice jonowymienne mają kształt kulek i podczas pracy zachowują się jak plastikowe łożyska kulkowe. Zawierają one miejsca aktywne jonowo w całej swojej strukturze, mają równomierny rozkład aktywności i zazwyczaj mogą się oprzeć przerwom wynikającym z obsługi lub szoku osmotycznego (tj. szybkiej zmiany środowiska roztworu). Większość kulek sprzedawana jest w zakresie wielkości od 40 µm do 1,2 mm.

Uwolnienia z procesu tego rodzaju są niewielkie i ograniczają się głównie do emisji do wody. Niektóre emisje pochodzące z różnych zakładów regeneracji przedstawiono w tabeli 5.49.

**Tabela 5.49: Zakres emisji występujących w różnych regeneracjach żywic jonowymiennych**

Zanieczyszczenia do atmosfery	Pochodzenie	Koncentracja (mg/Nm <sup>3</sup> )
HCl	Ładowanie do magazynu	< 5
Zanieczyszczenia do wody	Pochodzenie	Koncentracja (µg/l)
Nateżenie przepływu ścieków <sup>(1)</sup>	NI	5–10 m <sup>3</sup> /h
Cd	NI	< 0.5–3 <sup>(2)</sup>
Hg	NI	0.86 <sup>(2)</sup>
Sn organiczny	NI	< 0.3–2.0 <sup>(2)</sup>
Odpady stałe	Pochodzenie	Koncentracja
Odpady żywic	NI	NA
Odpady drobne	NI	NA
Filtr przeciwprądowy (płukania wstecznego)	w przypadku, gdy żywica jest połączona z węglem aktywnym jako zabezpieczenie lub jako filtr przeciwprądowy	NA
(1) Regeneracja parą wodną może powodować powstawanie dużych ilości zanieczyszczonych ścieków wodnych.		

(2) Wartości odpowiadają wartościom szczytowym.

Uwagi: Warunki referencyjne dla gazu odlotowego: gaz suchy, 6 % O<sub>2</sub>.

NI = Brak danych. NA = Nie dotyczy.

Źródło: [6. Departament Ochrony Środowiska Wlk. Brytanii 1991], [7. UK, H. 1995]

## Opis procesu

### Regeneracja parą wodną

Regeneracja parą wodną jest możliwa tylko wtedy, gdy granice temperatur żywic mieszczą się w granicach dostępnego ciśnienia pary. Na przykład adsorbenty polimerowe na bazie styrenu są zazwyczaj stabilne do 200 °C, podczas gdy żywice akrylowe są stabilne tylko do 150 °C. Adsorbowany rozpuszczalnik i inne składniki organiczne mogą powodować pęcznienie i osłabienie matrycy żywicy. Ważne jest zatem, aby usunięcie tych składników za pomocą pary nie prowadziło do przerwania i rozpadu matrycy żywicy.

### Regeneracja gorącą wodą

Regeneracja gorącą wodą jest możliwa tylko w przypadku żywic stabilnych termicznie.

Regeneracja gorącą wodą zwiększa tempo regeneracji żywicy. Zastosowanie gorącej wody do regeneracji żywic potencjalnie zmniejsza objętość ścieków i wymaga mniej energii, szczególnie w przypadku, gdy odzysk ciepła jest realizowany na regenerowanym płynie.

Główną techniką stosowaną do kontroli uwalniania do wody jest system równoważenia pH.

### Regeneracja chemiczna z wykorzystaniem roztworów regeneracyjnych

Roztwór regenerujący jest stosowany do zużytej żywicy, aby przywrócić jej pierwotną właściwość wymiany jonowej (słaba/silna, anionowa/kationowa). Regenerant jest skoncentrowanym roztworem, który jest w stanie odwrócić równowagę jonowymienną na zasadzie działania masowego. Rodzaj zastosowanego roztworu regenerującego zależy od rodzaju żywicy jonowymiennej: roztwory kwasowe (np. kwasy solny lub siarkowy i ich sole) dla żywic kationowych a zasadowe (np. soda kaustyczna) dla żywic jonowymiennych anionowych. Opis procesu oczyszczania i odprowadzania ścieków oczyszczonych znajduje się w pkt 3.3.2.3.3.4.11 dokumentu CWW BREF. Ściek z regeneracji wymaga neutralizacji.

### **Użytkownicy**

Regeneracja żywicy nie jest szeroko stosowana, ale może być stosowana do żywic używanych do odsalania wody słonawej celem uzyskania czystszej wody technologicznej. Nie jest on stosowany do wody dejonizowanej.

### **Literatura źródłowa**

[6. Departament Ochrony Środowiska Wlk. Brytanii 1991], [7. UK, H. 1995]

## **5.5.1.3 Regeneracja odpadów katalitycznych**

Odzysk metali z katalizatorów (niektóre procesy odzysku metali szlachetnych są już objęte dokumentem BREF dotyczącym przemysłu metali nieżelaznych) oraz przetwarzanie zużytych katalizatorów jako surowców do innych procesów (np. przetwarzanie zużytych katalizatorów na bazie tlenku glinu w przemyśle cementowym, które jest objęte dokumentem BREF dotyczącym produkcji cementu, wapna i tlenku magnezu), nie jest objęte niniejszym opracowaniem. Niniejszy dokument obejmuje jedynie regenerację *ex situ* zużytych katalizatorów. Regeneracja *in situ* jest zazwyczaj częścią procesu produkcyjnego, w którym używany jest katalizator, a zatem nie jest objęta zakresem niniejszego dokumentu.

### **Cel**

Niektóre odpady katalityczne oraz odpady pochodzące z technik redukcyjnych są utylizowane; jednakże niektóre katalizatory stosowane w technikach redukcyjnych (np. redukcja NOX) są regenerowane.

### **Zasada działania**

Regeneracja katalizatorów z metali szlachetnych, platynowych oraz wartościowych celem usunięcia osadów koksowniczych może skutecznie przywrócić aktywność, selektywność i

stabilność oryginalnego, świeżego katalizatora. Osady koksownicze są usuwane poprzez kontrolowane spalanie.

### Wsad oraz produkty wyjściowe

Katalizatory z rafinerii i przemysłu petrochemicznego, takie jak stosowane w hydrorafinacji, hydrokrakingu, reformingu i izomeryzacji, są zazwyczaj regenerowane. Katalizatory z metali szlachetnych są również regenerowane. Metale, które warto odzyskiwać ze względów ekonomicznych to rod, kadm, platyna, iryd, nikiel Raneya i niektóre katalizatory naftowe z niklem-kobaltem, kobaltem-molibdenem i kobaltem.

#### Zużyte katalizatory

Zużyte katalizatory, które mogą być regenerowane *ex situ*, zostały podane poniżej.

#### Katalizatory metalowe

Należą do nich platynowo aluminiowe katalizatory do reformingu, które mogą być regenerowane poprzez usunięcie osadów węglanowych z powierzchni katalizatora przy użyciu starannie kontrolowanej procedury spalania, a następnie platynową powtórna dyspersję i powtórne chlorowanie nośnika katalizatora.

#### Katalizatory z metali szlachetnych/wartościowych

Mogą one być regenerowane poprzez usunięcie osadów koksowniczych, aby skutecznie przywrócić aktywność, selektywność i stabilność oryginalnego świeżego katalizatora. Osady koksownicze są usuwane poprzez kontrolowane spalanie.

#### Katalizatory z metali nieszlachetnych

Katalizatory procesu obróbki wodorem mogą być regenerowane przy użyciu różnych metod, takich jak regeneracyjne przetwarzanie tlenowe celem usunięcia koksu (regeneracja *ex situ*) lub ponowna dyspersja metali w przypadku ich zanieczyszczenia poprzez spiekanie metali.

#### Zeolity

Mogą one być stosunkowo łatwo regenerowane przy użyciu takich metod jak: ogrzewanie w celu usunięcia zaadsorbowanych materiałów, wymiana jonowa z sodem w celu usunięcia kationów, zmiana ciśnienia w celu usunięcia zaadsorbowanych gazów. Często są one regenerowane *in situ*, ponieważ ich struktura jest uszkodzona i, w zależności od zastosowania, mogą być zanieczyszczone metalami ciężkimi lub innymi truciznami katalitycznymi.

#### Regenerowane katalizatory

Tabela 5.50 przedstawia poziomy węgiel i siarki, powierzchnię oraz średnią długość zużytego katalizatora wsadowego oraz zregenerowanego produktu ze zwykłej oraz dokładnej regeneracji w jednym zakładzie. Zużyty katalizator analizowano pod kątem jego powierzchni po regeneracji laboratoryjnej.

**Tabela 5.50: Komercyjna regeneracja katalizatora kobaltowo-molibdenowego**

Jakość produktu	Zużyty katalizator z górnego łoża drugiego reaktora	Regeneracja zwykła	Regeneracja dokładna
Węgiel (w/w-%)	22	0.7	0.9
Siarka (w/w-%)	7.5	0.9	0.8
Powierzchnia (m <sup>2</sup> /g)	185	190	197
Średnia długość (mm)	2.56	2.72	2.68

Uwaga: Powyższe wartości odpowiadają regeneracji ponad 580 ton zużytego w procesie hydrorafinacji katalizatora CoMo pochodzącego z destylatu instalacji do uwodornienia klienta z 1997 roku. Jednostka posiadała dwa reaktory z dwoma łożami katalizatorów na jeden reaktor. Analizy przedeksplatacyjne wykazały, że katalizator może być odzyskany ze wszystkich czterech, ale, zgodnie z oczekiwaniami, najwyższej jakości katalizator znajdował się na końcu jednostki.

Źródło: [81. VDI 2016]

Ogólnie rzecz biorąc, zużyty katalizator był mocno obciążony węglowodorami (15 w/w-%) i koksem (całkowita utrata przy spalaniu 30 %). Firma rozpoczęła regenerację najwyższej jakości

katalizatora z dna drugiego reaktora i wróciła do katalizatora z przodu urządzenia. Operacja rozpoczęła się jeszcze przed oddaniem do zakładu dokładnej regeneracji, a początkowo katalizator był odrywany gazem obojętnym w jednostce obróbki zgrubnej.

Właściwości obu zregenerowanych produktów wypadają korzystnie w porównaniu z właściwościami zużytego katalizatora. Powierzchnie zregenerowanych próbek są nieco wyższe niż powierzchnie pochodzące z regeneracji laboratoryjnej.

### Opis procesu

Regeneracja termiczna jest wykonywana w specjalnie zaprojektowanym sprzęcie, jak również w sprzęcie standardowym, np. kalcynatorach z taśmą ruchomą lub kalcynatorach obrotowych.

Na przykład, po spaleniu koksu, katalizator zawierający platynę może być regenerowany przez obróbkę chlorem w podwyższonej temperaturze. Obróbka chlorem powoduje ponowną dyspersję platyny poprzez przekształcenie jej w lotny chlorek platyny, który jest następnie transportowany przez fazę gazową i osadzany na ścianach porów, gdzie jest poddawany działaniu  $H_2$  i redukowany. W rezultacie otrzymujemy zwiększoną dyspersję platyny oraz reaktywowany katalizator.

Powszechnie stosowanymi jednostkami operacyjnymi w tym sektorze są urządzenia do suszenia, piece, urządzenia do wmywania i ekstrakcji rozpuszczalników. Niektóre techniki końca rury stosowane do kontroli emisji do atmosfery to techniki ograniczania zapylenia (np. elektrofiltry, cyklony, filtry tkaninowe, filtry ceramiczne, płuczki, flary), systemy oczyszczania gazów (np. płuczki, systemy wychwytywania dioksyn, systemy redukcji LZO) oraz oczyszczania ścieków.

### Użytkownicy

We Francji istnieje bardzo precyzyjny proces (Eurocat), który jest stosowany do recyklingu jednej specyficznej rodziny katalizatorów (hydrorafinacja) pochodzących głównie z rafinerii. W UE istnieje tylko jeden zakład produkcji kalcynatorów taśmowych, który znajduje się od 1979 r. w Luksemburgu.

### Literatura źródłowa

[11. WT TWG 2003], [16. Ruiz, C. 2002], [18. WT TWG 2004]

## 5.5.1.4 Obróbka pozostałości z FGT

### 5.5.1.4.1 Recykling chemicznych substancji na bazie sodu ze stałych pozostałości po FGT

#### Cel

Opisana tu technologia polega na rozdzieleniu rozpuszczalnych i nierozpuszczalnych części odpadów z FGT (przetwarzanie gazów spalinowych), zastaleniu części nierozpuszczalnej oraz oczyszczeniu i ponownym wykorzystaniu części rozpuszczalnej (składającej się z soli nieorganicznych) w niektórych gałęziach przemysłu.

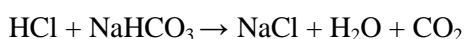
#### Zasada działania

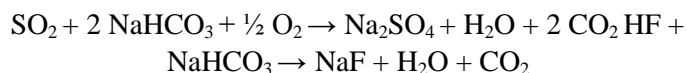
Proces ma na celu recykling rozpuszczalnej w wodzie frakcji pozostałości z FGT na bazie sodu poprzez rozpuszczenie soli i oczyszczenie powstałej solanki, oddzielenie substancji nierozpuszczalnych oraz dodanie specyficznych dodatków i obróbkę chemiczną. Oczyszczona solanka będąca wynikiem procesu recyklingu jest produktem zarejestrowanym w REACH.

#### Wsad oraz strumienie wyjściowe

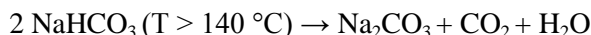
##### Wsad

Związki kwasowe zawarte w gazach spalinowych przekształcane są w sole sodowe poprzez wstrzyknięcie do strumienia gazów spalinowych mielonego wodorowęglanu sodu (sucha obróbka gazów spalinowych). Typowe reakcje chemiczne obejmujące neutralizację składników kwasu to:





Neutralizacja obejmuje etap termicznej aktywacji, który przekształca wodorowęglan sodu w węglan sodu o wysokiej powierzchni właściwej i porowatości:



W typowym procesie oczyszczania gazów spalinowych węgiel aktywny jest zazwyczaj wstrzykiwany razem z wodorowęglanem sodu. Odpady stałe powstające w wyniku obróbki opartej na wodorowęglanie sodu są całkowicie usuwane ze strumienia gazowego poprzez etap filtracji, zwykle filtr workowy, zainstalowany za wtryskiem wodorowęglanu sodu. Takie odpady stałe są zwykle nazywane "RSC" - Residual Sodium Chemicals (Pozostałości z Chemikaliów Sodowych).

Istnieją dwie możliwości filtracji dla suchych procesów oczyszczania gazów spalinowych:

- Pojedynczy etap filtracji: za wtryskiem odczynnika na bazie sodu instalowany jest tylko filtr workowy. W takim układzie popioły lotne są zbierane razem z RSC. W tym przypadku część rozpuszczalna stanowi około 40 % wsadu odpadów.
- Dwa etapy filtracji: filtr wstępny do odpylania jest instalowany przed wtryskiem odczynnika na bazie sodu. Etap ten może składać się z elektrofiltrów, cyklonu lub filtra workowego. W pierwszym etapie popioły lotne są zbierane oddzielnie od RSC, które są zbierane na drugim filtrze. Zawierają one około 85 % rozpuszczalnych soli.

Główne właściwości fizyczno-chemiczne typowego RSC przedstawiono w tabeli 5.51.

**Tabela 5.51: Typowe właściwości fizyczno-chemiczne pozostałości z chemikaliów sodowych (RSC)**

Aspekt wizualny	Drobny szary proszek
Zagęszczenie	0.3–0.4 t/m <sup>3</sup>
Średni rozkład wielkości cząstek stałych	Około 50 μm (D50)
NaCl + Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	> 95 % *
Metale (Al, Pb, Zn, Cu, Fe, Sn, etc.)	0.1–500 mg/kg każdy
Substancje nierozpuszczalne, z odpylaniem wstępnym	< 15 %
Substancje nierozpuszczalne, bez odpylania wstępnego	< 60 %
* Odnosi się do proporcji substancji rozpuszczalnych zawartych w RSC.	
Źródło: [185, CEFIC 2014]	

#### Strumienie (produkty) wyjściowe

Na produkty wyjściowe składa się:

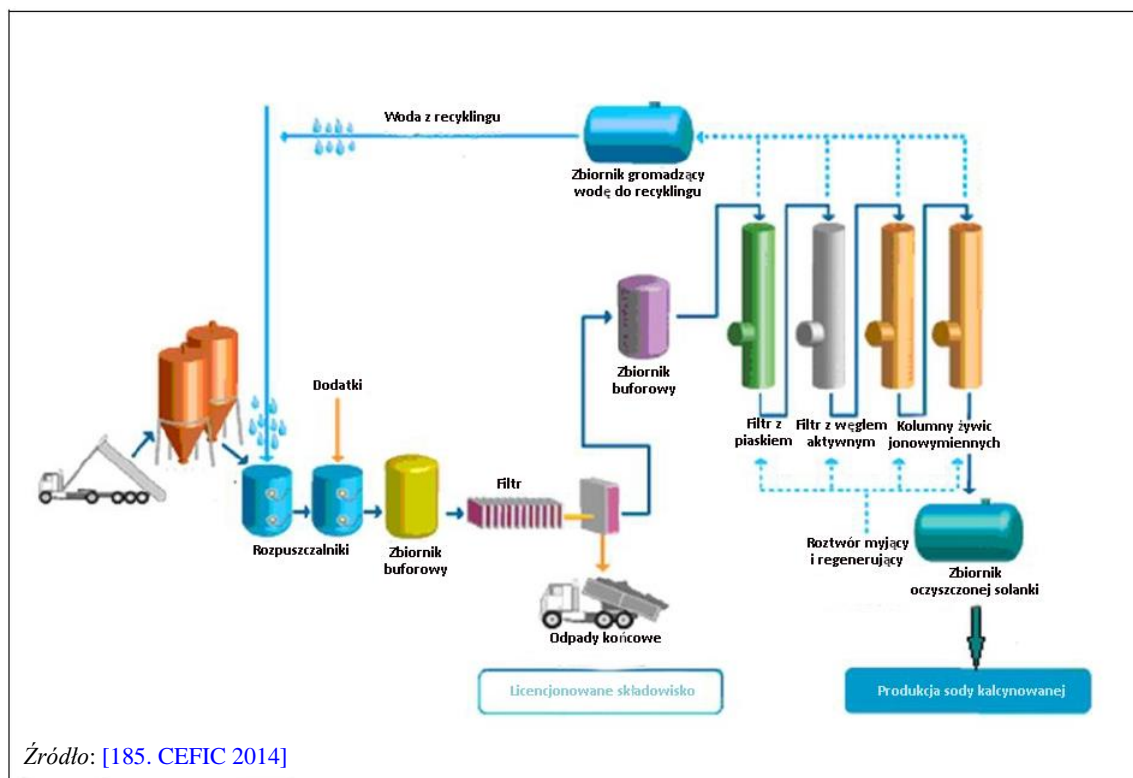
- Rozpuszczalna część pozostałości z FGT, która jest ponownie wykorzystywana w przemyśle chemicznym, zastępując stosowanie świeżych materiałów (sól jest jednym z głównych surowców dla zakładów produkcji sody kalcynowanej). Ta część rozpuszczalna jest poddawana recyklingowi w stopniu wyższym niż 95 %.
- Magazynowana na wysypiskach część stała pozostałości z FGT, która ma bardzo niską frakcję rozpuszczalną i lepiej się zestala, co skutkuje niższym zużyciem spoiw hydraulicznych i mniejszą ilością odpadów końcowych. Masa suchego placka filtracyjnego wynosi mniej niż 20 % masy oryginalnego RSC.

#### **Opis procesu**

Proces recyklingu rozpuszczalnej w wodzie frakcji RSC można opisać w następujący sposób (zobacz Ilustracja 5.19):

- odbiór z samochodów;
- pobieranie próbek i analiza;
- pneumatyczny transfer RSC do silosów magazynowych;

- d. dodanie wody i dodatków;
- e. filtracja;
- f. czasowe przechowywanie ciał stałych powstałych w wyniku filtracji w celu ich późniejszego usunięcia lub odzyskania;
- g. oczyszczanie czystej surowej solanki w trzech kolejnych etapach:
  - i. filtracja przez piasek;
  - ii. usuwanie substancji organicznych w kolumnie z węglem aktywnym;
  - iii. dogłębne usuwanie metali ciężkich w dwóch jonowymiennych kolumnach żywicznych;
- h. magazynowanie oczyszczonej solanki w zbiorniku buforowym do celów analizy;
- i. przesyłanie solanki rurociągiem do zakładu produkcji sody kalcynowanej w celu jej recyklingu.



Źródło: [185. CEFIC 2014]

### Ilustracja 5.19: Schemat procesu recyklingu RSC

Proces działa w temperaturze otoczenia i dlatego nie wymaga dużego nakładu energii.

Oczyszczanie nie powoduje powstawania ścieków (wszystkie płyny są ponownie wykorzystywane jako woda technologiczna w celu uzyskania uzdatnionej solanki) i nie są zgłaszane żadne znaczące emisje do atmosfery (proces pomiaru temperatury otoczenia).

Silosy magazynowe są wyposażone w filtry zapobiegające emisji pyłu podczas transferu RSC z samochodów. CO<sub>2</sub> jest jedyną gazową emisją spowodowaną spalaniem gazu ziemnego, gdy ze względu na niskie temperatury otoczenia konieczne jest ogrzanie solanki.

Proces ten należy porównać z zestalaniem i magazynowaniem pozostałości z FGT. Z tego punktu widzenia (1) następuje znaczne ułatwienie zestalania poprzez oddzielenie części rozpuszczalnej oraz (2) zmniejsza się ilość pozostałości końcowych. W niektórych krajach odnotowano, że proces ten jest konkurencyjny. Koszty operacyjne są niskie, a koszt inwestycyjny oczyszczalni jest kluczowym czynnikiem. Nakłady inwestycyjne wynoszą 10-20 mln EUR przy zdolności produkcyjnej 25-60 kt RSC/rok.

### Użytkownicy



Proces ten jest realizowany w dedykowanych i scentralizowanych instalacjach zlokalizowanych w pobliżu instalacji do produkcji sody kalcynowanej z wykorzystaniem produkowanej oczyszczonej solanki, do których trafiają pozostałości z FGT pochodzące głównie ze spalarni

stałych odpadów komunalnych (MSW), ale także z innych spalarni, zakładów chemicznych, zakładów produkcji ceramiki, szkła itp.

Dwa zakłady pracują na skalę przemysłową, wykorzystując ten proces lub jego nieznaczne zróżnicowanie: jeden we Włoszech (Toskania), o wydajności 10 kt pozostałości z FGT/rok i jeden we Francji (Lotaryngia), o wydajności 50 kt pozostałości z FGT/rok. Oba dostarczają oczyszczoną solankę jako surowiec do zakładu produkcji sody kalcynowanej.

### **Literatura źródłowa**

[\[18. WT TWG 2004\]](#), [\[19. WT TWG 2004\]](#), [\[185. CEFIC 2014\]](#)

#### **5.5.1.4.2 Odzysk soli z płynnych pozostałości po FGT poprzez rozpuszczanie/odparowywanie**

##### **Cel**

Głównym celem operacji jest uniknięcie odprowadzania ścieków solankowych do kanalizacji. Osiąga się to poprzez odparowanie cieczy płuczącej z mokrego systemu oczyszczania gazów spalinowych.

##### **Zasada działania**

Przy wytwarzaniu odpadów stałych można uwzględnić potencjał odzysku. Odzysk, na przykład, soli (NaCl, CaCl<sub>2</sub>, HCl i gips) może być możliwe. Produkty te można otrzymać poprzez odparowanie lub rekrytalizację soli z systemu oczyszczania gazów spalinowych, lokalnie lub w scentralizowanej instalacji odparowywania.

##### **Wsad oraz strumienie wyjściowe**

Kiedy płyn do płuczki jest oddzielnie przetwarzany i poddawany odparowywaniu, można uzyskać produkty odzyskiwalne, takie jak sole lub kwas solny. Potencjalne ponowne wykorzystanie takich materiałów silnie zależy od jakości produktu.

##### **Opis procesu**

W procesie odzysku soli płyn do płuczki jest poddawany działaniu wodorotlenku sodu i węglanu wapnia w celu wytworzenia stałego gipsu, który po oddzieleniu pozostawia ciecz zawierającą głównie chlorek sodu i wapnia. Odzyskane produkty są poddawane kontroli jakości lub nawet poddawane dalszej obróbce w celu poprawy ich właściwości, a następnie sprzedawane.

Jeżeli zachodzi potrzeba oddzielenia stałego chlorku sodu oddzielnie od powyższego roztworu, uzyskuje się to przez odparowanie roztworu do zawartości soli większej niż 30 %, przy którym to stężeniu czysta sól jest krystalizowana. Powyższe odzyskane produkty solne są najczęściej ponownie wykorzystywane w miejscach, w których zimą istnieje zapotrzebowanie na odladzanie.

Ponowne wykorzystanie odzyskanych soli i gipsu może oszczędzić surowce naturalne.

Główne wady zewnętrznego odparowywania ścieków w przypadku soli dotyczą nie tylko problemów operacyjnych i materialnych, ale również wysokiego zużycia energii niezbędnej do odparowania.

Odparowywanie ścieków zawierających sól zależy od stężenia soli, które może się znacznie różnić. Oprócz problemów związanych z korozją, należy wziąć pod uwagę stosunkowo wysokie koszty inwestycyjne i operacyjne.

W przypadku produkcji gipsu istnieje tylko kilka problemów operacyjnych. Jednakże jakość gipsu zależy nie tylko od jego czystości w odniesieniu do obecności innych niepożądanych

składników, ale również od jego barwy. Zazwyczaj można się spodziewać produkcji około 2-5 kg produktów nadających się do recyklingu na tonę odpadów.

Podczas produkcji chlorku wapnia kładzie się nacisk na ekstremalny potencjał korozji, który może powstać oraz ryzyko niezamierzonego przesunięcia fazowego ze stanu stałego do ciekłego i odwrotnie.

### **Użytkownicy**

Technika ta może być stosowana w spalarniach odpadów komunalnych z mokrymi systemami oczyszczania gazów spalinowych. W przypadku spalarni stałych odpadów komunalnych (MSW) z mokrym oczyszczaniem gazów spalinowych, zrzut ścieków nie jest dozwolony ze względu na

przepisy prawne i lokalne wymagania. Oczyszczone ścieki z płuczek gazowych mokrych nadal będą zawierać sole, które normalnie nie są pożądane w systemie kanalizacyjnym, ponieważ mogą powodować korozję lub zwiększać zawartość soli w wodach słodkich. Z tego powodu ścieki są zazwyczaj oczyszczane termicznie, a w przypadku gdy ścieki są wykorzystywane do chłodzenia, poprzez wtrysk i odparowanie w surowych spalinach spalarni. W tym przypadku nie uzyskuje się produktów nadających się do ponownego wykorzystania.

Odparowywanie oczyszczonych ścieków zawierających sól fizjologiczną może odbywać się zarówno w zakładach centralnych, jak i zdecentralizowanych. W tym ostatnim przypadku sama MSW mogłaby dostarczyć energię potrzebną do odparowania.

W przypadku produkcji gipsu można to osiągnąć przede wszystkim dzięki zmianom operacyjnym, tj. wdrożeniu i eksploatacji odpowiednich urządzeń odwadniających, w tym cyklonów, pomp itp.

Procesy odparowywania zostały z powodzeniem wdrożone w kilku krajach, szczególnie w Niemczech, gdzie wiele spalarni zastosowało tę technologię.

Koszty odparowania i przechowywania odzyskanych produktów są kilkakrotnie wyższe niż koszty produkcji tych samych soli z zasobów naturalnych. Dlatego też technologia ta jest stosowana przede wszystkim ze względów środowiskowych, a nie ekonomicznych.

### **Literatura źródłowa**

[15. Iswa 2003], [18. WT TWG 2004], [19. WT TWG 2004]

#### **5.5.1.4.3 Mycie pozostałości po FGT i ich wykorzystanie jako surowca do produkcji wyrobów budowlanych**

##### **Cel**

Przetwarzanie odpadów w postaci proszków, takich jak pozostałości z FGT, w celu wyprodukowania wtórnego kruszywa dla wyrobów budowlanych.

##### **Zasada działania**

W procesie mycia przetwarzane są odpady w postaci proszków, takie jak resztki z FGT, aby nadawały się one do wykorzystania w produkcji wyrobów budowlanych. Surowce wejściowe składają się z użytecznych faz mineralnych, ale zawierają również niepożądane frakcje rozpuszczalne. Wysokie stężenia materiałów rozpuszczalnych nie są pożądane w produkcji wyrobów budowlanych i wcześniej ograniczały recykling pozostałości z FGT.

##### **Wsad oraz strumienie wyjściowe**

Głównym wsadem są pozostałości z FGT.

W trakcie procesu poziom chlorków jest znacznie obniżony; w razie potrzeby można osiągnąć stężenie na poziomie zaledwie 0,2 %. Chlorek jest przenoszony do ścieków, które są albo oczyszczane w oczyszczalni ścieków na terenie zakładu, albo odprowadzane do kanalizacji i oczyszczane w zewnętrznej oczyszczalni ścieków. Metale ciężkie zawarte w pozostałościach z FGT nie są rozpuszczane, lecz przetwarzane w trakcie procesu na mniej rozpuszczalne gatunki.

Zużycie wody można znacznie zmniejszyć poprzez recykling wody procesowej aż do punktu nasycenia. Odpady powstające w procesie mycia są klasyfikowane jako niebezpieczne ze względu na pozostałości wodorotlenku wapnia, który zawierają. Właściwości odpadów mogą być dostosowane do przekształcania wodorotlenku wapnia w gips poprzez dodanie kwasu siarkowego. Zarówno wodorotlenek wapnia, jak i gips posiadają właściwości przydatne w produkcji wyrobów budowlanych. Tam, gdzie jest to wymagane, względne stężenia tych materiałów mogą być dostosowane do końcowego wykorzystania pozostałości.

#### Opis procesu

Pozostałości z FGT dostarczane są na teren zakładu cysterną samochodową i wyladowywane do silosu magazynującego proszek, wyposażonego w alarmy wysokiego poziomu, czujniki poziomu oraz filtry przeciwwradowe (odwróconego strumienia). Pozostałości z FGT są następnie zawieszinowane przy użyciu wody. Po pewnym czasie zawiesina jest pompowana przez membranową prasę filtracyjną. Zawiesina wypełnia komory wewnątrz płyt prasy filtracyjnej, gdzie następuje wychwytywanie cząsteczek stałych i przepuszczanie cieczy. Ciała stałe zatrzymane w prasie filtracyjnej są poddawane dodatkowym etapom mycia i suszenia przed zakończeniem procesu.

Filtrat ciekły z procesu jest przechowywany w zbiorniku magazynowym i może być przetwarzany w procesie jako woda w postaci zawiesiny, aż do momentu, gdy stanie się on nasycony. Pozostałości stałe pozostają w prasie filtracyjnej do momentu jej otwarcia. Następnie wpadają do wywrotki i są gotowe do wysłania na miejsce odbioru (do producenta wyrobów budowlanych).

#### Użytkownicy

Dwa zakłady w Zjednoczonym Królestwie zgłosiły stosowanie tego procesu.

#### Literatura źródłowa

Zakład 498.

#### 5.5.1.4.4 Ekstrakcja kwasowa

##### Cel

Ekstrakcja metali ciężkich i soli z popiołów lotnych przy użyciu kwasu.

##### Zasada działania

Technika ta rozpuszcza związki oraz usuwa je z wodą.

##### Wsad oraz strumienie wyjściowe

Opcje przetwarzania z wykorzystaniem procesów ekstrakcji i separacji mogą zasadniczo obejmować wszystkie rodzaje procesów wydobywania określonych składników z odpadów.

Proces może usunąć znaczną część całkowitej ilości metali ciężkich z wsadu odpadów (Cd Zn Pb, Cu i Hg); wymywalność materiału jest zmniejszona o współczynnik  $10^2$ - $10^3$ .

##### Opis procesu

W wielu procesach stosuje się ekstrakcję kwasem; niektóre przykłady podano w tabeli 5.52.

Tabela 5.52: Technologie ekstrakcji kwasów

Proces	Charakterystyka
Proces ekstrakcji kwasem	Proces ten łączy ekstrakcję kwasem rozpuszczalnych metali ciężkich i soli zarówno z kotła, jak i popiołu lotnego, poprzez zastosowanie płuczki kwaśnej. Przed użyciem płynu do płuczki usuwana jest z niej rtęć poprzez filtrację (gdy węgiel aktywny jest wprowadzany do płuczki) i/lub specjalny wymiennik jonowy. Stosunek ciecz/ciało stałe na etapie ekstrakcji wynosi około 4; pH jest utrzymywane na poziomie 3,5; czas przebywania wynosi około 45 minut. Pozostałości stałe po wypłukaniu popiołu (prawie pozbawionego metali ciężkich) są odwadniane, a następnie myte

	przeciwwądo na filtrze taśmowym i ostatecznie magazynowane na wysypiskach. Mogą być również zawracane do procesu spalania w celu całkowitego termicznego zniszczenia substancji organicznych. Filtrat poddaje się obróbce w celu ekstrakcji i odzysku lub usunięcia metali ciężkich poprzez neutralizację (za pomocą zawiesiny wapiennej), wytrącanie i wymianę jonową. Odwodniony i wypłukany osad wodorotlenkowy z neutralizacji zawiera około 25 % cynku i ewentualnie znaczne ilości kadmu, ołowiu i miedzi, które mogą być dalej odzyskane w procesach metalurgicznych. Pozostałe w filtrze ślady metali ciężkich mogą być usunięte za pomocą selektywnych żywic jonowymiennych.
Połączenie ekstrakcji kwasem z obróbką termiczną	Proces ten łączy w sobie ekstrakcję kwasem z obróbką termiczną. Najpierw popiół z kotła i popiół lotny myje się roztworem płuczki na mokro i odwadnia. Pozostałości stałe są następnie przetwarzane w piecu obrotowym przez jedną godzinę w temperaturze około 600 °C, niszcząc większość związków organicznych oraz uwalniając rtęć. Gaz wylotowy jest przetwarzany w filtrze z węglem aktywnym. Ścieki są oczyszczane w celu usunięcia metali ciężkich. Roztwór z płuczki drugiej służy do płukania popiołu dennego i neutralizacji kwaśnych strumieni ścieków oczyszczonych.
Proces ekstrakcji siarczkiem kwasu siarkowego	Proces ten łączy popiół lotny i roztwór z płuczki NaOH z wodą w stosunku ciecz/ciało stałe równym 5. Po zmieszaniu pH jest regulowane do poziomu około 6-8 z HCl celem ekstrakcji metali ciężkich, a NaHS jest dodawany do wiązania metali ciężkich jako siarczków. Następnie dodawany jest środek koagulacyjny a zawiesina jest odwadniana. Osad filtracyjny jest magazynowany na wysypiskach, a ścieki są oczyszczane w kolejnej jednostce przetwarzania w celu usunięcia metali ciężkich.
<i>Źródło:</i> [15. Iswa 2003], [18. WT TWG 2004], [186. Schenk 2010]	

### Użytkownicy

Zarówno w Europie, jak i w Japonii zaproponowano kilka technik dotyczących pozostałości z oczyszczania gazów spalinowych (FGT).

Większość zakładów, które działają przez 24 godziny, może dostosować tygodniowy okres pracy (4-7 dni) do pojawiających się pozostałości z FGT.

System może być stosowany wyłącznie w spalarniach z systemem mokrego FGT z zezwoleniem umożliwiającym odprowadzanie oczyszczonych ścieków.

Uruchomienie pierwszej fabryki nastąpiło w 1996 roku. Obecnie w Szwajcarii działa sześć zakładów, a w Czechach jeden. W jednej ze spalarni w Danii wdrożono instalację do ekstrakcji kwasem.

Koszty procesu przetwarzania pozostałości z FGT wynoszą około 150-250 EUR/t (w tym opłaty za recykling cynkowego placka filtracyjnego).

### Literatura źródłowa

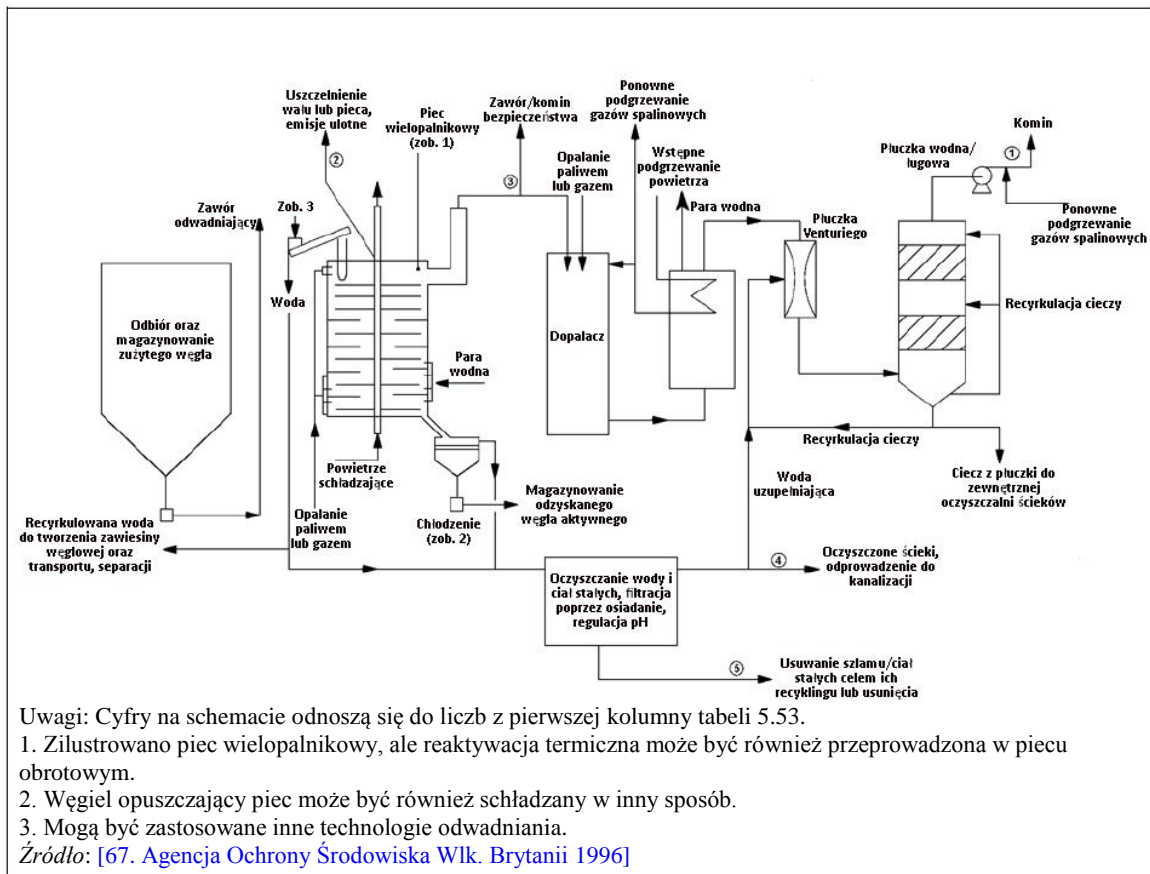
[15. Iswa 2003], [19. WT TWG 2004]

## 5.5.2 Aktualne poziomy emisji oraz konsumpcji

### 5.5.2.1 Regeneracja węgla aktywnego

Główne kwestie środowiskowe związane z regeneracją termiczną węgla aktywnego to przede wszystkim "ścieki" gazowe, takie jak dwutlenek węgla. Kwaśne gazy i pestycydy mogą okazać się problemem, jeśli nie istnieją środki kontroli, takie jak dopalacze i/lub płuczki.

Ilustracja 5.20 przedstawia schemat ogólnego procesu regeneracji węgla aktywnego, w tym drogi uwalniania wymienione w tabeli 5.53.



**Ilustracja 5.20:** Schematyczny diagram przepływu w zakładzie regeneracji węgla

Uwolnienia do środowiska powszechnie związane z regeneracją węgla aktywnego wymieniono w tabeli 5.53.

**Tabela 5.53:** Potencjalne drogi uwalniania się zanieczyszczeń

Źródła uwolnień		Pył/ciała stałe	CO + CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>x</sub>	Fluorowce	Związki organiczne lub produkty częściowego utleniania	Metale, metaloidy lub ich związki
1	Gazy spalinowe z oczyszczania gazów spalinowych	A	A	A	A	A	A	A
2	Emisje ulotne z wycieków z uszczelnień	A	A	A	A	A	A	A
3	Zawór/komin bezpieczeństwa (jeśli dotyczy)	A	A	A	A	A	A	A
4	Odprowadzenie ścieków	W	NA	NA	NA	NA	W	W
5	Szlam do oczyszczalni ścieków	NA	NA	NA	NA	NA	L	L

Uwagi: Uwolnienia do każdego medium są w znacznym stopniu określane na podstawie zastosowania, do którego wykorzystano węgiel, a zatem możliwe jest uwolnienie niektórych substancji do wody i gleby.  
Legenda: A = Atmosfera (powietrze); W = Woda; L = Pozostałości (składowisko/gleba).  
NA = Nie dotyczy.

Źródło: [67. Agencja Ochrony Środowiska Wlk. Brytanii 1996]

Rezultaty emisji z różnych zakładów regeneracji przedstawiono w tabeli 5.54.

Tabela 5.54: Zakres emisji występujących w różnych regeneratorach węgla

Zanieczyszczenia do atmosfery	Koncentracja(mg/Nm <sup>3</sup> )
Cząstki zawieszone	1–34
CO	< 3–160
NO <sub>x</sub> (as NO <sub>2</sub> )	126–354
SO <sub>2</sub>	< 2–60
HCl	< 1–22
HF	< 1
LZO (OWO)	5–15
Dioksyny i furany (PCDD oraz PCDF) (TEQ)	< 0.01–0.18 ng/Nm <sup>3</sup>
Cd	< 0.05
Hg	< 0.05
Inne metale ciężkie	0.1–0.5
Zanieczyszczenia do wody	Koncentracja (mg/l)
Zawiesina ciał stałych	50–300
ChZT	400
Symazyna	0.001
Atrazyna	0.001
TEQ (TCDD oraz TCDF)	0.28–0.4 ng/l
Al	30
Cd	0.0005
Hg	0.0001
Mn	30
Odpady stałe	Skład
Ogniotrwałe	NI
Ogólne odpady przemysłowe	NI
Szlam ze stawów do osiadania	Głównie drobne cząstki węglowe
Uwagi: Warunki referencyjne dla gazu odpadowego: gaz suchy 6 % O <sub>2</sub> . NI = Brak danych. Źródło: [7. UK, H. 1995]	

### Oczyszczone ścieki z zakładu regeneracji

Woda jest wykorzystywana do transportu węgla aktywnego w postaci zawiesiny do i z regeneratora. W ten sposób powstają ścieki z czarnej wody, które są oczyszczane i poddawane recyklingowi. Woda oddzielona od zawiesiny będzie zawierać substancje stałe w postaci zawiesiny i ewentualne zanieczyszczenia (np. pestycydy) i będzie kierowana do oczyszczalni ścieków.

Oczyszczony gorący węgiel aktywny jest schładzany na sucho lub hartowany w zimnej wodzie. W przypadku systemu chłodzenia na mokro, woda staje się alkaliczna i dlatego jest dozowana z kwasem. Woda ta jest usuwana z systemu, aby zapobiec gromadzeniu się soli mineralnych, w razie potrzeby z uzupełnianiem wody świeżej/pochodzącej z recyklingu.

Woda jest również sporadycznie używana w dużych ilościach do płukania wstecznego zbiorników magazynowych z węglem aktywnym, zarówno do usuwania drobnych zanieczyszczeń, jak i do wyrównywania górnej powierzchni węgla. Zapewnione jest wystarczające magazynowanie tej wody, aby można ją było oczyścić i poddać recyklingowi.

### Techniki kontroli usuwania odpadów na składowiskach

Przy regeneracji węgla aktywnego większość dostaw węgla odbywa się w cysternach. W pewnych okolicznościach można użyć beczek. W takim przypadku beczki są regenerowane i ponownie wykorzystywane w celu zminimalizowania ilości odpadów. Inne odpady z procesu obejmują osad lub osadnik z pras filtracyjnych lub z osadników w oczyszczalni ścieków. W przypadku utylizacji na składowisku metoda utylizacji gwarantuje, że w przypadku wyschnięcia placka lub szlamu, nie może dojść do powstania unoszącego się pyłu drobnych cząstek węgla.

Inne odpady oddzielone od zużytego węgla aktywnego będą obejmowały cegły ogniotrwałe i okładziny, z których okresowo przeprowadzane są naprawy pieców i wypalarek.

### 5.5.2.2 Regeneracja odpadów katalitycznych

Znajomość źródła zużytego katalizatora może często dostarczyć informacji na temat potencjalnych emisji wynikających z obecności kwasów, olejów, zanieczyszczeń organicznych (mogą one generować PCDD podczas procesów topienia) itp. Ma to bezpośredni wpływ na potencjalne emisje do atmosfery, wody oraz gleby.

Stan fizyczny odpadów z katalizatora może również wpływać na emisje (np. emisja cząstek stałych zależy od wielkości cząstek stałych katalizatora odpadowego, zawartości oleju itp.) Niektóre potencjalne emisje z różnych zakładów regeneracji katalizatorów to [\[16. Ruiz, C. 2002\]](#):

- zanieczyszczenia atmosfery: SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, LZO, dioksyny, metale;
- zanieczyszczenia wody: zawiesina ciał stałych, olej, OWO, metale;
- odpady: oleje, metale, pyły (np. z systemów redukcji emisji).

#### Zużycie na potrzeby regeneracji zużytych katalizatorów

Tabela 5.55 przedstawia ogólny bilans materiałowy dla przykładowej regeneracji. Prawie 375 ton katalizatora zostało odzyskane do ponownego użycia.

**Tabela 5.55: Bilans masowy w komercyjnej regeneracji z użyciem katalizatora kobaltowo-molibdenowego**

Ogólny bilans masowy	Wartość w kg
Jako materiał odebrany	620 982
Nośnik obojętny	- 27 099
Nieregenerowalny pył oraz drobne cząstki	- 9569
Razem – wsad do regeneratora	= 584 314
Odpady z sortowania zregenerowanych pyłów i frakcji drobnych.	- 37 191
Straty podczas zapłonu	- 172 143
Zregenerowany katalizator netto	= 374 980
<i>Źródło: [16. Ruiz, C. 2002]</i>	

### 5.5.2.3 Obróbka pozostałości z FGT

Tabela 5.56 zawiera przegląd zakładów z listy referencyjnej przetwarzających pozostałości z FGT. Tabele 5.57 i 5.58 przedstawiają odpowiednio emisje do atmosfery i do wody z tych zakładów.

Emisje są na ogół bardzo ograniczone: emisje z otworów wentylacyjnych silosów i zbiorników magazynowych są zbierane i przetwarzane przez filtry workowe lub filtry z węglem aktywnym, a większość wody technologicznej jest odzyskana do procesu. W jednym przypadku nadmiar ścieków jest doprowadzany do oczyszczalni ścieków poza terenem zakładu, a w drugim przypadku filtrat jest poddawany dalszemu oczyszczaniu w drodze fermentacji beztlenowej.

Tabela 5.56: Zakłady z listy referencyjnej przetwarzające pozostałości z FGT

Numer zakładu	Opis wsadu	Proces	Opis produktu wyjściowego	Omówione w sekcji
189C	Pozostałości na bazie sodu pochodzące z oczyszczania gazów spalinowych, odrzucenie soli	Rozpuszczanie, wytrącanie, filtracja za pomocą prasy (w celu usunięcia metali ciężkich, węgla aktywnego i substancji nierozpuszczalnych), wymiana jonowa (w celu usunięcia metali ciężkich), stabilizacja z wytworzeniem placka filtracyjnego (w celu usunięcia soli rozpuszczalnych)	Stężona solanka chlorku sodu, placek filtracyjny, placek filtracyjny jako materiał wtórny	5.5.1.4.1
333C	Pozostałości na bazie sodu pochodzące z oczyszczania gazów spalinowych	Rozpuszczanie, wytrącanie, filtracja za pomocą prasy (w celu usunięcia metali ciężkich, węgla aktywnego i substancji nierozpuszczalnych), wymiana jonowa (w celu usunięcia metali ciężkich), mycie wodą placka filtracyjnego (w celu usunięcia soli rozpuszczalnych)	Stężona solanka chlorku sodu, placek filtracyjny	5.5.1.4.1
497	Pozostałości z FGT, kwasy	regulacja pH	Szlamy z obróbki fizyczno-chemicznej, filtrat	5.5.1.4.3
498	Pozostałości z FGT, odpady kwasu nieorganicznego	Płukanie	Osady z fizyczno-chemicznego przetwarzania, ścieki	5.5.1.4.3

Tabela 5.57: Emisje do atmosfery z zakładów przetwarzających pozostałości z FGT

Numer zakładu	Źródła emisji do atmosfery	Techniki ograniczające emisje do atmosfery	Parametry monitorowane w emisjach do atmosfery
189C	Silosy magazynowe są wyposażone w filtry zapobiegające emisji pyłu podczas transferu RSC z ciężarówek.	Filtry workowe	NI
333C	Brak emisji do atmosfery	NI	NI
497	Z wentylacji wszystkich zbiorników magazynowych	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	NI
498	NI	NI	NI



Uwaga: NI = Brak danych.

**Tabela 5.58: Emisje do wody z zakładów przetwarzających pozostałości z FGT**

Numer zakładu	Źródła emisji do wody	Rodzaj zrzutu	Środowisko odbierające	Techniki ograniczające emisje	Parametry monitorowane w emisjach
189C	Proces recyklingu RSC nie uwalnia żadnych ścieków oczyszczonych: wszelkie ścieki, takie jak deszczówka z terenu zakładu, przypadkowe wycieki oraz płyny kwasowo-zasadowe powstające w procesie regeneracji i płukania żywicy jonowymiennej, są całkowicie poddawane recyklingowi w zakładzie.	NA	NA	NA	NA
333C	Brak emisji do wody	NA	NA	NA	NA
497	NI	NI	NI	NI	NI
498	Przetwarzanie fizyczno-chemiczne	Odprowadzenie z instalacji WT i jej systemów pomocniczych, jak również z zakładowych oczyszczalni ścieków do miejskiej/gminnej sieci kanalizacyjnej.	Rzeka/cieki	Brak technik oczyszczania ścieków. Filtrat wodny jest zbierany do magazynu w celu przesiania przed poddaniem go recyklingowi lub odprowadzeniem jako ściek handlowy.	Analiza przeprowadzana przez operatora oczyszczalni w ramach obrotu ściekami

Uwaga: NA = Nie dotyczy, NI = Brak danych.

#### Zużycie wody

Zgłoszone średnie zużycie wody na tonę oczyszczonych odpadów wynosi 2 200 l/t, przy czym zakres ten mieści się w przedziale 270-3 000 l/t. Dwa zakłady wskazały, że cała woda jest przetwarzana w procesie. Jeden zakład zgłosił, że recykling wody jest przeprowadzany.

#### Zużycie energii

Zgłoszone średnie zużycie energii na tonę przetworzonych odpadów wynosi około 110 kW/t, z rozpiętością 81-207 kWh/t. Głównym źródłem energii jest energia elektryczna.

### **5.5.3 Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT dla regeneracji węgla aktywnego**

#### **5.5.3.1 Odzysk ciepła oraz oczyszczanie gazów odlotowych**

**Opis**

Przetwarzanie gazów odlotowych powstających w wyniku regeneracji z użyciem węgla aktywnego obejmuje odzysk ciepła oraz pierwotne i wtórne techniki kontroli emisji do atmosfery.

**Szczegóły techniczne**Zmniejszenie ilości gazów odlotowych, które mają być oczyszczane

Dzięki zastosowaniu pieca opalanego pośrednio zmniejsza się objętość gazu wymagającego podgrzania i redukcji emisji. Gazy spalinowe, które pośrednio ogrzewały piec, są kierowane do podstawy komina, gdzie mogą być łączone z gazami wylotowymi pieca w celu zmniejszenia widoczności emitowanej smugi. Metoda ta może zaoferować zaletę polegającą na wytwarzaniu wyższych ciśnień cząstkowych pary w piecu, co może zmniejszyć powstawanie tlenków azotu. Prawdopodobnie promowane będzie również powstawanie halogenków, a nie halogenków elementarnych, przy czym halogenki te łatwiej będzie usunąć w systemach płuczkowych znajdujących się dalej w procesie.

Techniki kontrolujące emisję do atmosfery

Tabela 5.59 zawiera przegląd podstawowych oraz drugorzędnych technik redukcji emisji do atmosfery.

Tabela 5.59: Zastosowanie techniki oczyszczania gazów odlotowych wytwarzanych w procesie regeneracji z użyciem węgla aktywnego

Techniki kontroli zanieczyszczeń w zakresie redukcji cząstek stałych i kwasów w gazach	Opis
Podstawowe środki kontroli emisji cząstek stałych	Temperatura pieca. Prędkość obrotowa pieca obrotowego. Rodzaj paliwa. Zaprojektowanie regeneratora oraz związanych z nim rur i urządzeń do pracy pod zmniejszonym ciśnieniem w celu zapobiegania wydostawaniu się gazów pochodzących z regeneratora do atmosfery.
Dodatkowe środki kontroli emisji cząstek stałych i kwasów w gazach	Dopalacz gazów wychodzących z pieca lub wypalarki. Dopalacz musi działać przez cały czas, gdy węgiel jest obecny w piecu. Kolektory mechaniczne. Płuczka gazowa mokra. Można również stosować techniki absorpcji natryskowej. Konieczne będzie zbadanie pH płynu do skrubera. Filtry elektrostatyczne (ESP). Filtry tkaninowe. Separatory inercyjne, np. cyklony muszą być stosowane w połączeniu z kilkoma innymi technikami redukcji, aby osiągnąć niskie wartości emisji. Chłodzenie gazów spalinowych za pomocą sekcji chłodzącej lub płuczki Venturiego.
Podstawowe środki kontroli NO <sub>x</sub>	Zmniejszenie temperatury pieca i spalania. Zmniejszenie nadmiaru powietrza a tym samym obniżenie stężenia tlenu atomowego w strefach o wyższej temperaturze. Skrócenie czasu przebywania we wszystkich obszarach o wyższej temperaturze. Kontrola tempa uwalniania ciepła z pieca i wyeliminowanie skoków wysokich temperatur. Recykulacja gazów spalinowych (FGR). Stopniowanie podawania powietrza. Stopniowanie podawania paliwa. Izolacja pieca. Słaby dopływ powietrza wtórnego (zimnego). Zmniejszony stosunek powietrza do paliwa.
Dodatkowe środki kontroli NO <sub>x</sub>	Selektywna redukcja katalityczna (SCR). Selektywna redukcja niekatalityczna (SNCR). Proces DESONO <sub>x</sub> . Proces SNO <sub>x</sub> . Proces EDTA-Chelate. Proces SO <sub>x</sub> NO <sub>x</sub> RO <sub>x</sub> BOX.
<i>Źródło:</i> [6. Departament Ochrony Środowiska Wlk. Brytanii 1991], [18. WT TWG 2004],	

**Korzyści dla środowiska**

- Optymalizacja wykorzystania energii.
- Redukcja emisji cząstek stałych, kwaśnych gazów i NO<sub>x</sub> do atmosfery.

**Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Regenerator obejmuje komorę dopalacza, która jest wyposażona i eksploatowana w taki sposób, że gaz odlotowy powstały w wyniku regeneracji węgla jest podgrzewany po ostatnim podaniu powietrza, w sposób kontrolowany i jednorodny oraz z uwzględnieniem najbardziej niesprzyjających warunków, do temperatury co najmniej 850 °C, mierzonej przy wewnętrznej

ścianie komory spalania. Musi on być utrzymywany w tej temperaturze przez co najmniej dwie sekundy w obecności suchego gazu o zawartości co najmniej 6 % tlenu, mierzonej na wylocie dopalacza. W przypadku węgla wykorzystywanego w zastosowaniach przemysłowych, w których mogą występować substancje fluorowcowane lub inne substancje odporne termicznie (w ilości większej niż pewien niewielki procent), temperatura jest zazwyczaj podnoszona do co najmniej 1 100 °C. Należy weryfikować czas przebywania, minimalną temperaturę i zawartość tlenu w gazach spalinowych. Jednak w pewnych okolicznościach, które nie zostały określone przez techniczną grupę roboczą, możliwe jest osiągnięcie równoważnego skutku na mniej rygorystycznych warunkach (niektóre ogólne informacje na ten temat można znaleźć w dokumencie WI BREF).

Dodatkową zaletą suszarki rozpyłowej, a następnie filtrów tkaninowych lub ceramicznych jest możliwość dalszej neutralizacji pomiędzy uwięzionymi pozostałościami stałymi a strumieniem spalin. Może to prowadzić do zmniejszenia zapotrzebowania na substancje alkaliczne w suszarce rozpyłowej o 10-15 % w porównaniu z płuczką gazową moką.

### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Niektóre z technik oczyszczania powietrza generują ścieki, które wymagają uzdatniania.

Zastosowanie pieca opalanego pośrednio zamiast pieca opalanego bezpośrednio może oznaczać większe zapotrzebowanie na energię, ponieważ transfer ciepła do przetwarzanych odpadów może być niższy. Z drugiej strony, zastosowanie pieca opalanego pośrednio pozwala na zmniejszenie ilości gazu wymagającego ogrzewania i redukcji emisji, co pozwala zaoszczędzić energię i ograniczyć rozmiar urządzeń redukcyjnych.

### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Piece ogrzewane pośrednio są zwykle konstruowane z metalową tubą i prawdopodobnie nie nadają się do zastosowań przemysłowych ze względu na problemy z korozją, które mogą pojawić się podczas obróbki niektórych węglowodorów przemysłowych. Mogą istnieć również ograniczenia ekonomiczne dotyczące modernizacji istniejących zakładów.

Gazy odlotowe z pieców wielopalnikowych lub pieców obrotowych zazwyczaj podlegają podobnej obróbce. W przypadku pieców obrotowych opalanych współbieżnie możliwe jest osiągnięcie tych samych warunków bez dopalacza.

Oczyszczanie gazów spalinowych zależy od zastosowania węgla oraz rodzaju paliwa wykorzystywanego do rozpalania pieca i dopalacza. Urządzenia opisane powyżej mogą być zazwyczaj wykorzystywane do produkcji węgla, który był używany do uzdatniania wody pitnej lub do zastosowań w przemyśle spożywczym.

W przypadku węgla wykorzystywanego w zastosowaniach przemysłowych konieczne mogą być bardziej kompleksowe środki ograniczające emisje. W takich przypadkach, w celu osiągnięcia pożądanych, osiągalnych poziomów uwalniania może być konieczne dalsze chemiczne oczyszczanie. Może być również niezbędne, aby etap poregeneracyjny był utrzymywany w temperaturze co najmniej 1 100 °C przez 2-sekundowy czas przebywania w obecności co najmniej 6 % obj. tlenu i suchego gazu w celu zapewnienia całkowitego utlenienia niektórych związków ogniotrwałych.

### **Siła napędowa wdrażania**

Prawodawstwo dotyczące ochrony środowiska.

### **Ekonomika**

Zakład 637 zgłosił koszty inwestycyjne w wysokości około 8-10 mln EUR na piec obrotowy i związany z nim system redukcji emisji zanieczyszczeń do atmosfery (około 50 % kosztów na każdy z tych dwóch elementów wyposażenia).

**Przykładowe zakłady**

Nie dostarczono danych.

**Literatura źródłowa**

[67. [Agencja Ochrony Środowiska Wlk. Brytanii 1996](#)], [6. [Departament Ochrony Środowiska Wlk. Brytanii 1991](#)], [7. [UK, H. 1995](#)], [18. [WT TWG 2004](#)], [19. [WT TWG 2004](#)], [51. [WT TWG 2005](#)].

## 5.5.4 Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT dla odzysku składników z katalizatorów

### 5.5.4.1 Odzysk ciepła oraz oczyszczanie gazów odlotowych

**Opis**

Przetwarzanie gazów odlotowych powstających w wyniku regeneracji zużytych katalizatorów obejmuje odzysk ciepła oraz główne i dodatkowe techniki kontroli emisji do atmosfery.

**Szczegóły techniczne**Odzysk ciepła

- Zastosowanie odzysku ciepła w formie produkcji energii lub rekuperacji. W tym celu można wykorzystać palniki rekuperacyjne, wymienniki ciepła i kotły do odzysku ciepła. Para wodna lub energia elektryczna może być wytwarzana w celu wykorzystania w zakładzie lub poza nim, np. do wstępnego podgrzewania procesu lub do podgrzewania gazów paliwowych.
- Zastosowanie tlenu lub powietrza wzbogaconego tlenem w palnikach.
- Wstępne podgrzewanie powietrza wykorzystywanego do spalania w palnikach.
- Wstępne podgrzewanie materiału wsadowego do pieca.
- Automatyczne sterowanie punktem odsysania (wyciągowym) za pomocą amortyzatorów i elementów sterujących wentylatora, tak aby systemy były uruchamiane, kiedy i gdzie są potrzebne, na przykład podczas ładowania lub podczas "dobiegu" konwertera.

Główne techniki kontroli emisji do atmosfery

- Zastosowanie zamkniętych pieców lub praca pieca przy zmniejszonym ciśnieniu, co pozwala na bardzo wysoką wydajność wychwytywania spalin i uniknięcie emisji rozproszonych do atmosfery.
- Wykorzystanie kanałów wentylacyjnych i wentylatorów do odprowadzania zebranych gazów do procesów redukcji lub oczyszczania. Wentylatory o zmiennej prędkości obrotowej są stosowane w celu zapewnienia wydajności ekstrakcji, która powinna być dostosowana do zmieniających się warunków, takich jak objętość gazu, przy minimalnym zużyciu energii.

Dodatkowe techniki kontroli emisji do atmosfery zob. tabela 5.60.

**Tabela 5.60: Techniki redukcyjne stosowane w regeneracji zużytych katalizatorów**

Technika redukcji	Miejsce gdzie ma zastosowanie	Sekcja niniejszego dokumentu gdzie została omówiona
Chłodzenie gazów odlotowych przed systemem filtrów tkaninowych	Wylot z pieca	NA
Filtr tkaninowy	Wylot z pieca	2.3.4.4
Płuczka gazowa mokra	Wylot z pieca	2.3.4.10
Uwaga: NA = Nie dotyczy. Źródło: zaadaptowano z [16. <a href="#">Ruiz, C. 2002</a> ]		

**Korzyści dla środowiska**

- Odzysk ciepła i energii, które jest istotnym czynnikiem w tej branży ze względu na wysoki udział kosztów energii.

- Redukcja emisji do atmosfery pyłów, LZO, HCl i HF.

### **Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Zastosowanie w palnikach powietrza wzbogaconego tlenem lub tlenu zmniejsza całkowite zużycie energii, pozwalając na całkowite spalanie materiału węglowego. Jednocześnie znacznie zmniejszają się ilości gazów odlotowych, co pozwala na stosowanie mniejszych wentylatorów itp.

Zalety wstępnego podgrzewania powietrza do spalania wykorzystywanego w palnikach są dobrze udokumentowane. Jeżeli stosuje się podgrzewanie wstępne powietrza o temperaturze 400 °C, następuje wzrost temperatury płomienia o 200 °C, natomiast jeżeli podgrzewanie wstępne wynosi 500 °C, temperatura płomienia wzrasta o 300 °C. Ten wzrost temperatury płomienia skutkuje wyższą sprawnością oraz redukcją całkowitego zużycia energii. Alternatywą dla wstępnego podgrzewania powietrza do spalania jest podgrzewanie materiału wsadowego do pieca. Teoria pokazuje, że 8 % oszczędności energii można uzyskać na każde 100 °C wstępnego podgrzania, a w praktyce twierdzi się, że podgrzewanie wstępne do temperatury 400 °C prowadzi do 25 % oszczędności energii, podczas gdy podgrzewanie wstępne do temperatury 500 °C prowadzi do 30 % oszczędności energii.

Technika stosowana do odzysku ciepła różni się w poszczególnych zakładach w zależności od szeregu czynników, takich jak potencjalne wykorzystanie ciepła i energii na terenie zakładu lub w jego pobliżu, skala działania i potencjał gazów lub ich składników do zanieczyszczania lub osadzania się na wymiennikach ciepła.

Wiele technik mających na celu odzysk energii jest stosunkowo łatwe w modernizacji, ale czasami mogą pojawić się problemy z osadzaniem się związków metali w wymiennikach ciepła. Dobry projekt opiera się na solidnej wiedzy na temat uwalnianych związków i ich zachowania w różnych temperaturach. Mechanizmy czyszczenia wymiennika ciepła są również stosowane w celu utrzymania ich sprawności cieplnej.

Zastosowanie chłodzenia przed zastosowaniem systemu filtrów workowych jest ważną techniką, ponieważ zapewnia ochronę termiczną filtra i pozwala na szerszy wybór materiału. Czasami możliwe jest odzyskanie ciepła na tym etapie. Temperatura gazów za wymiennikiem ciepła może wynosić od 200 °C do 450 °C. Drugi wymiennik ciepła, przed filtrem workowym, obniża temperaturę gazu do 130 °C. Po wymiennikach ciepła następuje zwykle cyklon, który usuwa większe cząsteczki i działa jako ogranicznik iskrzenia.

### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Płyn z płukania na mokro musi być oczyszczony.

### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Technika ogólnie dostępna.

### **Siła napędowa wdrażania**

Oszczędność energii i prawodawstwo dotyczące zanieczyszczenia atmosfery.

### **Ekonomika**

Nie dostarczono danych.

### **Przykładowe zakłady**

Nie dostarczono danych.

### **Literatura źródłowa**

[16. Ruiz, C. 2002]

## 5.6 Przetwarzanie skażonej gleby

W tym rozdziale omówiono zagadnienia związane z przetwarzaniem biologicznym oraz chemiczną obróbką wydobytego zanieczyszczonego gruntu.

### 5.6.1 Stosowane procesy oraz techniki

#### 5.6.1.1 Desorpcja termiczna

##### Cel

Odseparowanie relatywnie lotnych związków chemicznych od wydobytych zanieczyszczonych gleb (oraz innych odpadów stałych).

##### Zasada działania

W procesie desorpcji termicznej zanieczyszczenia lotne i półlotne są usuwane z gleb, osadów, zawieszin i placzków filtracyjnych. Typowe temperatury robocze wynoszą od 175 °C do 370 °C, ale można stosować temperatury od 90 °C do 650 °C. Desorpcja termiczna sprzyja raczej fizycznemu oddzieleniu składników niż spalaniu.

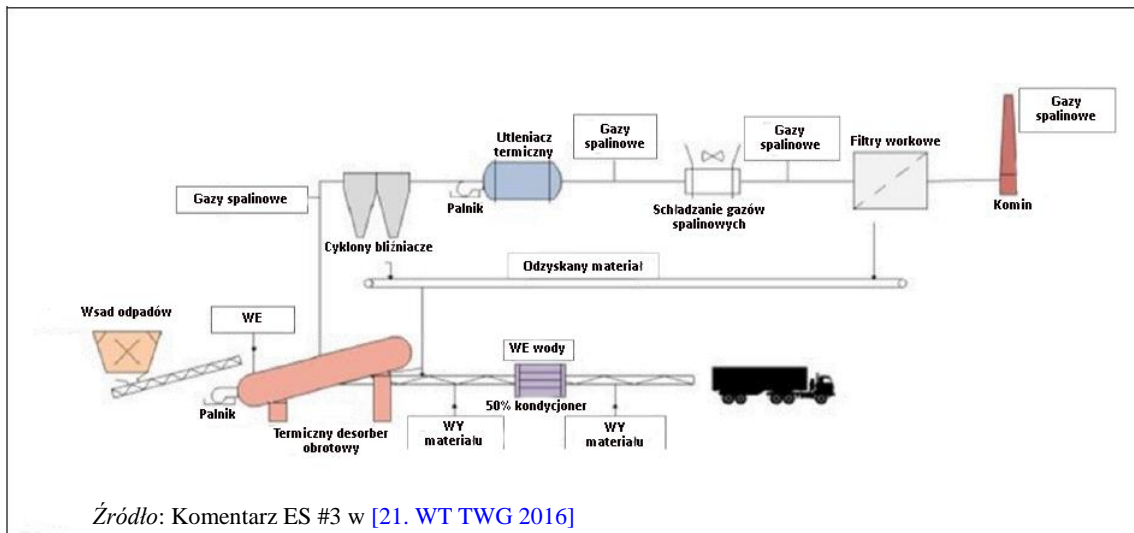
##### Wsad oraz strumienie wyjściowe

Gleba zanieczyszczona związkami organicznymi nieulegającymi biodegradacji, gleba zanieczyszczona paliwami ropopochodnymi, gleba zanieczyszczona odpadami niebezpiecznymi oraz smoła zawierająca asfalt lub podobne odpady to rodzaje odpadów przetwarzanych w ramach tego procesu. Zanieczyszczenia są przenoszone do dalszej obróbki. Przetworzone ciała stałe mogą być odzyskane, magazynowane lub dalej przetwarzane. Gaz wylotowy powstający w procesie ogrzewania (tj. gaz wydobywający się z odpadów podczas procesu ogrzewania, zawierający odparowane zanieczyszczenia i parę wodną) jest zbierany i chłodzony w celu skondensowania zanieczyszczeń, aby umożliwić ich zebranie i potencjalny odzysk (np. poprzez wykorzystanie odzyskanego oleju lub rozpuszczalnika jako paliwa).

Desorbery termiczne skutecznie oczyszczają glebę i usuwają lotne i półlotne związki organiczne. Niektóre substancje o wyższej temperaturze wrzenia, takie jak PCB i dioksyny, mogą również zostać usunięte (jeżeli występują). Związki nieorganiczne nie są łatwo usuwane w tego typu procesach, chociaż niektóre stosunkowo lotne metale, takie jak rtęć, mogą się ulatniać. Temperatury osiągnięte w desorberach termicznych na ogół nie utleniają metali.

##### Opis procesu

Po wydobyciu zanieczyszczonej gleby, materiał odpadowy jest przesiewany w celu usunięcia obiektów o średnicy większej niż 4-8 cm. Bezpośrednia lub pośrednia wymiana ciepła odparowuje związki organiczne, wytwarzając gaz odlotowy, który jest zazwyczaj poddawany obróbce przed odprowadzeniem do atmosfery. Ogólnie rzecz biorąc, stosuje się jedną z czterech konstrukcji desorberów: suszarnię obrotową, suszarnię kruszywa asfaltowego, ślimak termiczny i piec przenośnikowy. Systemy oczyszczania obejmują zarówno mobilne, jak i stacjonarne urządzenia procesowe zaprojektowane specjalnie do oczyszczania gleby oraz suszarnie kruszywa asfaltowego, które mogą być dostosowane do przetwarzania gleby. Najczęściej stosowane są systemy mobilne, ze względu na niższe koszty transportu gleby oraz możliwość zasypywania uprawianej gleby. Dostępne są również systemy stacjonarne. Ilustracja 5.21 przedstawia przykład instalacji termicznego desorbera obrotowego.



### Ilustracja 5.21: Przykład obrotowej instalacji desorbera termicznego

Aby zniszczyć zanieczyszczenia, proces desorpcji wymaga dalszego dopalania i oczyszczania gazów odlotowych. Powodem jest fakt, że desorpcja jedynie odcina je z fazy stałej lub ciekłej i przenosi do fazy gazowej. Dlatego też konieczne są urządzenia do kontroli emisji do atmosfery. Efektywność procesu desorpcji termicznej będzie się różnić w zależności od właściwości chemicznych i fizycznych poszczególnych zanieczyszczeń. Metale (np. ołów) zwykle pozostają w glebie po oczyszczeniu, dlatego może być konieczne dodatkowe przetworzenie lub obróbka gleby (np. stabilizacja). Desorbery termiczne mogą pracować w temperaturze bliskiej lub wyższej niż 500 °C, dlatego oprócz odparowania wody i związków organicznych może dojść do pirolizy oraz utleniania.

Desorbery termiczne pracujące w niskich temperaturach prowadzą do znacznych oszczędności paliwa. Wytwarzają również niewielkie ilości gazów odlotowych, które mają być poddane obróbce. Typowe specyfikacje systemów desorpcji termicznej przedstawiono w tabeli 5.61.

Tabela 5.61: Porównanie cech systemów desorpcji termicznej i oczyszczania gazów odlotowych



	Suszarnia obrotowa	Zakład produkcji asfaltu	Ślimak termiczny	Piec przenośnikowy
Mobilność	Stała i mobilna	Stały	Mobilny	Mobilny
Typowa wydajność zakładu (w tonach)	450–23 000	0–9 000	450–4500	450–5 000
Wydajność obróbki gleby (tony/godzinę)	9–45	23–90	3–14	5–9
Maksymalna wielkość cząstek gleby wsadowej (cm)	5–8	5–8	3–5	3–5
Metoda wymiany ciepła	Bezpośrednia	Bezpośrednia	Bezpośrednia	Bezpośrednia
Metoda mieszania gleby	Obrotowa + podnośniki	Obrotowa + podnośniki	Ślimak	Mieszadła gleby
Temp. gleby na wylocie (°C)	150–300 <sup>(1)</sup> 300–650 <sup>(2)</sup>	300–600	150–250 <sup>(3)</sup> 300–250 <sup>(4)</sup> 500–850 <sup>(5)</sup>	300–800
Czas przebywania gleby (w minutach)	3–7	3–7	30–70	3–10
Temperatura gazów spalinowych z desorbera termicznego (°C)	250–450 <sup>(1)</sup> 400–500 <sup>(2)</sup>	250–450	150	500–650
Przepływ gazu/cząstek stałych	Współprądowy lub przeciwrządowy	Współprądowy lub przeciwrządowy	Nie dotyczy	Współprądowy
Atmosfera	Utleniacze	Utleniacze	Obojętna	Utleniacze
Temperatura w dopalaczu (°C)	750–1 000	750–1 000 <sup>(6)</sup>	Ogólnie nie stosowany	750–1 000
Maksymalne obciążenie termiczne (MJ/h) <sup>(7)</sup>	10 500–105 000	5 300–105 000	7 400–10 500	10 500
Czas nagrzewania od stanu zimnego (w godzinach)	0.5–1.0	0.5–1.0	Brak danych	0.5–1.0
Czas schładzania od stanu gorącego (w godzinach)	1.0–2.0	1.0–2.0	Brak danych	Brak danych
Węglowodory ropopochodne ogółem				
Koncentracja początkowa (mg/kg)	800–35 000	500–25 000 <sup>(8)</sup>	60–50 000	5000
Koncentracja końcowa (mg/kg)	< 10–300	< 20 <sup>(8)</sup>	ND–5500	< 10.0
Efektywność usuwania (%)	95.0–99.9	Brak danych	64–99	> 99.9
BTEX				
Koncentracja początkowa (mg/kg)	Brak danych	Brak danych	155	Brak danych
Koncentracja końcowa (mg/kg)	< 1.0	Brak danych	< 1.0	< 0.01
Efektywność usuwania (%)	Brak danych	Brak danych	> 99	Brak danych

(1) Stal węglowa - materiały konstrukcyjne.  
(2) Stopy - materiały konstrukcyjne.  
(3) System transferu ciepła z gorącego oleju.  
(4) System transferu ciepła z roztopionej soli.  
(5) System ogrzewany elektrycznie.  
(6) Nie używany we wszystkich systemach.  
(7) Całkowite obciążenie desorbera termicznego plus dopalacza.  
(8) Informacje od sprzedawców.  
Uwaga: ND = Niewykrywalny.

Niektóre z technik optymalizacji desorpcji zanieczyszczeń to:

- Użycie testu w skali laboratoryjnej w celu określenia przydatności desorpcji termicznej oraz najlepszego czasu przebywania i wymaganej temperatury.
- Efektywność desorpcji termicznej związana jest z osiągniętą temperaturą końcową gleby, która z kolei jest funkcją czasu przebywania i transferu ciepła. Temperatura i czas

przebywania w systemach w skali laboratoryjnej sprawdziły się również w systemach w skali pilotażowej.

- Zastosowanie odpowiedniej temperatury. Typowy zakres temperatur przetwarzania paliw ropopochodnych z nieuszczelnionych podziemnych zbiorników magazynowych wynosi 200-480 °C. W przypadku obróbki gleb zawierających pestycydy, dioksyny i PCB temperatury muszą przekraczać 450 °C.
- Zmniejszenie wilgotności gleby przeznaczonej do oczyszczenia w określonym zakresie (stosowane ze względu na koszt oczyszczania odpadów o wysokiej zawartości wody). Typowy dopuszczalny zakres wilgotności dla suszarni obrotowych i pieców do wypalania asfaltu wynosi 10-30 %, podczas gdy systemy ślimaków termicznych są w stanie przyjąć gleby o większym obciążeniu wodą wynoszącym 30-80 %. W celu usunięcia LZO idealna wilgotność gleby wynosi 10-15 % aby ograniczyć ilość LZO, które może przenosić para wodna. Wilgoć usunięta przez proces może być dodana do gleby po zabiegu.

#### Użytkownicy

Zakłady przetwarzające zanieczyszczone gleby i smołę zawierającą asfalt oraz podobne odpady.

Zakłady 188C oraz 494 z listy referencyjnej.

#### Literatura źródłowa

[89. Eklund i inni 1997], [32. Inertec; dechets, F. oraz Sita 2002], [18. WT TWG 2004]

### 5.6.1.2 Mycie gleby

#### Cel

Mycie gleby przeprowadza się w celu oddzielenia od siebie odkażonych frakcji i zanieczyszczeń.

#### Zasada działania

Mycie gleby jest procesem *ex situ*, w którym zanieczyszczona gleba jest wydobywana i poddawana procesowi mycia wodą. Proces działa w oparciu o zasadę, że zanieczyszczenia są związane z określonymi frakcjami wielkościowymi cząstek gleby i mogą być rozpuszczone lub zawieszane w roztworze wodnym lub usunięte poprzez oddzielenie cząstek gliny i ilu od reszty gleby. Dodatki takie jak środki powierzchniowo czynne lub chelatujące są czasami stosowane w celu poprawy skuteczności oddzielania (obróbka z użyciem dodatków może być określana jako ekstrakcja chemiczna). Roztwór wodny zawierający zanieczyszczenia jest oczyszczany konwencjonalnymi metodami uzdatniania ścieków.

Proces ten jest procesem opartym na wodzie i usuwa zanieczyszczenia z gleby na jeden z dwóch sposobów:

- a. poprzez rozpuszczenie lub zawieszenie ich w roztworze płuczącym (który jest później oczyszczany konwencjonalnymi metodami uzdatniania ścieków);
- b. poprzez skoncentrowanie ich w mniejszej objętości gleby za pomocą rozdzielania cząstek, separacji grawitacyjnej i oczyszczania skrubierem (podobnie do technik stosowanych w przemyśle przetwórstwa minerałów).

Koncepcja zmniejszenia zanieczyszczenia gleby poprzez zastosowanie rozdzielania cząstek opiera się na założeniu, że większość zanieczyszczeń organicznych i nieorganicznych wiąże się, chemicznie lub fizycznie, z cząsteczkami gliny, mułu i gleby organicznej. Muł i glina są łączone z cząsteczkami piasku i żwiru poprzez procesy fizyczne, przede wszystkim zagęszczanie oraz adhezję. Procesy mycia, które rozdzielają drobne (tj. glina i muł) cząstki gleby od grubszych (tj. piasek i żwir), skutecznie oddzielają i koncentrują zanieczyszczenia w mniejszej objętości gleby, która może być dalej przetwarzana lub usuwana w łatwiejszy sposób.

#### Wsad oraz strumienie wyjściowe

Mycie gleby jest skuteczne w przypadku szerokiego zakresu zanieczyszczeń organicznych i nieorganicznych, w tym pozostałości ropy naftowej i paliwa. Efektywność usuwania wynosi od 90 % do 99 % w przypadku lotnych związków organicznych i od 40 % do 90 % w przypadku związków półlotnych. Związki o niskiej rozpuszczalności w wodzie, takie jak metale, pestycydy lub PCB wymagają czasem kwasów lub środków chelatujących, aby pomóc w ich usunięciu. Zgłoszono niektóre projekty pilotażowe w zakresie usuwania zanieczyszczeń nuklidami promieniotwórczymi (radionuklidami). Proces mycia ma również zastosowanie do zanieczyszczonego piasku i żwiru z odpadów budowlanych i z rozbiórek.

Chociaż procesy separacji mogą być bardziej skuteczne w oczyszczaniu gleb zanieczyszczonych paliwami ropopochodnymi, zazwyczaj stosuje się je do oczyszczania gleb zawierających metale lub ciężkie związki organiczne.

Mycie gleby może być skuteczne przy rekultywacji gleby z niewielką ilością gliny i cząstek mułu, ale duże ilości gliny i cząstek mułu zmniejszają skuteczność mycia gleby.

Ogólnie rzecz biorąc, urządzenia do mycia gruntu produkują materiały nadające się recyklingu i zastosowania w budownictwie (producenci betonu, zakłady produkcji asfaltu) lub jako materiały uzupełniające po przeprowadzeniu wewnętrznej kontroli jakości oraz kontroli zewnętrznej określonych właściwości materiałów (w celu zapewnienia zgodności z lokalnymi przepisami).

Można w nich wyróżnić różne frakcje:

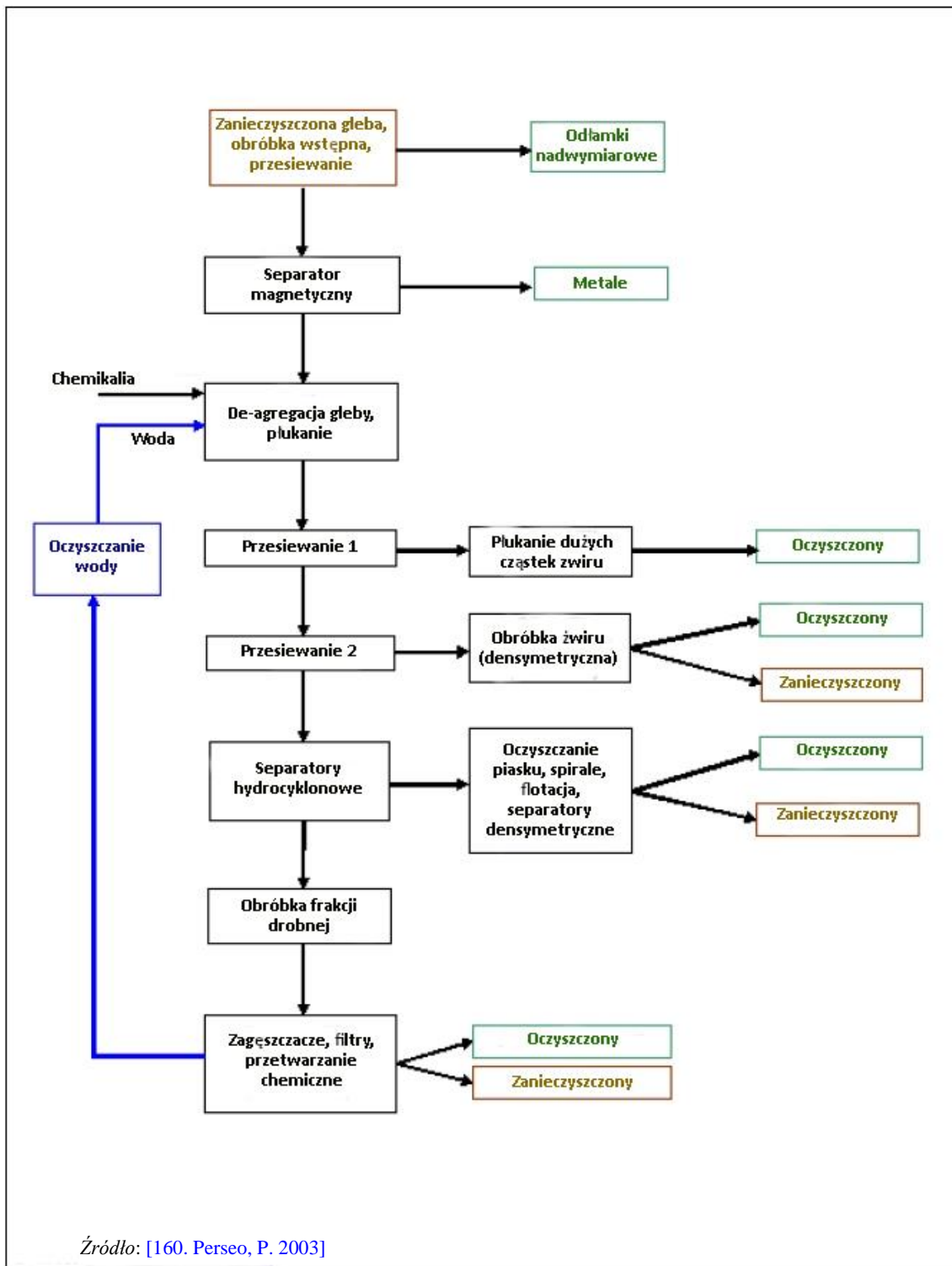
- Frakcja gruboziarnista: żwir, który można skalibrować na kilka sposobów. Składa się on głównie z drobnego żwiru o wymiarach 2-20 mm i gruboziarnistego żwiru o wymiarach 20-80 mm.
- Frakcja piasku: składa się z piasku o rozmiarach od 60  $\mu\text{m}$  do 2 mm.
- Pozostała frakcja organiczna (> 60  $\mu\text{m}$ ): frakcja ta jest spalana lub wysyłana na odpowiednie składowisko odpadów.
- Drobną frakcją resztkową (osad filtracyjny < 60  $\mu\text{m}$ ): zazwyczaj jest on wysyłany na specjalne składowisko odpadów z dodatkowym przetwarzaniem lub bez (np. inertyzacja, stabilizacja) lub może być wysłany do dalszego przetwarzania, jeśli jest to wymagane (np. desorpcja termiczna, klasyczne spalanie).

### **Opis procesu**

Wydobycie i usunięcie gruzu i dużych obiektów poprzedza proces płukania gruntu. Czasami woda jest dodawana do gleby w celu utworzenia zawiesiny, która może być pompowana. Po przygotowaniu gleby do mycia, miesza się ją z wodą do mycia, a czasami także dodaje się środki ekstrakcyjne.

Po oddzieleniu od wody myjącej, gleba jest płukana czystą wodą i może zostać zwrócona na miejsce. Zawiesiny gleby są usuwane grawitacyjnie z wody myjącej w postaci szlamu. Czasami flokulacja jest wykorzystywana do wspomaganie usuwania osadów ze szlamu. Szlam ten jest bardziej zanieczyszczony niż pierwotna gleba i podlega dalszej obróbce lub bezpiecznej utylizacji. Zużyta woda do mycia, z której usuwany jest osad, jest przetwarzana i poddawana recyklingowi. Pozostałości stałe z procesu recyklingu mogą wymagać dalszego przetwarzania.

Ilustracja 5.22 przedstawia ogólny schemat przepływu w instalacji do mycia gleby.



**Ilustracja 5.22:** Ogólny schemat przepływu w zakładzie płukania gleby

Zazwyczaj mycie gleby segreguje ją na niewielką ilość silnie zanieczyszczonego mułu i gliny oraz większą ilość oczyszczonej, bardziej gruboziarnistej ziemi.

Fizyczne metody separacji są mechanicznymi metodami rozdzielania mieszanin ciał stałych w celu uzyskania skoncentrowanej formy niektórych składników. Metody fizycznego rozdzielania obejmują przesiewanie, płukanie wymywające lub stosowanie separatorów hydrograwimetrycznych, takich jak hydrocyklony, podrywacze i klasyfikatory spiralne. Ponadto

w większości przypadków w procesach wykorzystuje się środki chemiczne na bazie wody, które zapewniają zarówno dyspersję, jak i ekstrakcję. W niektórych przypadkach można dodać substancje chemiczne (dyspergatory, kolektory, środki pianące itp.) w celu poprawy jakości separacji.

W tabelach 5.62 i 5.63 przedstawiono przegląd skuteczności płukania gleby.

**Tabela 5.62: Podsumowanie danych dotyczących skuteczności płukania gleby**

Zakład przykład	Zanieczyszczenia	Koncentracja w nieoczyszczonej glebie (ppm)	Zakres skuteczności usuwania (%)	Koncentracja resztkowa (ppm)
Przykład 1	Oleje i smary	NI	50–83	250–600
Przykład 2	Pentachlorofenol	NI	90–95	< 115
	Inne organiczne	NI	85–95	< 1
Przykład 3	Oleje i smary	NI	90–99	< 5–2 400
Przykład 4	Lotne organiczne	NI	98– > 99	< 50
	Półlotne organiczne	NI	98– > 99	< 250
	Większość paliw	NI	98– > 99	< 2 200
Przykład 5	Aromatyczne	NI	> 81	> 45
	Ropa naftowa	NI	97	2 300
Przykład 6	Razem organiczne	NI	96	159–201
	WWA	NI	86–90	91.4–97.5
Przykład 7	Olej	NI	> 99	20
Przykład 8	Węglowodory	NI	96.3	82.05
	Węglowodory chlorowane	NI	> 75	< 0.01
	Aromatyczne	NI	99.8	< 0.02
	WWA	NI	95.4	15.48
Przykład 9	Olej opałowy	7 666	65	2 650
Przykład 10	Olej opałowy	7 567	73	2 033
Przykład 11	Olej opałowy	9 933	72	2 833

Uwaga: NI = Brak danych.  
 Źródło: [89. Eklund i inni 1997]

**Tabela 5.63: Efektywność płukania gleby dla różnych komponentów**

Zanieczyszczenie	Ogólna efektywność usuwania (%)
TPH (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	90–98
WWA	90–97
BTEX	90–97
PCB	90–97
<b>Metale</b>	
As	60–80
Cd	60–80
Cr	80–90
Cu	75–85
Hg	85–95
Ni	85–90
Pb	90–95
Zn	85–95

Źródło: [160. Perseo, P. 2003]

### Użytkownicy

Technika płukania gleby jest szeroko rozpowszechniona w Europie. Zastosowanie zależy od jej przydatności do danego rodzaju gleby, która jest poddawana zabiegom. Kiedy warunki są odpowiednie, jest to bardzo opłacalna technika, stąd jej szerokie zastosowanie.

Zakłady 14 i 40 z listy referencyjnej stosują tą technikę.

### Literatura źródłowa

[89. Eklund i inni 1997], [160. Perseo, P. 2003]

## 5.6.1.3 Ekstrakcja / usuwanie oparów

### Cel

Ekstrakcja oparów może być stosowana jako metoda przetwarzania odpadów stałych, np. wydobytej gleby zanieczyszczonej lotnymi węglowodorami.

### Zasada działania

Ogólnie rzecz biorąc, ekstrakcja oparów usuwa lotne składniki organiczne z zanieczyszczonych odpadów, tworząc wystarczający przepływ powietrza pod powierzchnią ziemi, aby usunąć zanieczyszczenia ze strefy aeracji (nawietrzania) poprzez ulatnianie. Po usunięciu oparów zanieczyszczeń mogą one być wydmuchiwane bezpośrednio do atmosfery lub kontrolowane na wiele sposobów.

### Wsad oraz strumienie wyjściowe

Ekstrakcja oparów jest szeroko stosowana do obróbki wydobytych gleb zanieczyszczonych benzyną lub rozpuszczalnikami chlorowanymi (np. TCE). Jest ona również czasami wykorzystywana w celu zminimalizowania migracji oparów do struktur lub obszarów mieszkalnych podczas niektórych innych rodzajów remediacji *in situ* nieobjętych niniejszym dokumentem.

W przypadku wycieków lub nieszczelności instalacji paliwowych występują zazwyczaj ciecze zawierające dziesiątki różnych składników. Aby usunięcie ich za pomocą tego zabiegu było skuteczne, zanieczyszczenia muszą mieć na ogół ciśnienie pary (prężność) większe niż 1,0 mm Hg w temperaturze -7 °C. Całkowite usunięcie zanieczyszczeń może nie być możliwe wyłącznie przy zastosowaniu tej techniki. Ponadto nie ma ona zastosowania do gleb nasyconych lub gleb o niskiej przepuszczalności powietrza. Ma jednak zastosowanie do przetwarzania gleby zanieczyszczonej PCB.

Emisje do atmosfery są zorganizowane i tym samym mogą być łatwo kontrolowane. Sukces metody różni się w zależności od lotności (ciśnienia pary) obecnych w glebie zanieczyszczeń.

Znaczące zanieczyszczenia reszkowe mogą pozostawać w odpadach stałych po ich przetworzeniu.

### Opis procesu

Powodzenie przetwarzania danego materiału zależy od wielu czynników, przy czym dwa kluczowe kryteria to charakter zanieczyszczenia oraz charakter odpadów (np. gleby). Tendencja zanieczyszczeń organicznych do rozkładu w wodzie lub adsorpcji na cząstki gleby również wpływa na jego skuteczność, stąd też interesująca jest rozpuszczalność związku w wodzie, stała Henry'ego Law oraz współczynnik sorpcji odpadów stałych. Temperatura wpływa na każdą z tych zmiennych, a tym samym na szybkość dyfuzji pary i jej przenoszenia. Podwyższenie temperatury jest jedną z powszechnie rozważanych opcji poprawy wydajności przetwarzania. Odpady stałe mogą być ogrzewane na trzy sposoby: 1) wprowadzenie ogrzanego powietrza lub pary wodnej, 2) wprowadzenie energii elektromagnetycznej poprzez odpady, lub 3) uwolnienie ciepła poprzez reakcję chemiczną. Stosowanie ogrzanego powietrza lub pary wodnej wydaje się być najbardziej rozpowszechnionym podejściem.

Ponieważ opary są usuwane z odpadów stałych, są one przetwarzane w celu zmniejszenia emisji do atmosfery. Teoretycznie możliwe jest bezpośrednie spalanie, jeśli zawartość węglowodorów

w gazach spalinowych jest wystarczająco wysoka, ale ich stężenie zwykle znacznie spada podczas procesu usuwania. Dlatego do utrzymania spalania potrzebny jest gaz ziemny lub inne paliwo. Ponadto, ze względów bezpieczeństwa, dodawane jest zazwyczaj powietrze rozcieńczające, aby utrzymać stężenie LZO poniżej dolnej granicy wybuchowości. W przypadku niższych poziomów węglowodorów skuteczne może być utlenianie katalityczne lub adsorpcja z użyciem węgla.

Typowe systemy, środki i urządzenia obejmują ekstrakcję, monitorowanie, wtrysk powietrza, pompy próżniowe, urządzenia do uzdatniania oparów, separatory oparów/cieczy oraz urządzenia do uzdatniania fazy płynnej.

### **Użytkownicy**

Ekstrakcja oparów jest z powodzeniem stosowana od kilku lat jako kombinowane dwufazowe oczyszczanie zarówno wód gruntowych, jak i zanieczyszczonej gleby, i jest coraz częściej wykorzystywana. Chociaż zabieg ten może być stosowany w przypadku różnych rodzajów gruntów, jego skuteczność zależy od zdolności powietrza do przepływu przez glebę.

Duże ilości wydobytego gruntu mogą być przetwarzane w sposób ekonomicznie opłacalny.

### **Literatura źródłowa**

[\[89. Eklund i inni 1997\]](#), [\[12. UNEP 2000\]](#), [\[18. WT TWG 2004\]](#), [\[19. WT TWG 2004\]](#)

### **5.6.1.4 Ekstrakcja rozpuszczalnikowa (z użyciem rozpuszczalnika)**

#### **Cel**

Ekstrakcja rozpuszczalnikowa jest znacznie skuteczniejsza w obróbce związków organicznych niż związków nieorganicznych i metali. Może być stosowana w połączeniu z innymi procesami w celu zmniejszenia kosztów rekultywacji.

#### **Zasada działania**

Ekstrakcja rozpuszczalnikowa różni się od płukania gleby tym, że do ekstrakcji zanieczyszczeń z gleby stosuje się rozpuszczalniki organiczne (np. propan, butan, dwutlenek węgla, aminy alifatyczne (np. trietyloamina)), a nie roztwory wodne. Podobnie jak w przypadku mycia gleby, jest to proces separacji, który nie niszczy zanieczyszczeń. Działa na zasadzie założenia, że zanieczyszczenia będą miały większą rozpuszczalność w rozpuszczalniku niż w glebie.

#### **Wsad oraz strumienie wyjściowe (produkty wyjściowe)**

Osady, szlamy i gleby zanieczyszczone lotnymi związkami organicznymi (LZO), odpady ropy naftowej, PCB oraz rozpuszczalniki fluorowcowane mogą być skutecznie oczyszczane za pomocą ekstrakcji przy użyciu rozpuszczalnika. Usuwanie związków nieorganicznych, takich jak kwasy, zasady, sole i metale ciężkie jest ograniczone, ale te rodzaje związków zazwyczaj nie utrudniają procesu remediacji. Metale mogą ulec przemianie chemicznej na postać mniej toksyczną lub wymywalną; jednakże ich obecność w strumieniach odpadów może nadal ograniczać możliwości ich unieszkodliwiania czy recyklingu.

Chociaż procesy separacji mogą być bardziej skuteczne w oczyszczaniu gleb zanieczyszczonych paliwami ropopochodnymi, są one zazwyczaj stosowane w odniesieniu do gleb zawierających metale lub ciężkie związki organiczne.

Skoncentrowane zanieczyszczenia mogą być analizowane, a następnie przeznaczone do dalszego przetwarzania, recyklingu lub ponownego wykorzystania przed usunięciem. Podczas gdy ekstrakcja rozpuszczalnikowa może poprawić stan ciał stałych, często mogą one nadal wymagać odwadniania, obróbki pozostałości związków organicznych, dodatkowej separacji, stabilizacji lub innego rodzaju przetwarzania. Woda z procesu odwadniania, substancje stałe i woda z ekstraktora są analizowane w celu ułatwienia wyboru najbardziej odpowiedniego sposobu jej oczyszczania i usuwania.

Zanieczyszczony rozpuszczalnik należy poddać obróbce, na przykład celem zniszczenia PCB.

Tabela 5.64 przedstawia wydajność ekstrakcji z użyciem rozpuszczalnika.

Tabela 5.64: Wyniki rekultywacji osadu z separatora API poprzez ekstrakcję rozpuszczalnikową

Składnik	Koncentracja początkowa (mg/kg)	Koncentracja końcowa (mg/kg)	Usuwanie (%)
Antracen	28.3	0.12	99
Benzen	30.2	0.18	99
Benzo(a)piren	1.9	0.33	83
Ftalan dwu-2-etyloheksylu	4.1	1.04	75
Chryzen	6.3	0.69	89
Etylobenzen	30.4	0.23	99
Naftalen	42.2	0.66	98
Fenantren	28.6	1.01	96
Piren	7.7	1.08	86
Toluen	16.6	0.18	99
Ksyleny razem	13.2	0.98	93

Źródło: [160. Perseo, P. 2003]

### Opis procesu

Proces remediacji rozpoczyna się od wydobycia zanieczyszczonej gleby i podawania jej przez sito w celu usunięcia dużych przedmiotów. W niektórych przypadkach do odpadów dodaje się rozpuszczalnik lub wodę, aby wspomóc ich pompowanie do jednostki ekstrakcyjnej. W ekstraktorze dodawany jest rozpuszczalnik i mieszany z odpadami w celu ułatwienia rozpuszczania zanieczyszczeń. Badania laboratoryjne mogą określić, który rozpuszczalnik odpowiednio oddziela zanieczyszczenia od gleby. Ogólnie rzecz biorąc, rozpuszczalnik będzie miał wyższą prężność pary niż zanieczyszczenia (tj. niższą temperaturę wrzenia) tak, że przy odpowiedniej zmianie ciśnienia lub temperatury rozpuszczalnik może być oddzielony od zanieczyszczeń, sprasowany i poddany recyklingowi z powrotem do ekstraktora.

### Użytkownicy

Zakłady przetwarzające zanieczyszczoną glebę.

### Literatura źródłowa

[89. Eklundi inni 1997], [12. UNEP 2000],

## 5.6.1.5 Biodegradacja

### Cel

Zmniejszenie zanieczyszczenia organicznego gleby przy użyciu procesu biologicznego.

### Zasada działania

Degradacja tlenowa (zob. sekcja 4.2) i beztlenowa (zob. sekcja 4.3) zanieczyszczeń w wydobytej glebie.

### Wsad oraz strumienie wyjściowe

Rodzaje zanieczyszczeń, które mają być poddane obróbce to zanieczyszczenia ulegające biodegradacji, paliwa (benzyna, nafta, olej napędowy, oleje opałowe, paliwa ciężkie), olej mineralny, oleje odpadowe i ciężkie oleje organiczne. Głównymi produktami tego typu zabiegów są odkazone wydobyte gleby. Jednak w przypadku występowania zanieczyszczeń nieorganicznych gleba będzie wymagała dalszego przetwarzania.

Tabela 5.65 przedstawia pożądane właściwości gleby poddawanej biodegradacji.



Tabela 5.65: Pożądane właściwości wsadu wejściowego dla procesów biodegradacji gnojowicy w celu odkażania gleby

Charakterystyka	Pożądany zakres
Zawartość organiczna	0.025–25 w/w-%
Zawartość ciał stałych	10–40 w/w-%
Zawartość wody	60–90 w/w-%
Wielkość cząstek stałych	< 0.635 cm (średnica)
Temperatura wsadu	15–35 °C
pH wsadu	4.5–8.8
Źródło: [89. Eklund i inni 1997]	


Skuteczność biodegradacji gnojowicy dla niektórych ogólnych grup zanieczyszczeń została przedstawiona w tabeli 5.66.

Tabela 5.66: Możliwość zastosowania biodegradacji fazy zawiesinowej (gnojowicy) do oczyszczania zanieczyszczeń w glebie, osadach i szlamach

Zanieczyszczenie	Zastosowanie
<b>Zanieczyszczenia organiczne:</b>	
Półlotne substancje fluorowcowane	2
Półlotne substancje niefluorowcowane	2
Pestycydy	2
Fluorowcowane substancje lotne	1
Niefluorowcowane substancje lotne	1
Cyjanki organiczne	1
PCB	1
Dioksyny/furany	0
Organiczne substancje korozyjne	0
<b>Zanieczyszczenia nieorganiczne:</b>	
Cyjanki nieorganiczne	1
Azbest	0
Nieorganiczne substancje korozyjne	0
Nielotne metale	0
Materiały radioaktywne	0
Metale lotne	0
<b>Zanieczyszczenia reaktywne:</b>	
Utleniacze	0
Reduktory	0
Uwagi: 0 = Brak oczekiwanej skuteczności - opinia eksperta jest taka, że technologia nie zadziała. 1 = Potencjalna skuteczność - opinia eksperta jest taka, że technologia będzie działać. 2 = Wykazana skuteczność - udanie przeprowadzony test użyteczności technologii.	
Źródło: [89. Eklund i inni 1997]	

Chemiczny charakter zanieczyszczeń obecnych w glebach proponowanych do bioremediacji w fazie stałej ma istotne znaczenie dla określenia tempa biodegradacji. Chociaż prawie wszystkie składniki produktów ropopochodnych zazwyczaj ulegają biodegradacji, im bardziej złożona jest struktura molekularna składników, tym trudniejsza i mniej szybka jest obróbka biologiczna. Składniki alifatyczne i monoaromatyczne o niższej masie cząsteczkowej łatwiej ulegają biodegradacji niż składniki organiczne alifatyczne lub poliaromatyczne o wyższej masie cząsteczkowej (zob. tabela 5.67).

Tabela 5.67: Biodegradowalność zanieczyszczonej gleby proponowana do rekultywacji fazy stałej

Charakter chemiczny a podatność na biodegradację		
Biodegradowalność	Przykładowe składniki	Produkty, w których zazwyczaj znajdują się te składniki
<p>BARDZIEJ DEGRADOWALNE</p>  <p>MNIEJ DEGRADOWALNE</p>	n-butan, I-pentan, n-octan	Benzyna
	Nonan	Diesel (olej napędowy)
	Metylobutan, dimetylo-penteny, metyloktany	Benzyna
	Benzen, toluen, etylobenzen, ksyleny	Benzyna
	Propylobenzeny	Diesel, nafta
	Dekan	Diesel
	Dodekan	Nafta
	Tridekan	Paliwa do ogrzewania
	Tetradekan	Oleje smarne
	Naftalen	Diesel
Fluoranten	Nafta	
Piren	Paliwa do ogrzewania	
Acenaften	Oleje smarne	

Źródło: Komentarz FR #353 w [\[21. WT TWG 2016\]](#)

### Opis procesu

Brak tlenu jest najbardziej ograniczającym czynnikiem biodegradacji zanieczyszczeń w glebie, a wiele różnych procesów zostało opracowanych w celu optymalizacji natlenienia ziemi. Różne zabiegi biologiczne różnią się w zależności od stosowanych technologii napowietrzania. Istnieją dwa rodzaje procesów: *in situ* oraz *ex situ*.

#### Biodegradacja *in situ*

Biodegradacja *in situ* to termin odnoszący się do procesów przetwarzania biologicznego, które są przeprowadzane w miejscu, w którym znajduje się zanieczyszczona gleba. Procesy takie nie są objęte tym dokumentem, ponieważ rekultywacja nieeksploatowanych zanieczyszczonych gleb nie jest uważana za działalność związaną z przetwarzaniem odpadów.

#### Biodegradacja *ex situ*

Biodegradacja *ex situ* jest ogólnym terminem dla procesów przetwarzania, w których zanieczyszczona gleba lub osad jest wydobywany i rekultywowany poprzez procesy biologiczne. Technologia bioremediacji *ex situ* może obejmować bioremediację w fazie zawiesinowej (gnojowicy), gdzie zawiesina wodna powstaje w wyniku połączenia zanieczyszczonej gleby lub szlamu z wodą, a następnie zanieczyszczenia ulegają biodegradacji w samodzielnym reaktorze lub w lagunie. Biodegradacja *ex situ* obejmuje również bioremediację w fazie stałej, taką jak magazynowanie, kompostowanie oraz tzw. bio-pile. W tych procesach zanieczyszczona gleba jest wydobywana, a tlen, składniki biogenne, woda lub mikroorganizmy są dodawane w celu zwiększenia naturalnej biodegradacji zanieczyszczeń.

#### Bioremediacja fazy zawiesinowej

Za stosowaniem bioremediacji w fazie zawiesinowej stoją dwa główne cele: (1) zniszczenie zanieczyszczeń organicznych w glebie lub osadach oraz, co równie ważne, (2) zmniejszenie objętości skażonego materiału. Wykazano, że biodegradacja gnojowicy jest skuteczna w oczyszczaniu silnie zanieczyszczonych gleb, w których stężenie paliwa lub innych zanieczyszczeń organicznych wynosi od 2 500 mg/kg do 250 000 mg/kg. Proces wytwarzania

zawiesiny wykazał również pewien potencjał w zakresie przetwarzania szerokiego zakresu zanieczyszczeń, w tym pestycydów, krezotu, pentachlorofenolu, PCB i innych fluorowcowanych substancji organicznych.

Przed zastosowaniem biodegradacji fazy zawiesinowej wymagane jest przygotowanie odpadów. Przygotowanie może obejmować wydobycie i obróbkę materiału odpadowego, jak również przesiewanie w celu usunięcia gruzu i dużych obiektów. W celu spełnienia wymagań dotyczących wsadu może być również wymagana redukcja wielkości cząstek, dodanie wody oraz regulacja pH i temperatury.

Po zakończeniu biodegradacji zanieczyszczeń, oczyszczona zawiesina jest przesyłana do systemu separacji/odwadniania. W celu usunięcia wody z gleby można zastosować separator grawitacyjny.

### Bioremediacja fazy stałej

Bioremediacja fazy stałej polega na wydobyciu i przygotowaniu zanieczyszczonej gleby w celu zwiększenia bioremediacji zanieczyszczeń. Typowe techniki stosowane do przygotowania gleby do bioregeneracji to przesiewanie/rozdrabnianie, homogenizacja, poprawa jakości składników biogenicznych oraz dodawanie kompostu. Bioremediacja przeprowadzana jest w tzw. bio-pile (obracanie gleby lub wtrysk powietrza).

Przetwarzanie tlenowe polega na magazynowaniu odpadów ulegających biodegradacji za pomocą środka spęczniającego w celu zwiększenia porowatości materiału glebowego. Bioremediacja jest podobna do kompostowania, ponieważ zanieczyszczona gleba jest spiętrzana w dużych kopcach. Jednakże, dla omówionego procesu, powietrze jest zazwyczaj dostarczane poprzez "przeciąganie" powietrza przez stos. Otwarte przyzmy nie są stosowane tam, gdzie zanieczyszczenia są lotne ze względu na potencjał emisji. Procesy zamknięte mają tę zaletę, że zapewniają optymalne warunki tlenowe, temperaturowe i wilgotnościowe.

### **Użytkownicy**

Zakłady 105, 186C, 353\_359, 481, 482\_483 oraz 625 z listy referencyjnej.

## **5.6.2 Aktualne poziomy emisji oraz zużycia**

Tabela 5.68 zawiera przegląd zakładów z listy referencyjnej uzdatniających zanieczyszczoną glebę, wraz z zastosowanym procesem i związanymi z nim emisjami do atmosfery i wody.

Na liście referencyjnej znajdują się trzy rodzaje zakładów:

- zakłady dokonujące biodegradacji zanieczyszczonej gleby, w których, z wyjątkiem jednego przypadku, nie występują emisje do atmosfery, a emisje do wody pochodzą głównie z wód odpływowych lub ze składowisk odpadów eksploatowanych na tym samym terenie;
- zakłady wykonujące termiczną desorpcję zanieczyszczonej gleby, gdzie emisje są głównie do atmosfery;
- zakłady wykonujące płukanie wodą zanieczyszczonej gleby, gdzie emisja jest głównie do wody.

Niniejsza sekcja skupia się na dwóch ostatnich kategoriach.

Tabela 5.68: Zakłady z listy referencyjnej zajmujące się oczyszczaniem zanieczyszczonej gleby

Numer zakładu	Wsad odpadów	Opis wsadu odpadów	Proces	Źródła emisji do atmosfery	Źródła emisji do wody
014	Zanieczyszczona gleba, odpady płynne na bazie wody, inne stałe odpady przemysłowe	Gleba pochodząca z rekultywacji terenu, wycieki ze składowisk, ścieki przemysłowe, odpady przemysłowe	Płukanie gleby wodą	Zakład płukający	Jednostka uzdatniania wody procesowej
040	Zanieczyszczona gleba	Odpady niebezpieczne i inne niż niebezpieczne: głównie zanieczyszczona gleba (70-80 %), beton, zużyte materiały i odpady budowlane.	Przesiewanie na sucho i na mokro. Miażdżenie. Mycie wodą glebową z dodatkiem flokulantów plus kontrola pH (proces i oczyszczanie ścieków są identyczne). Separacja pod względem ciężaru właściwego stosowana do drewna i innych materiałów o niższym ciężarze właściwym. Fizyczno-chemiczna oczyszczalnia ścieków z prasą filtracyjną (proces i oczyszczanie ścieków są identyczne).	Magazynowanie odpadów niebezpiecznych oraz płukanie gleby	Płukanie gleby
105	Zanieczyszczona gleba	Zanieczyszczona gleba pochodząca zazwyczaj z terenów poprzemysłowych poddawanych renowacji lub innych operacji oczyszczania.	Biodegradacja tlenowa	Brak zorganizowanych emisji do atmosfery	Cała woda w procesie na wolnym powietrzu jest gromadzona w betonowym zbiorniku. Woda jest wykorzystywana w sposób ciągły do biologicznego oczyszczania gleby (nawilżanie), do zwalczania zapylenia i odparowywania. Woda nie jest emitowana do zewnętrznych odbiorców.
186C	Zanieczyszczona gleba	NI	Degradacja biologiczna (czas przebywania 3-6 miesięcy) i usuwanie odpadów z powietrza	NI	NI
188C	Zanieczyszczona gleba	NI	Desorpcja w piecu obrotowym opalonym bezpośrednio.	Desorpcja	Brak emisji do wody
353_3 59	Zanieczyszczona gleba	Organicznie zanieczyszczona gleba (głównie węglowodory)	Degradacja tlenowa (rozkład tlenowy)	Degradacja tlenowa	Strumień wody wynika głównie z deszczówki zebranej z dachu budynku i wewnętrznego ciągu komunikacyjnego.

481	Odpady zielone,	Drewno i inne	Separacja	Brak emisji	Wszystkie procesy, w
-----	-----------------	---------------	-----------	-------------	----------------------

	szlam, zanieczyszczona gleba, inne	odpady zielone z ogrodów i parków, szlam z oczyszczalni ścieków komunalnych, odpady włókniste z produkcji pulpy papierowej i papieru, zanieczyszczona gleba, obornik koński, popiół denny z instalacji do spalania pulpy i papieru, papier uszkodzony przez ogień i wodę, kora	ferromagnetyczna, rozkład tlenowy (proces kompostowania odbywa się do momentu uzyskania wystarczającej biodegradacji, aby kompost mógł być wykorzystany do przykrycia zamkniętych części składowiska ziemią)	zorganizowanych do atmosfery	tym odciek ze składowiska odpadów. Woda jest odprowadzana do wspólnego zakładowego zakładu oczyszczania ścieków (gdy na projekt/eksploatację zakładu oczyszczania ścieków wpływają głównie strumienie ścieków pochodzące z działalności innej niż z zakładu unieszkodliwiania odpadów).
482_4 83	Zanieczyszczona gleba, osad, odpady o wartości opałowej, WEEE, inne	Zanieczyszczona olejem gleba, osady ściekowe z miejskiego zakładu oczyszczania ścieków oraz z przydomowych oczyszczalni ścieków, odpady drzewne i inne odpady o wartości kalorycznej, niewyspecyfikowane HW, przetworzone odpady drzewne, WEEE + inne odpady (lampy fluorescencyjne, sprzęt chłodniczy, odpady elektroniczne)	Degradacja tlenowa (czas przebywania > 1 rok). Zanieczyszczona gleba i osady ściekowe są kompostowane w pasach na wolnym powietrzu. Odpady miesza się z "odpadami zielonymi", aby uzyskać właściwy stosunek azotu do węgla (N/C), oraz strukturę, która pozwala na stosowanie tlenu. Zanieczyszczona gleba jest kompostowana i przechowywana na szczelnie zamkniętych powierzchniach betonowych z gromadzeniem wody kierowanej do zewnętrznej oczyszczalni ścieków.	Brak emisji zorganizowanych do atmosfery	Główna część ścieków pochodzi z wysypiska. Ścieki są oczyszczane w oczyszczalni ścieków komunalnych.
494	Odpady o wartości kalorycznej	Płuczka wiertnicza i zwierziny	Piece obrotowe opalane pośrednio	Piec obrotowy opalany pośrednio, utleniacz termiczny	Piec obrotowy opalany pośrednio
625	Zanieczyszczona gleba	Gleba zanieczyszczona substancjami niebezpiecznymi pochodząca z różnych miejsc.	Degradacja tlenowa (czas przebywania: średnio 1 rok; zazwyczaj od 3 do 48 miesięcy)	Brak zorganizowanych emisji do atmosfery. Nie ma wymagań dotyczących kontroli emisji do atmosfery, ale hałdy wydzielające odory/substancje lotne są w razie potrzeby pokrywane. W przypadku wykrycia znaczącego odoru, przetwarzanie odpadów zostaje wstrzymane.	Transport partiami nadmiaru zebranego odcieku z basenu sedymentacyjnego. Nadmiar odcieku jest transportowany samochodami ciężarowymi do zakładu przetwarzania odpadów komunalnych.
Uwaga: NI = Brak danych.					

### 5.6.2.1 Emisje z desorpcji termicznej

[42. WT TWG 2014]

Emisje do atmosfery z systemów desorpcji termicznej zależą od charakterystyki odpadów, zastosowanego procesu desorpcji oraz używanego sprzętu do kontroli emisji. Emisje do atmosfery związane z desorpcją termiczną pochodzą z kilku źródeł. Źródła tych emisji różnią się znacznie w zależności od procesu. Komin dopalacza odpowietrza produkty spalania, podobnie jak system ogrzewania opalany paliwem, jeżeli gazy spalinowe nie są doprowadzane do desorbera. System ogrzewania opalany paliwem zazwyczaj wykorzystuje propan, gaz ziemny lub olej opałowy. Jeśli kontrola emisji LZO składa się z filtra workowego, płuczki i adsorbera z fazą lotną węgla, gaz odlotowy będzie zawierał małe stężenia pierwotnych zanieczyszczeń, jak również produkty wszelkich reakcji chemicznych, które mogą wystąpić. Objętość gazu wylotowego z jednostki desorpcji termicznej zależy od typu procesu. Tabele 5.69 i 5.70 przedstawiają przegląd emisji do atmosfery w dwóch zakładach z listy referencyjnej wykonujących desorpcję termiczną.

**Tabela 5.69: Kontrola emisji do atmosfery w zakładach wykonujących desorpcję termiczną zanieczyszczonej gleby**

Zakład	Rodzaj podgrzewania	Średnie natężenie emisji do atmosfery (Nm <sup>3</sup> /h)	Techniki ograniczające emisje	Mierzone zanieczyszczenie
188C	Podgrzewanie bezpośrednie	30 771	Płuczka alkaliczna (dla SO <sub>2</sub> ), utlenianie termiczne (temperatura 850 °C i czas przebywania 2 sekundy dla LZO, WWA, całkowitego LZO), adsorpcja z użyciem węgla aktywnego (dla rtęci i PCDD/PCDF), system filtrów workowo-tkaninowych (dla pyłu).	Pył, SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> , CO, HCl, HF, całkowite LZO, Cd+Tl, Hg, metale razem, PCDD/PCDF
494 <sup>(1)</sup>	Podgrzewanie pośrednie	3 993	Cyklon, kondensacja oleju i frakcji wodnych celem dalszego odzysku oraz oddzielenia produktu naftowego i czystej wody, która może być poddana recyklingowi przez system, utlenianie termiczne	SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> , CO, całkowite LZO

<sup>(1)</sup> Monitorowanie kamina nie jest wymagane, dlatego dane są dostępne tylko za rok 2010.

Tabela 5.70: Emisje do atmosfery mierzone w zakładach wykonujących desorpcję termiczną zanieczyszczonej gleby

Pomierzony parametr	Rodzaj pomiaru	Uwzględnione zakłady	Zakres wartości średnich (mg/Nm <sup>3</sup> z wyjątkiem przepływu)	Liczba pomiarów podczas trzyletniego okresu referencyjnego (2010-2012)	Standard lub zastosowana metoda
Przepływ (m <sup>3</sup> /h)	Ciągły	188C	30 771	Średnia krótkoterminowa: ½ h/ Średnia długoterminowa: dobowa	NI
	Okresowy	494	3993	1	NI
Pył	Ciągły	188C	Średnia krótkoterminowa: 10.1 Średnia długoterminowa: 4.4	Średnia krótkoterminowa: ½ h/ Średnia długoterminowa: dobowa	Beta
SO <sub>x</sub>	Ciągły	188C	Średnia krótkoterminowa: 42 Średnia długoterminowa: 12.1	Średnia krótkoterminowa: ½ h/ Średnia długoterminowa: dobowa	IR
	Okresowy	494	1087	1	TGN M21
NO <sub>x</sub>	Ciągły	188C	Średnia krótkoterminowa: 148.3 Średnia długoterminowa: 116.4	Średnia krótkoterminowa: ½ h/ Średnia długoterminowa: dobowa	IR
	Okresowy	494	478	1	BS EN 14792
CO	Ciągły	188C	Średnia krótkoterminowa: 23.3 Średnia długoterminowa: 9.9	Średnia krótkoterminowa: ½ h/ Średnia długoterminowa: dobowa	IR
	Okresowy	494	9.8	1	BS EN 15058
HCl	Ciągły	188C	Średnia krótkoterminowa: 4.1 Średnia długoterminowa: 1.4	Średnia krótkoterminowa: ½ h/ Średnia długoterminowa: dobowa	IR
HF	Ciągły	188C	Średnia krótkoterminowa: 0.9 Średnia długoterminowa: 0.3	Średnia krótkoterminowa: ½ h/ Średnia długoterminowa: dobowa	IR
Całkowite LZO	Ciągły	188C	Średnia krótkoterminowa: 8.9 Średnia długoterminowa: 3.4	Średnia krótkoterminowa: ½ h/ Średnia długoterminowa: dobowa	IR
	Okresowy	494	3.7	1	BS EN 12619
Cd+Tl	Okresowy	188C	0.016	6	NF EN 14385
Hg	Okresowy	188C	0.113	6	NF EN 13211
Suma metali	Okresowy	188C	0.158	6	NF EN 14385
PCDD/PCDF	Okresowy	188C	0.035	6	NF EN 1948-12-3
Uwagi: NI = Brak danych. IR = Podzzerwień.					

Różne rodzaje systemów desorpcji termicznej mogą wytworzyć do dziewięciu strumieni procesowych: oczyszczona gleba, odrzucone części ponadwymiarowe, zanieczyszczenia

skondensowane, woda, pył, czysty gaz wylotowy, osad separatora fazowego, faza wodna zużytego węgla oraz faza parowa zużytego węgla. Gazy wylotowe z urządzeń ogrzewanych pośrednio, np. ślimaków termicznych, mogą być poddawane obróbce za pomocą mniejszych systemów chemicznych/fizycznych, takich jak filtr workowy lub skraplacz, a następnie dopalacz.

Jeśli chodzi o emisje do wody, w jednym przypadku nie wspomina się o uwolnieniu wody (zakład 188C), a w drugim (zakład 494) ścieki są przesyłane samochodami do oczyszczalni ścieków poza terenem zakładu po usunięciu oleju, ale nie wykonuje się żadnych pomiarów.

#### Zużycie energii [42. WT TWG 2014]

Podawane średnie zużycie energii na tonę przetworzonych odpadów wynosi od 200 kWh/t do 400 kWh/t. Głównym źródłem energii jest paliwo kopalne (płynne lub gazowe).

#### Zużycie wody [42. WT TWG 2014]

Zgłoszone średnie zużycie wody waha się od 90 l/t do 180 l/t. W jednym przypadku woda używana jest głównie do tłumienia zapylenia (wysuszone ciała stałe są zwilżane). W drugim przypadku woda jest używana w płucze mokrej oraz do schładzania gleby.

### 5.6.2.2 Emisje z ekstrakcji oparów odpadów stałych

[42. WT TWG 2014]

Emisje do atmosfery związane z systemami odprowadzania oparów pochodzą przede wszystkim z komina. Dodatkowe uwolnienia lotnych substancji organicznych mogą nastąpić w wyniku oczyszczania każdej zanieczyszczonej wody, która została ekstrahowana. Emisje ulotne są uważane za nieistotne ze względu na podciśnienie występujące w większości systemów.

Emisje obejmują nieprzetworzone lotne substancje organiczne z procesu ekstrakcji. Półlotne związki organiczne są usuwane, choć w mniejszym stopniu niż LZO, co prowadzi do późniejszej emisji do atmosfery. Mogą również występować mniejsze ilości emisji do atmosfery związane z systemem kontroli. Ze względu na różnorodność technologii przetwarzania oparów, emisje z komina mogą również obejmować niektóre produkty niekompletnego spalania, NOX, pył, CO i kwaśne gazy. Głównym przedmiotem troski są jednak lotne związki organiczne. Dane dotyczące emisji do atmosfery dla kilku systemów ekstrakcji oparów podsumowano w tabeli 5.71.

**Tabela 5.71: Emisje z systemów ekstrakcji oparów**

Liczba przebadanych systemów	Parametr	Jednostki	Zakres wartości	Przybliżona średnia
13	Natężenie przepływu na odwiert	m <sup>3</sup> /min	0.2–8	2
	Usuwanie	kg/dzień	0.9–113	27
	Koncentracja gazów spalinowych	ppmv	20–350	100
17	Całkowite natężenie przepływu	m <sup>3</sup> /min	0.1–161	23
	Przetwarzanie:	NA	NA	NA
	• brak	n <sup>o</sup> systems	9	NA
	• węgiel	n <sup>o</sup> systems	6	NA
	• spalanie katalityczne	n <sup>o</sup> systems	1	NA
17	• spalanie	n <sup>o</sup> systems	1	NA
	Szybkość usuwania	kg/dzień	2–195	45
	Całkowite natężenie przepływu	m <sup>3</sup> /min	0.7–318	62
	Koncentracja zanieczyszczenia	ppmv	150–3 000	400
	Efektywność kontroli	%	90–99	95

Uwagi: NA = Nie dotyczy.  
Źródło: [89. Eklund i inni 1997]



Wskaźnik emisji LZO w czasie z nieprzerwanie działających systemów ekstrakcji oparów wykazuje tendencję do wykładniczej krzywej rozkładu.

### 5.6.2.3 Emisje oraz zużycie w procesie mycia gleby

[42. WT TWG 2014]

W procesie płukania gleby największy potencjał emisji zanieczyszczeń lotnych występuje w procesach wydobywania, transportu materiałów, przygotowania wsadu oraz ekstrakcji. Strumienie odpadów mogą być również potencjalnym źródłem emisji LZO. Proces odzysku z użyciem rozpuszczalnika zawiera również etap odparowania rozpuszczalnika, dzięki czemu możliwe są emisje lotne zarówno z procesu odparowania, jak i z innych etapów procesu z użyciem rozpuszczalnika. Strumienie odpadów mogą być również źródłem emisji LZO, jeśli jakiegokolwiek LZO są już w nich obecne. W przypadku procesów ekstrakcji z wykorzystaniem rozpuszczalników problemem mogą być również emisje samego rozpuszczalnika.

Obszary magazynowe muszą być utrzymywane pod szczególną kontrolą, aby uniknąć rozproszenia zanieczyszczeń, zwłaszcza pyłu. W przypadku ścieków, instalacje są zawsze wyposażone w urządzenie do oczyszczania zawiesiny wodnej, do którego woda jest przesyłana przed jej odprowadzeniem.

Mycie gleby generuje cztery strumienie odpadów: zanieczyszczone substancje stałe oddzielone od wody płuczającej; ścieki; osady z oczyszczania ścieków plus pozostałości substancji stałych; emisje do atmosfery.

Tabele 5.72 i 5.73 przedstawiają przegląd emisji do atmosfery w dwóch zakładach z listy referencyjnej wykonujących płukanie wodą zanieczyszczonej gleby.

**Tabela 5.72: Kontrola emisji do atmosfery w zakładach wykonujących płukanie wodą zanieczyszczonej gleby**

Zakład	Średnie natężenie przepływu emisji do atmosfery (Nm <sup>3</sup> /h)	Zastosowane techniki ograniczające	Zanieczyszczenia mierzone w emisjach do atmosfery
014	17	Płukanie na mokro (jedna pozioma i jedna pionowa płuczka gazowa mokra)	Pył
040 <sup>(1)</sup>	NI	System filtrów workowo-tkaninowych, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego, rozpylanie wody (pył)	OWO, Hg, Pb, Cr, Ni

<sup>(1)</sup> System redukcji zainstalowany latem 2014 roku. Brak pomiarów w kwestionariuszu.  
Uwaga: NI = Brak danych.

**Tabela 5.73: Zanieczyszczenia mierzone w emisjach do atmosfery z zakładów wykonujących płukanie wodą zanieczyszczonej gleby**

Pomierzone zanieczyszczenie	Rodzaj pomiaru	Uwzględnione zakłady	Wartość średnia (mg/Nm <sup>3</sup> )	Liczba pomiarów podczas trzyletniego okresu referencyjnego (2010-2012)	Standard lub zastosowana metoda
Pył	Okresowy	14	1,9	3	Grawimetryczny
OWO	Okresowy	40	NI	3	NI
Hg	Okresowy	40	NI	3	NI
Sb	Okresowy	40	NI	3	NI
Cr	Okresowy	40	NI	3	NI
Ni	Okresowy	40	NI	3	NI

Uwaga: NI = Brak danych.

Jeśli chodzi o wodę, nie ma zakładów z listy referencyjnej z bezpośrednim odprowadzeniem do środowiska. Tabele 5.74 i 5.75 przedstawiają przegląd emisji do wody w dwóch zakładach z listy referencyjnej wykonujących płukanie wodą zanieczyszczoną gleby.

**Tabela 5.74: Kontrola emisji do wody w zakładach wykonujących płukanie wodą zanieczyszczoną gleby**

Numer zakładu	Źródło emisji do wody	Rodzaj zrzutu	Środowisko odbierające	Techniki ograniczające emisje do wody	Przebieg przepływu wody	Zanieczyszczenia mierzone w emisjach do wody
014	Jednostka uzdatniania wody procesowej (technologicznej)	Odprowadzenie z instalacji WT i jej systemów pomocniczych, jak również z zakładowej oczyszczalni ścieków do miejskiej/gminnej sieci kanalizacyjnej	NI	Dekantacja, flokulacja, neutralizacja, sedimentacja (stawy), opady atmosferyczne, zbiorniki buforowe, flotacja, filtr piaskowy, filtr z węglem aktywnym	5.5	pH, THC, WWA, CN-, siarczany, Cd, Hg, Pb, Cr, Cu, Zn, AOX, BTEX, PCB
040	Płukanie gleby	Odprowadzenie z instalacji WT i jej systemów pomocniczych, jak również z zakładowej oczyszczalni ścieków do miejskiej/gminnej sieci kanalizacyjnej.	Rzeka / ciek wodny	Dekantacja z flokulantami, prasa filtrująca, filtracja, filtracja z użyciem węgla aktywnego/adsorpcja, kontrola pH i regulacja z wtryskiem CO <sub>2</sub> , zbiorniki buforowe, usuwanie substancji biogenych. Wstępnie oczyszczone ścieki są odprowadzane do wspólnej biologicznej oczyszczalni ścieków (nie będącej częścią zakładu). Wewnętrzny obieg wody. Redukcja zużycia wody oraz minimalizacja ilości ścieków. Zużyta w instalacji woda jest wykorzystywana wewnętrznie po oczyszczeniu tak często, jak to możliwe (obieg) przed odprowadzeniem do oczyszczalni ścieków.	15	pH, TSS, THC, WWA, F-, S <sub>2</sub> -, SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , CN-, NO <sub>2</sub> /NO <sub>3</sub> -, Cd, Ag, As, Pb, Cr, Cr(VI), Co, Cu, Ni, Zn, chlor, fenole, AOX, BTEX, Sn

Uwaga: NI = Brak danych.

Tabela 5.75: Parametry mierzone w emisjach do wody w zakładach wykonujących płukanie wodą zanieczyszczoną gleby

Mierzone zanieczyszczenie	Rodzaj pomiaru	Uwzględnione zakłady	Pomiar średni (mg/l z wyjątkiem pH)	Liczba pomiarów podczas trzyletniego okresu referencyjnego (2010-2012)
pH	Próbka zbiorcza	14	8.4	NI
	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	40	8.4-11.4	Średnia dobową
TSS	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	40	61	Średnia dobową
THC	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	40	0.087	Średnia dobową
	Próbka zbiorcza	14	2.52	NI
WWA	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	40	0.057	Średnia dobową
	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	14	0.0006	NI
F <sup>-</sup>	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	40	1.7	Średnia dobową
S2-	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	40	0.1	Średnia dobową
SO <sub>3</sub> 2-	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	40	0.5	Średnia dobową
CN <sup>-</sup>	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	40	0.04	Średnia dobową
	Próbka zbiorcza	14	0.005	NI
Siarczany	Próbka zbiorcza	14	644	NI
NO <sub>2</sub> -/NO <sub>3</sub> -	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	40	5.8	Średnia dobową
Cd	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	40	0.005	Średnia dobową
	Próbka zbiorcza	14	0.008	NI
Hg	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	40	0.0011	Średnia dobową
	Próbka zbiorcza	14	0	NI
As	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	40	0.017	Średnia dobową

Pb	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	40	0.01	Średnia dobową
	Próbka zbiorcza	14	0.0349	NI
Cr	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	40	0.089	Średnia dobową
	Próbka zbiorcza	14	0.0273	NI
Cr(VI)	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	40	0.036	Średnia dobową
Co	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	40	0.008	Średnia dobową
Cu	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	40	0.023	Średnia dobową
	Próbka zbiorcza	14	0.184	NI
Ni	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	40	0.0074	Średnia dobową
Zn	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	40	0.019	Średnia dobową
	Próbka zbiorcza	14	0.325	NI
Chlor	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	40	0.1	Średnia dobową
Fenole	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	40	0.113	Średnia dobową
AOX	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	40	0.059	Średnia dobową
	Próbka zbiorcza	14	0.9	NI
BTEX	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	40	0.0025	Średnia dobową
	Próbka zbiorcza	14	0.0017	NI
PCB	Próbka zbiorcza	14	0	NI
Sn	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	40	0.014	Średnia dobową

Zgłoszone średnie zużycie energii na tonę przetworzonych odpadów wynosi około 13 kWh/t, przy czym zakres ten waha się od 8-18 kWh/t. Energia elektryczna jest głównym źródłem zasilania, chociaż paliwa kopalne są również wykorzystywane do przetwarzania oraz transportu odpadów wejściowych. [\[42. WT TWG 2014\]](#)

Zgłoszone średnie zużycie wody na tonę oczyszczonych odpadów wynosi około 86 l/t, przy czym zakres ten waha się od 63 do 110 l/t. Jeden z zakładów wskazał, że wykorzystuje wodę głównie do redukcji emisji pyłów (rozpylanie wody) i że poddaje recyklingowi dużą ilość zużytej wody. [\[42. WT TWG 2014\]](#)

## 5.6.2.4 Emisje oraz zużycie w procesie biodegradacji

*Emisje do atmosfery spowodowane biodegradacją ex situ*

Niewiele jest informacji na temat strat lotnych z procesów bioremediacji *ex situ*. W tabeli 5.76 podsumowano dostępne dane dotyczące zarówno układów zawieszinowych, jak i tzw. bio-pile. Chociaż dane te są nieliczne, ulatnianie się wydaje się być niewielkim procentem ogólnego usuwania węglowodorów w tym procesie.

Tabela 5.76: Podsumowanie danych dotyczących emisji dla systemu bioremediacji *ex situ*

Zanieczyszczenia	Poziom emisji	Emisja całkowita	Biodegradacja / ulatnianie się	Uwagi
<i>bioremediacja fazy zawieszinowej</i>				
Kreozot	0.07–6.3 g HC/h	NI	NI	Stężenia gazów wylotowych osiągnęły najwyższy poziom w ciągu pierwszego dnia i zmniejszyły się do poziomu bliskiego linii bazowej w ciągu piątego dnia.
Osad z ropy naftowej	NI	910 kg HC	NI	Oczyszczono 425 000 kg gleby. Emisje zmniejszono do poziomu tła w szóstym dniu.
Osad z ropy naftowej	NI	10-20 kg/rok; 1,5 kg pogłębienie; 30 kg zbiornik magazynowy; 4 kg staw	NI	Szacuje się, że system podczas pracy na pełną skalę emituje 500-2 000 kg LZO.
<i>Bio-pile</i>				
Benzyna	NI	NI	99 %/1 %	Emisje do atmosfery pomierzono w odniesieniu do operacji magazynowania/obsługi, mieszania i utwardzania. Składniki zmieszane stanowiły 96 % utraconych zanieczyszczeń. 73 % utraconych LZO zostało uwięzionych w jednostkach węglowych.
Ropa naftowa	0,01 kg/godz. HC aż do końca; 0,03 kg/godz. HC po przetworzeniu (węgiel)	NI	NI	Gaz wylotowy został zawrócony do bio-pile celem dalszej redukcji emisji.
Ropa naftowa	16 ppb BTEX rozruch; 5 ppb BTEX (dzień 8); <1 ppb BTEX (dzień 35)	NI	>99 %/<1 %	
Uwagi: HC = Węglowodory ogółem. NI = Brak danych. Źródło: [89. Eklund i inni 1997]				

W otwartych lagunach oraz w procesach obróbki tlenowej czy na powierzchni ziemi, podstawowymi czynnikami środowiskowymi wpływającymi na emisje do atmosfery, oprócz podatności na biodegradację i lotność odpadów, są temperatura procesu oraz prędkość wiatru. Emisje zwiększają się wraz ze wzrostem turbulencji powierzchniowych spowodowanych przez wiatr lub drgania mechaniczne. Temperatura wpływa na emisję poprzez oddziaływanie na wzrost mikroorganizmów. W temperaturach poza pasmem optymalnej aktywności drobnoustrojów

ulatnianie się zwiększa. Emisje z samodzielnych reaktorów są również określane na podstawie parametrów konstrukcyjnych reaktora, takich jak ilość powietrza lub tlenu wykorzystanego

do napowietrzania zawiesiny. Wyższy przepływ gazu powoduje usunięcie z roztworu większej ilości lotnych substancji oraz zwiększenie emisji do atmosfery.

#### Zużycie energii [42. WT TWG 2014]

Zgłoszone zużycie energii na tonę przetworzonych odpadów wynosi 23 kWh. Wykorzystuje się zarówno energię elektryczną, jak i paliwa kopalne (prawie w równym stopniu).

#### Zużycie wody [42. WT TWG 2014]

Zgłoszone zużycie wody na tonę oczyszczonych odpadów wynosi około 50 l. Woda jest wykorzystywana na potrzeby procesu na tym samym poziomie zużycia jako woda do czyszczenia oraz w celu ograniczenia emisji zanieczyszczeń do atmosfery.

Około jedna trzecia zużytej wody jest poddawana recyklingowi.

#### Zużycie surowców pierwotnych

Najczęściej zanieczyszczenia organiczne są wykorzystywane przez mikroorganizmy jako źródło węgla i energii. Ponadto, stężenie składników biogennych, takich jak azot i fosfor, musi być dostosowane w celu wspierania rozwoju drobnoustrojów. Zazwyczaj sól amonowa taka jak  $\text{NH}_4\text{Cl}$  jest używana do dodawania azotu a do dodawania fosforu służy sól fosforanowa. Jednak wzrost mikroorganizmów wymaga wielu elementów, takich jak witaminy i niektóre metale (Fe, Mg, Cu, itp.). Elementy te mogą być naturalnie obecne w glebie, ale czasami konieczna może być ich poprawa (wzbogacenie). Współczynniki C:N:P są czasami używane do określenia całkowitej ilości niezbędnych składników biogennych. W rzeczywistości, stężenie składników biogennych w glebie musi być regularnie sprawdzane. Zanieczyszczona gleba jest czasami mieszana z kompostem (zazwyczaj w proporcji 10-30 % kompostu i nigdy nie więcej niż 40 %) w celu optymalizacji biologicznego przetwarzania, zgodnie z zasadami opisanymi w sekcji 4.2. Woda jest również czasami wykorzystywana w celu zwiększenia wilgotności gleby.

Tlen i składniki biogenne (azot i fosfor) są dodawane do zanieczyszczonej gleby w celu stymulowania biodegradacji. Zwiększenie flory mikroorganizmów za pomocą specyficznych organizmów (np. bakterii, grzybów) zwiększa biodegradowalność zanieczyszczeń.

#### [42. WT TWG 2014]

### **5.6.3 Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT**

#### **5.6.3.1 Desorpcja termiczna**

##### **5.6.3.1.1 Ograniczanie emisji do atmosfery pyłów oraz lotnych związków organicznych (LZO) z desorpcji termicznej zanieczyszczonej gleby**

#### **Opis**

Zbieranie gazów odlotowych oraz odpowiednie połączenie technik redukcji emisji, takich jak:

- utlenianie termiczne;
- filtr workowy;
- adsorpcja z użyciem węgla aktywnego;
- kondensacja;
- cyklon.

#### **Szczegóły techniczne**

W sekcjach 2.3.4.2, 2.3.4.4.4, 2.3.4.6, 2.3.4.8 i 2.3.4.9 znajduje się odpowiednio opis cyklonów, filtrów tkaninowych, utleniania termicznego, kondensacji i adsorpcji.

#### **Korzyści dla środowiska**

Redukcja emisji do atmosfery pyłu oraz LZO.

### **Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Zobacz tabela 5.70.

### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Zobacz CWW BREF [\[45. COM 2016\]](#).

### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Cyklony są stosowane w połączeniu z kilkoma innymi technikami redukcji emisji. Zob. również dokument referencyjny CWW BREF [\[45. COM 2016\]](#).

### **Siła napędowa wdrażania**

Prawodawstwo dotyczące zanieczyszczenia powietrza.

### **Ekonomika**

Zobacz CWW BREF [\[45. COM 2016\]](#).

### **Przykładowe zakłady**

Zakłady 188C oraz 494.

### **Literatura źródłowa**

[\[42. WT TWG 2014\]](#)

## **5.6.3.2 Mycie gleby**

### **5.6.3.2.1 Oczyszczanie oraz ponowne wykorzystanie ścieków do mycia gleby**

#### **Opis**

Woda technologiczna jest w miarę możliwości ponownie wykorzystywana w procesie. Nadmiar ścieków z procesu jest odprowadzany po oczyszczeniu, które składa się z odpowiedniej kombinacji następujących technik:

- neutralizacja;
- flokulacja;
- dekantacja/sedymentacja (osadzanie się);
- filtracja;
- adsorpcja;
- wytrącanie (strącanie);
- flotacja.

#### **Szczegóły techniczne**

Opis neutralizacji, flokulacji, sedymentacji, flotacji, wytrącania, filtracji i adsorpcji znajduje się odpowiednio w sekcjach 2.3.6.2.3.2.2.2.2.4, 2.3.6.2.3.5, 2.3.6.2.3.6.4.6 i 2.3.6.2.4.8.

#### **Korzyści dla środowiska**

- Minimalizacja zużycia wody.
- Redukcja emisji ścieków.

### **Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Zob. sekcja 2.3.6.1.1 w odniesieniu do ekologiczności obiektów z listy referencyjnej w zakresie emisji do wody.

### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Wyższe zużycie energii (energii elektrycznej) przez pompy, filtry i urządzenia do przetwarzania.

### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Ogólnie rzecz biorąc, ma zastosowanie. W celu uniknięcia akumulacji zanieczyszczeń w procesie może zaistnieć potrzeba poddania ścieków niektórym lub wszystkim etapom oczyszczania przed ich ponownym wykorzystaniem.

### **Ekonomika**

Zobacz CWW BREF [\[45. COM 2016\]](#).

**Siła napędowa wdrażania**

- Redukcja zużycia wody.
- Prawodawstwo dotyczące zanieczyszczenia wody.

**Przykładowe zakłady**

Zakład 14 przetwarza około 90 % wody technologicznej, w zależności od zanieczyszczenia oczyszczanej gleby.

Zakład 40 wykorzystuje wodę w procesie ciągłej recyrkulacji w ilości 700 m<sup>3</sup>/godz. Woda technologiczna jest w pełni oczyszczana/przetwarzana/recyklingowana po każdej godzinie pracy, a po oczyszczeniu za pomocą dekantera, filtra piaskowego, filtra z węglem aktywnym i regulacji pH jest ponownie wykorzystywana w procesie.

**Literatura źródłowa**

[\[42. WT TWG 2014\]](#)

**5.6.3.2.2 Kontrola emisji do atmosfery z mycia gleby****Opis**

Zbieranie gazów odlotowych oraz odpowiednie połączenie technik redukcji emisji, takich jak:

- oczyszczanie gazu metodą mokrą oraz płuczka gazowa pyłu;
- filtr workowy;
- adsorpcja z użyciem węgla aktywnego.

**Szczegóły techniczne**

W sekcjach 2.3.4.4.4, 2.3.4.9 i 2.3.4.10 znajduje się odpowiednio opis filtrów tkaninowych, adsorpcji oraz płukania.

**Korzyści dla środowiska**

Redukcja emisji do atmosfery pyłów, LZO, HCl i HF.

**Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Zobacz tabela 5.73.

**Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Zobacz CWW BREF [\[45. COM 2016\]](#).

**Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Zobacz CWW BREF [\[45. COM 2016\]](#).

**Siła napędowa wdrażania**

Prawodawstwo dotyczące zanieczyszczenia powietrza.

**Ekonomia**

Zobacz CWW BREF [\[45. COM 2016\]](#).

**Przykładowe zakłady**

Zakłady 14 oraz 40.

**Literatura źródłowa**

[\[42. WT TWG 2014\]](#)



## 5.7 Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody

### 5.7.1 Stosowane procesy oraz techniki

Procesy stosowane do oczyszczania odpadów płynnych na bazie wody są podobne do technik stosowanych do oczyszczania ścieków. Szczegółowe informacje zostały zatem już opisane w sekcji 2.3.6.

#### Cel

Oczyszczanie odpadów płynnych na bazie wody planuje się w taki sposób, aby można było oddzielić maksymalną ilość materiałów nadających się do recyklingu oraz wykorzystać minimalną ilość materiałów pomocniczych. Cele tych zabiegów są następujące:

- Umożliwienie osiągnięcia celów ochrony środowiska, w szczególności zarządzania jakością wody. Materiały, które mogą być niebezpieczne dla wody, są albo poddawane przetwarzaniu, albo wstrzymywane i/lub przekształcane w formę inną niż niebezpieczna.
- Umożliwienie prawidłowego usuwania dużych ilości odpadów płynnych oraz odpadów wymagających specjalnej kontroli.
- Oddzielenie oleju lub frakcji organicznej wykorzystywanej jako paliwo.

Wymienione procedury służą specyficznemu zastosowaniu reakcji fizyczno-chemicznych do konwersji materiału (np. neutralizacja, utlenianie, redukcja) oraz do rozdzielania materiału (np. filtracja, sedymentacja, destylacja, wymiana jonowa).

#### Zasada działania

Podczas oczyszczania odpadów płynnych na bazie wody woda jest oddzielana i przetwarzana w celu odprowadzenia do kanalizacji lub zbiorników wodnych. Przetworzona woda podlega różnym przepisom prawa dotyczącego wody począwszy od momentu jej odprowadzenia.

#### Wsad oraz strumienie wyjściowe

Odpady, które mają być poddane obróbce, składają się z cieczy wodnych lub osadów o stosunkowo wysokiej zawartości wody (> 80 w/w-%). Odpady płynne na bazie wody, które są powszechnie przetwarzane, należą do dwóch głównych kategorii, chociaż czasami są to odpady mieszane:

- woda i minerały (np. kwasowe, zasadowe, z metalami ciężkimi, toksyczne); lub
- woda i substancje organiczne (np. oleje, paliwa, rozpuszczalniki, rozpuszczone sole organicznie, o wysokim ChZT czy TZO).

#### [\[93. Podgrupa fizyczno-chemiczna 2014\]](#)

Odpadami wejściowymi mogą być:

- emulsje/środki chłodząco-smarujące;
- kwasy (np. kwasy trawiące z obróbki powierzchniowej; dodatkowe informacje można znaleźć w dokumencie referencyjnym STM BREF);
- roztwory alkaliczne (zasadowe);
- koncentraty/roztwory soli zawierające metale;
- woda z mycia;
- ścieki zawierające węglowodory;
- mieszaniny rozpuszczalników;
- odpady cyjankowe;
- szlam;
- wodne odpady ciekłe o wysokim stężeniu substancji ulegających biodegradacji;
- wodne odpady morskie.

Bez zagłębiania się w szczegóły i/lub indywidualne i konkretne przypadki, przykłady źródeł odpadów płynnych na bazie wody podano w tabeli 5.77.

Tabela 5.77: Przykładowe rodzaje odpadów płynnych na bazie wody

Rozdział LoW	Tytuł	Numer na wykazie
06	Odpady z nieorganicznych procesów chemicznych	0601 odpady roztworów kwasowych 0602 odpady roztworów alkalicznych (zasadowych) 0603 odpady soli i ich roztworów 0604 odpady zawierające metale 0605 szlamy (osady) z zakładowej oczyszczalni ścieków
07	Odpady z organicznych procesów chemicznych	0701 odpady z produkcji, przygotowania, obrotu i stosowania podstawowych chemikaliów organicznych 0702 odpady z produkcji, przygotowania, obrotu i stosowania tworzyw sztucznych, kauczuku syntetycznego i włókien sztucznych 0706 odpady z produkcji, przygotowania, obrotu i stosowania tłuszczów, smarów, mydeł, detergentów, środków dezynfekujących i kosmetyków
11	Odpady nieorganiczne zawierające metale z obróbki metali i powlekania metali; hydrometalurgia metali nieżelaznych	1101 odpady ciekłe i szlamy z obróbki i powlekania metali (np. procesy galwaniczne, cynkowanie, trawienie, wytrawianie, fosforowanie, odtłuszczanie alkaliczne)
12	Odpady z kształtowania i obróbki powierzchniowej metali i tworzyw sztucznych	1201 odpady z kształtowania (w tym kucia, spawania, prasowania, ciągnięcia, toczenia, cięcia i piłowania) 1202 odpady z mechanicznych procesów obróbki powierzchni (śrutowanie, szlifowanie, wygładzanie, docieranie, polerowanie) 1203 odpady z procesów odtłuszczania wodą i parą wodną
13	Odpady olejowe	1304 oleje zęzowe 1305 zawartość separatora wód zaolejonych
19	Odpady z oczyszczalni ścieków (również poza terenem zakładu) i przemysłu wodnego	1908 odpady z oczyszczalni ścieków, gdzie indziej niewymienione
Uwaga : LoW – Europejski Wykaz Odpadów Źródło: <a href="#">[13. Schmidt i inni 2002]</a>		

Zasadniczym przepływem masowym z uzdatniania odpadów płynnych na bazie wody są ścieki, odpowiadające około 85-95 % masy odpadów przyjętych do przetworzenia.

W zależności od rodzaju odpadów wejściowych i kombinacji zastosowanych procesów, produkt wyjściowy może obejmować:

- szlam (osad);
- placek filtracyjny (osad filtracyjny);
- zużyty olej;
- paliwo odpadowe;
- zużyty rozpuszczalnik;
- pozostałości stałe;
- wodę;
- koncentrat.

#### [\[93. Podgrupa fizyczno-chemiczna 2014\]](#)

Osad powstały w wyniku oczyszczania odpadów płynnych na bazie wody może być sprasowany i przekazany do dalszego przetwarzania, sprasowany i zmieszany z innymi osadami (zwykle organicznymi) na miejscu lub zmieszany z pozostałościami z oczyszczania gazów odlotowych w celu uzyskania produktu stałego (z reakcją egzotermiczną). Prawie wszystkie zakłady produkują osady/materiały, które są następnie w większości przypadków spalane lub współspalane, a w kilku przypadkach bezpośrednio magazynowane na wysypiskach.

Poziomy metali w odpadach są dobrze scharakteryzowane, ale zanieczyszczenia organiczne już nie. Azot i fosfor nie są zwykle w odpadach oznaczane ilościowo i będą obecne w roztworze wodnym. W tabeli 5.78 zestawiono odpady, które mogą być wytwarzane w wyniku oczyszczania odpadów płynnych na bazie wody.

**Tabela 5.78: Odpady wytworzone w procesie technologicznym przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody**

Odpady wygenerowane w procesie	Konkretna ilość (kg/tonę wszystkich przetworzonych odpadów)
Oleje	30–90
Koncentraty <sup>(1)</sup>	14–40
Osad wodorotlenkowy <sup>(2)</sup>	60–90
Muł z procesów oczyszczania i opróżniania	10–50

Uwagi: Dane oparte na danych pochodzących od operatorów instalacji przetwarzania fizyczno-chemicznego (PCT) o łącznej wydajności 850 kt/rok. Dane odnoszą się do roku 2001. Średni wiek instalacji wynosi około 17 lat (od 4 do 39 lat). Około 84 % (od 73 % do 91 %) wszystkich zaobserwowanych tutaj zakładów fizyczno-chemicznego przetwarzania przyjętych odpadów można przypisać do grup 11, 12, 13, 16 i 19. Olej jest zazwyczaj poddawany recyklingowi, a pozostałe substancje są poddawane recyklingowi lub unieszkodliwiane, w zależności od ich właściwości oraz uwarunkowań rynkowych.

(1) Koncentraty z odparowywania/odsączania i filtracji membranowej, jak również z ultrafiltracji i wymienników jonowych.

(2) Ciężar odnosi się do wilgotnego błota, osuszonego do TS: ~ 35-45 %.

Źródło: [\[13. Schmidt i inni 2002\]](#)

Odpady z uzdatniania odpadów płynnych na bazie wody powstają głównie w wyniku wytrącania/flokulacji, koncentratów z filtracji membranowej, odparowywania lub wymiany jonowej; odpady są również wytwarzane w procesach czyszczenia i odwadniania, podczas prac konstrukcyjnych i w pojemnikach. Zakres, w jakim odpady mogą być wykorzystane, zależy od indywidualnego przypadku.

Ilość wytwarzanego szlamu zawierającego metal (osad filtracyjny) zależy od specyficznych zanieczyszczeń w ściekach, ich stężenia oraz od zastosowanych odczynników i innych substancji chemicznych. Ilość osadu waha się od 2,5 % do 10 % ilości wprowadzanych ścieków. Poprzez zastąpienie wapna wodorotlenkiem sodu zmniejsza się wielkość placka filtracyjnego. Jednak wapno jest niezbędne do wytrącania fluoroków.

Placki filtracyjne o wysokim stężeniu metali, np. niklu i miedzi, mogą być wykorzystywane jako surowiec w przemyśle metalurgicznym. W innych przypadkach placki filtracyjny jest usuwany jako odpad stały.

### Opis procesu

Instalacje uzdatniające odpady płynne/pompowalne na bazie wody są konfigurowane indywidualnie w zależności od wymagań i/lub zastosowania. Każdy zakład posiada własną koncepcję technologiczną i operacyjną, która jest dostosowana do przetwarzanych odpadów. Z tego powodu nie ma standardowej oczyszczalni odpadów płynnych/pompowalnych na bazie wody. Chociaż wszystkie zakłady posiadają laboratoria inspekcyjne i procesowe oraz mają tendencję do pełnienia roli neutralizatora, zakres procesów obróbki wstępnej, metody postępowania z osadami oraz kombinacja strumieni odpadów wejściowych czynią każdą operację wyjątkową. Modele pracy instalacji są następujące:

- praca ciągła: szczególnie przydatna w przypadku dużych przepustowości, odpadów o stosunkowo stałym składzie oraz pracy zautomatyzowanej;
- praca wsadowa: szczególnie dobrze nadaje się do odpadów o bardzo zmiennej charakterystyce/reakcji na procesy.

Oczyszczanie odpadów płynnych na bazie wody zazwyczaj obejmuje kombinację następujących etapów (zob. opisy techniczne w sekcji 2.3.6):

- przesiewanie;
- magazynowanie/kumulowanie;

- neutralizacja;
- sedymentacja (osadzanie się);
- wytrącanie (strącanie)/flokulacja;
- wymiana jonowa;
- utlenianie/redukcja;
- sorpcja (adsorpcja/absorpcja);
- wyparowanie/destylacja;
- filtracja membranowa
- odpędzanie;
- ekstrakcja;
- filtracja/osuszanie;
- kwasowe rozszczepianie emulsji - rozbijanie emulsji;
- organiczne rozszczepianie emulsji - rozbijanie emulsji;
- wirowanie;
- przetwarzanie biologiczne;
- wszystkie techniki wykańczania po przetworzeniu biologicznym (w tym końcowe przetwarzanie dużego ChZT).

[29. Podgrupa PCT 2015]

Tabela 5.79 przedstawia kilka przykładów różnych sposobów oczyszczania odpadów płynnych na bazie wody.

**Tabela 5.79: Analiza niektórych reprezentatywnych rodzajów fizyczno-chemicznego przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody**

	Przetwarzanie				
	Emulsji	Emulsji i mieszanin wód zaolejonych	Emulsji i odpadów o zawartości wymagającej detoksykacji	Płyny i odpady płynne z zawartością rozpuszczalników organicznych	Płyny i odpady płynne z zawartością rozpuszczalników organicznych oraz środków powierzchniowo czynnych
Przesiewanie					
Sedymentacja (osadzanie)					
Ultrafiltracja					
Wyparowanie					
Podgrzewanie					
Odpędzanie					
Rozszczepianie kwasowe					
Rozszczepianie organiczne					
Utlenianie/redukcja					
Filtracja membranowa					
Flokulacja/strącanie					
Sedymentacja (osadzanie)					
Osuszanie					
Wytrącanie siarki					
Filtracja					
Wymiana jonowa					
Neutralizacja					

Uwaga: Ciemnoszary: proces wymagany; jasnoszary: proces opcjonalny. Źródło: [13. Schmidt i inni 2002]

Często stosuje się kilka zabiegów w celu prawidłowego przetworzenia określonych odpadów. Kombinacja przetwarzania (rodzaj obróbki, kolejność zastosowania, kontrole) jest określana przez laboratorium zakładowe na podstawie składu odpadów i ich reakcji.

Następujące pryncypia są w szczególności brane pod uwagę przed zmieszaniem odpadów płynnych na bazie wody:

[\[13. Schmidt i inni 2002\]](#), [\[187. UBA Niemcy 2003\]](#), [\[18. WT TWG 2004\]](#)

- a. Nie mieszanie ścieków zawierających adsorbowalne związki chloroorganiczne (AOX), cyjanki, siarczki, związki aromatyczne, benzen lub węglowodory (rozpuszczone, emulgowane lub nierozpuszczone).
- b. W przypadku metali, wykorzystywanie rtęci, kadmu, ołowiu, miedzi, niklu i chromu jako parametrów klasyfikacji ścieków, ponieważ, podobnie jak arsen i cynk, wszystkie te metale występują w ściekach częściowo w postaci rozpuszczonej, a częściowo w postaci zawiesiny siarczków i muszą zostać zredukowane w oczyszczalniach. Parametry te służą również do kontroli skuteczności oczyszczania ścieków.
- c. Wprowadzenie metod izolacji ścieków w przypadku, gdy badane próbki wskazują na potencjalne naruszenie specyfikacji. Incydenty tego rodzaju są rejestrowane w dzienniku ścieków.

Woda zbierana w zakładach przeprowadzających oczyszczanie odpadów płynnych na bazie wody jest rozdzielana hydraulicznie na zanieczyszczone ścieki i nieskażone wody deszczowe, a systemy odwadniania są odseparowane.

Przy przetwarzaniu azotynów zawartych w odpadach płynnych na bazie wody bierze się pod uwagę:

[\[13. Schmidt i inni 2002\]](#), [\[187. UBA Niemcy 2003\]](#), [\[18. WT TWG 2004\]](#)

- a. unikanie mieszania odpadów azotynów z innymi odpadami;
- b. sprawdzanie i unikanie oparów azotawych podczas utleniania i zakwaszania azotynów;
- c. sprawdzanie i unikanie oparów azotawych podczas redukcji azotynów.

Następujące urządzenia są zazwyczaj dostępne dla reaktorów celem kontroli reakcji:

- zbiorniki magazynowe do oddzielnego magazynowania, w zależności od rodzaju przetwarzania;
- pojemniki reakcyjne z regulowanymi mieszadłami i wskaźnikami temperatury;
- pojemniki do sedymentacji;
- sprzęt pomiarowy;
- zbiorniki odbierające i magazynujące dla chemikaliów;
- zbiorniki magazynujące oraz rezerwuary dla odpadów do przetworzenia;
- sprzęt dozujący;
- materiały odporne na działanie kwasów oraz zasad;
- sprzęt do kontroli pH chemikaliów;
- pojemniki do osadzania i mieszania środków pomocniczych;
- sprzęt do pomiaru i automatycznej kontroli;
- urządzenia do wentylacji i filtrowania zbiorników reakcyjnych z możliwością oczyszczania powietrza odlotowego.

Pomimo różnych konfiguracji i wyposażenia, następujące elementy mają zastosowanie do wszystkich procesów:

- wymagania w zakresie ochrony środowiska, takie jak ograniczenia emisji (w szczególności w odniesieniu do ścieków, powietrza odlotowego, ochrony wód gruntowych);
- kontrola zakładu przez laboratorium zakładowe, które określa również program przetwarzania, w tym wymagane kontrole oraz dokumentację;
- personel specjalistyczny i ekspercki (poziom zarządzania: kwalifikacje uzyskane na studiach; poziom operacyjny: pracownik wykwalifikowany, asystent laboratoryjny);

- prawidłowe odprowadzanie ścieków które jest gwarantowane poprzez ich magazynowanie po oczyszczeniu oraz późniejszą kontrolę końcową.

Poniżej zamieszczono uproszczone schematy przepływu oraz opisy procesów oczyszczania odpadów płynnych na bazie wody. Przykłady te pokazują, że procesy są projektowane w zależności od przetwarzanych materiałów odpadowych. [\[29. Podgrupa PCT 2015\]](#)

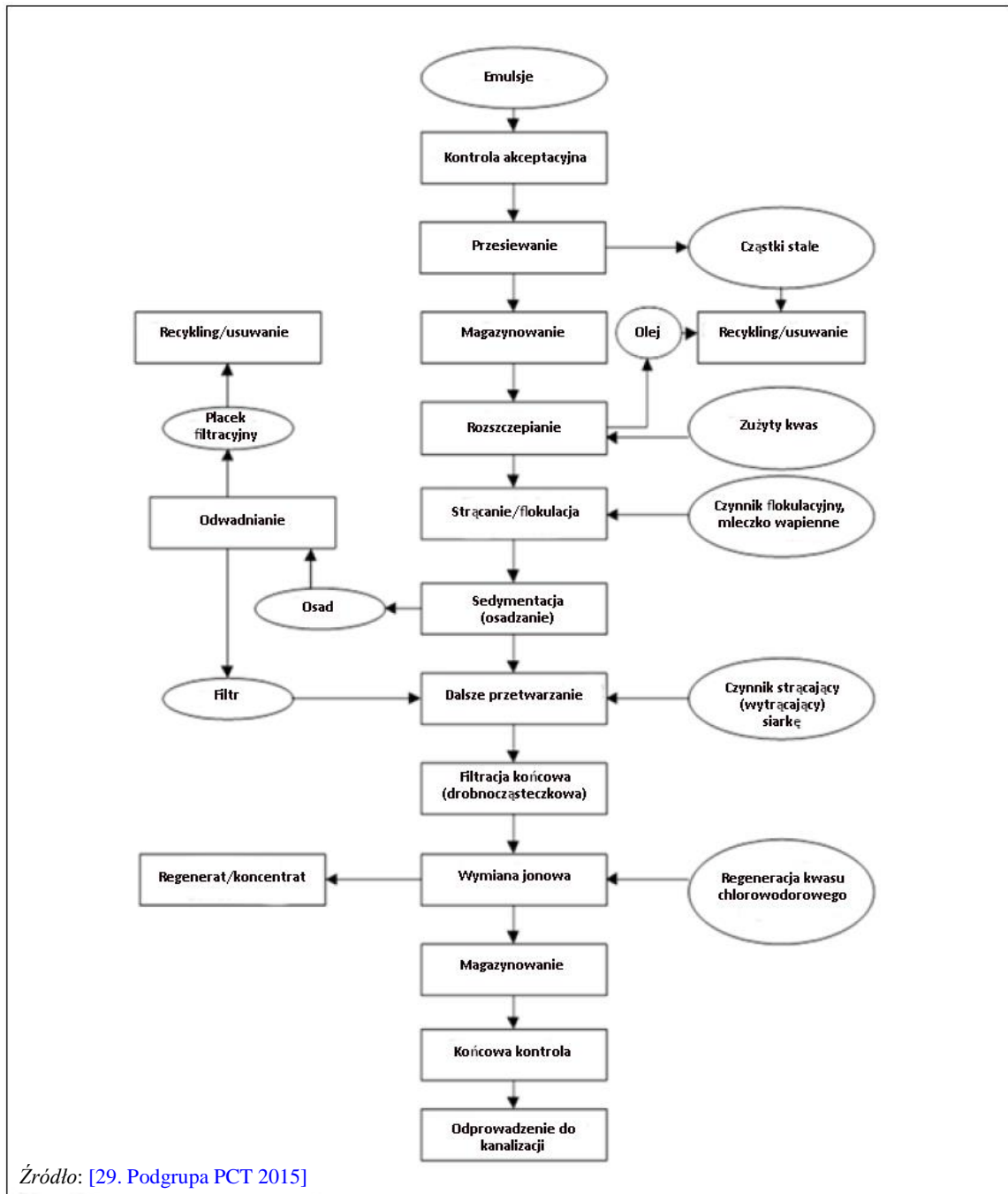
#### Przetwarzanie emulsji

Emulsje są rozdzielane poprzez rozszczepianie kwasów. W tym celu zużyte kwasy i zasady są stosowane głównie jako czynniki pomocnicze. Odseparowany olej jest wysyłany do dalszego procesu.

Rozpuszczone metale są rozdzielane w trzech etapach separacji: wytrącanie/flokulacja, strącanie siarkowe i wymiana jonowa.

Stężenia metali rozpuszczalnych są redukowane poprzez etap flokulacji/strącania; powstający w ten sposób muł jest rozdzielany przez sedymentację oraz mechanicznie odwadniany. Zarówno ścieki, jak i filtrat pochodzący z odwadniania są przekazywane do dalszego oczyszczania. Celem późniejszej obróbki jest dalsza redukcja stężeń rozpuszczonych metali za pomocą strącania siarkowego i wymiany jonowej, która poprawia skuteczność usuwania metali.

Wodny produkt wyjściowy jest poddawany kontroli końcowej (kontrola laboratoryjna) przed uwolnieniem. Ilustracja 5.23 przedstawia uproszczony schemat blokowy procesu.



**Ilustracja 5.23:** Uproszczony schemat przepływu podczas fizyczno-chemicznego przetwarzania emulsji wodno-olejowej

Oczyszczanie odpadów płynnych na bazie wody zawierających rozpuszczalniki organiczne

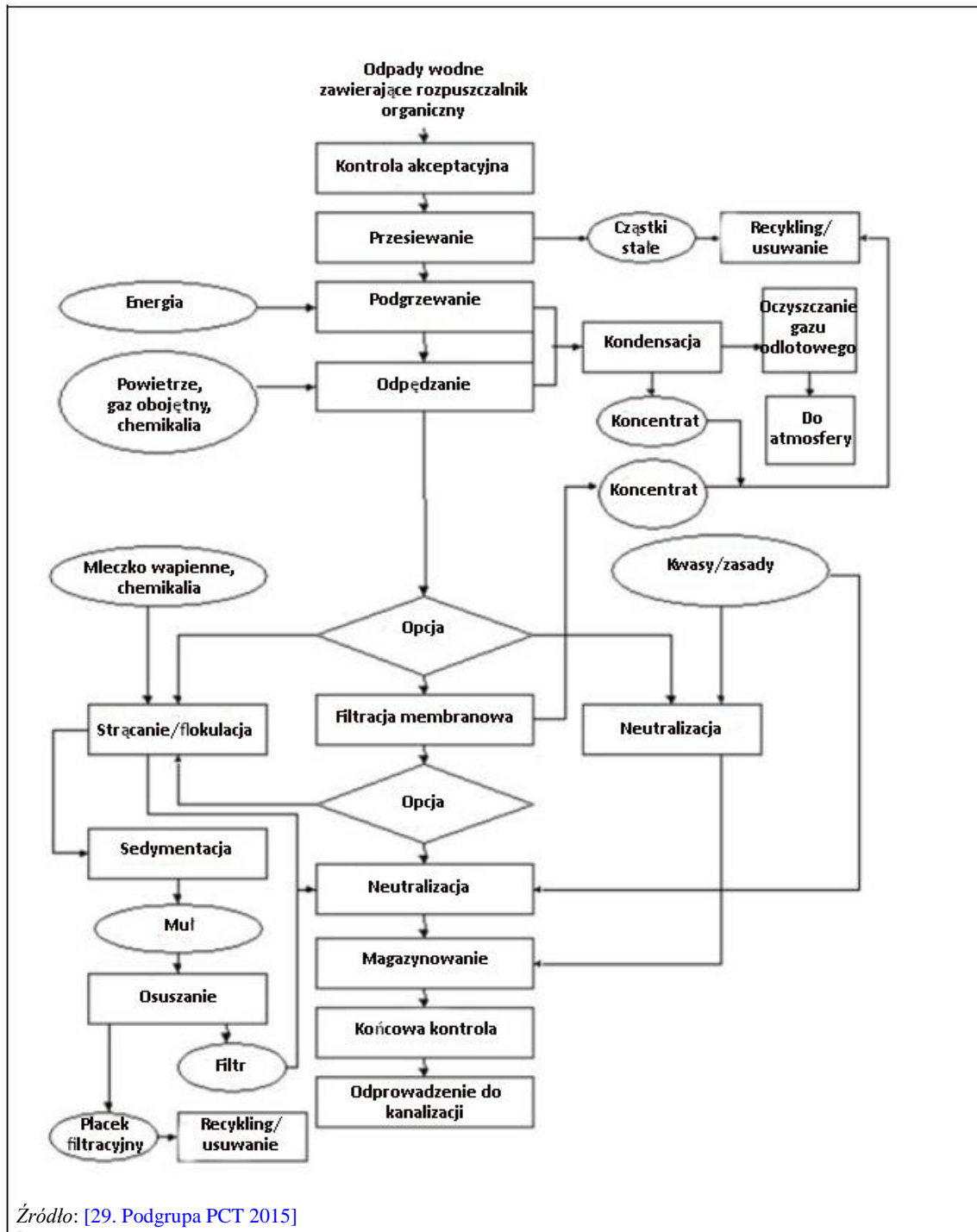
W pierwszym etapie procesu rozpuszczalniki organiczne są oddzielane poprzez ogrzewanie i odpędzanie. W ten sposób powstają wstępnie przetworzone odpady, które nie zawierają już oparów i materiałów łatwopalnych, a zatem nie wymagają specjalnych środków bezpieczeństwa podczas dalszego przetwarzania.

Aby bezpiecznie uniknąć tworzenia się związków wybuchowych, odpędzanie odbywa się przy użyciu powietrza lub gazu obojętnego (np. azotu). Korzystna może być zmiana wartości pH, na przykład w celu przyspieszenia procesu odpędzania.

Biorąc pod uwagę zawartość zanieczyszczeń na wyjściu z pierwszego etapu, w drugim etapie procesu stosuje się filtrację membranową, flokulację/strącanie oraz neutralizację. Opracowany

przez laboratorium program zabiegów określa sposób łączenia poszczególnych metod przetwarzania.

Ilustracja 5.24 przedstawia uproszczony schemat blokowy procesu.



**Ilustracja 5.24:** Uproszczony schemat przepływu podczas fizyczno-chemicznego przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody zawierających rozpuszczalniki

Kondensat z etapów ogrzewania i odpędzania jest poddawany recyklingowi lub usuwany, w zależności od jego jakości. Powietrze odlotowe jest oczyszczane (np. filtr z węglem aktywnym) przed jego uwolnieniem.



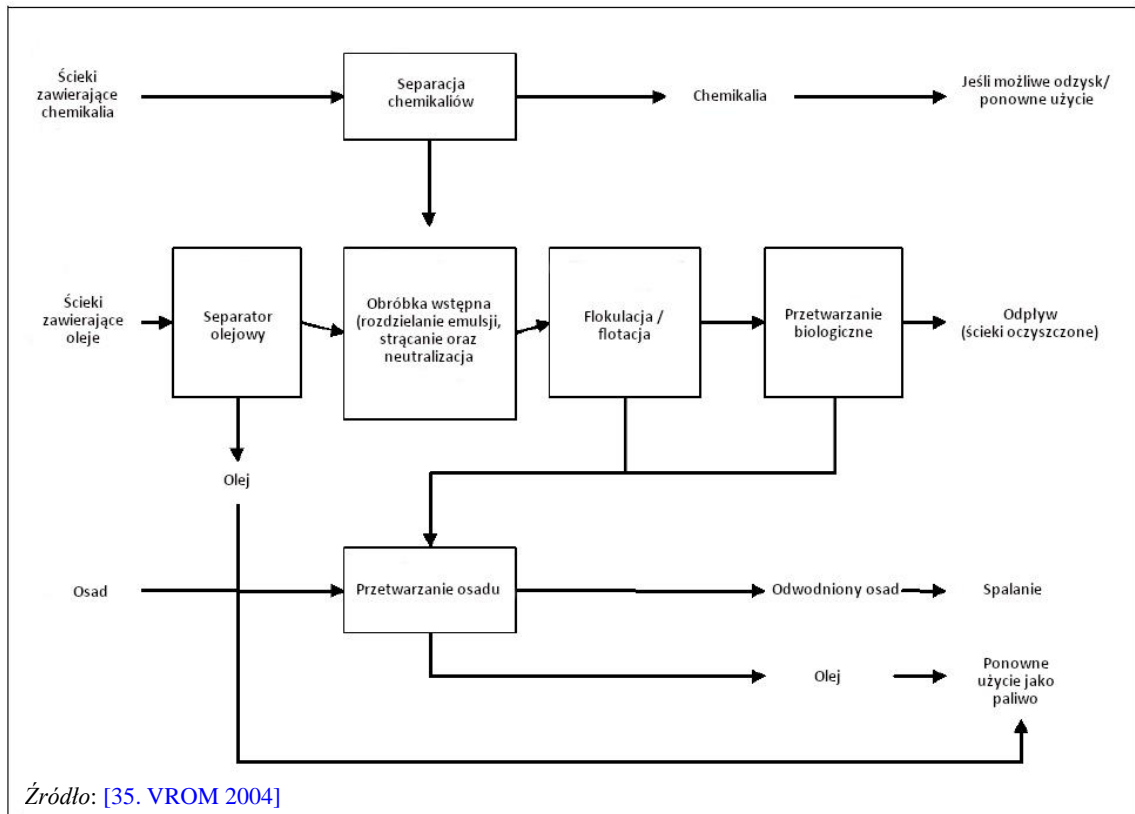
Koncentrat z filtracji membranowej, osuszony (odsączony) muł oraz substancje stałe z przesiewania są poddawane recyklingowi lub usuwane.

Płynne odpady wyjściowe są poddawane kontroli końcowej (kontrola laboratoryjna) przed dopuszczeniem do obrotu.

#### Przetwarzanie wodnych odpadów morskich

Większość ścieków z wodnych odpadów morskich jest zanieczyszczona ropą naftową, substancjami organicznymi oraz materiałami stałymi (np. osadami).

Ilustracja 5.25 przedstawia przykład przetwarzania wodnych odpadów morskich.



**Ilustracja 5.25: Uproszczony schemat przepływu podczas fizyczno-chemicznego i biologicznego procesu przetwarzania wodnych (uwodnionych) odpadów morskich**

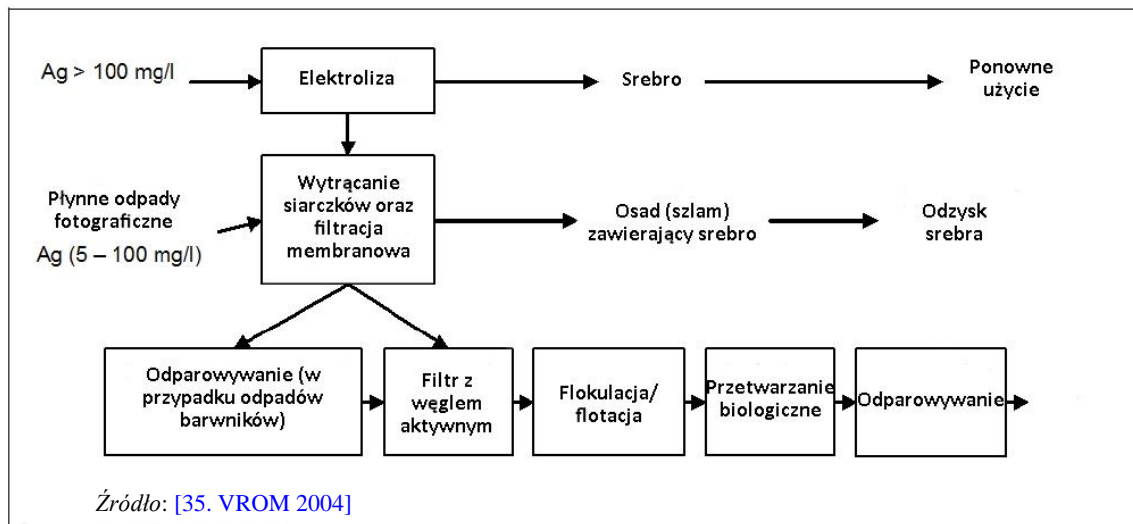
Powstające stałe pozostałości z wodnych odpadów morskich to:

- pozostałości stałe z dekantera/wirówki oraz filtrów (50 kg/t ścieków);
- rozdzielone frakcje olejowe i chemiczne (ewentualnie nadające się do ponownego wykorzystania jako paliwo).

#### Przetwarzanie płynnych odpadów fotograficznych

Odsrebrzone ciecze i odpady fotograficzne o niskiej zawartości srebra, takie jak np. preparaty, są przetwarzane za pomocą wytrącania siarczków i filtracji membranowej. Poprzez dodanie roztworu siarczku sodu, jony srebra oraz inne metale ulegają wytrąceniu. Częsteczki stałe są odfiltrowywane przez przeciskanie roztworu przez membrany. Permeat z filtracji membranowej poddawany jest dalszej obróbce. Srebro zawarte w osadach zostaje odzyskane w procesie pirometalurgicznej obróbki i uszlachetniania. Obróbka ta została opisana w dokumencie BREF dotyczącym przemysłu metali nieżelaznych.

Płynne odpady fotograficzne o niskiej zawartości srebra są poddawane obróbce chemicznej. Dodając borowodorek sodu, wytrąca się srebro metaliczne. Srebro zostaje odzyskane z osadu. Odsrebrzona ciecz poddawana jest dalszej obróbce. Ilustracja 5.26 przedstawia przykładowe etapy procesu przetwarzania płynnych odpadów fotograficznych.



**Ilustracja 5.26:** Uproszczony schemat przepływu podczas fizyczno-chemicznego i biologicznego przetwarzania płynnych odpadów fotograficznych

### Użytkownicy

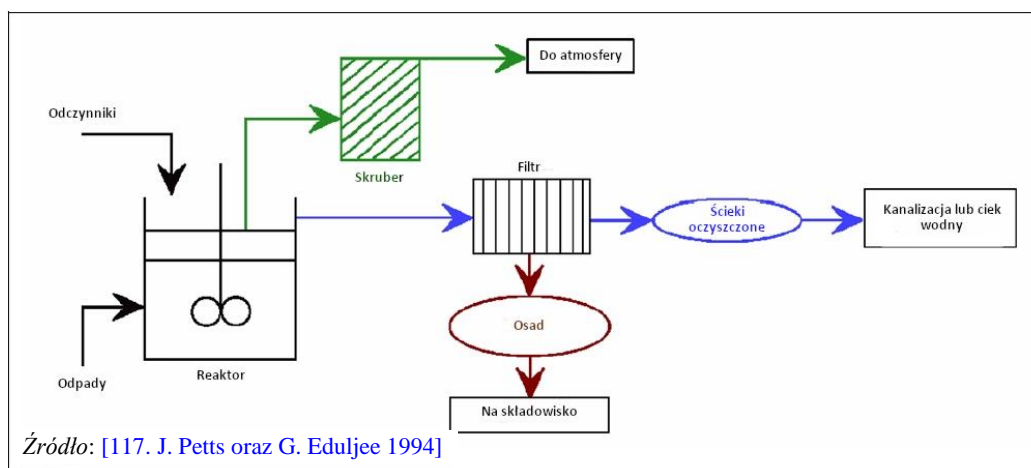
Oczyszczanie odpadów płynnych na bazie wody jest szeroko stosowane. Przetwarzane odpady pochodzą zazwyczaj z różnych przemysłowych i handlowych procesów produkcyjnych, a także z działań związanych z konserwacją, naprawą i czyszczeniem. Niektóre z obsługiwanych sektorów przemysłowych to przemysł poligraficzny i fotograficzny. Poniżej podano przykłady obiektów, które świadczą usługi na rzecz konkretnych sektorów przemysłu, odbierając szeroki zakres odpadów i przekazując we własnym zakresie te odpady, które nie mogą być przetwarzane lub poddane recyklingowi.

Zakłady z listy referencyjnej, które zajmują się oczyszczaniem płynnych odpadów na bazie wody, to: 003, 004, 006, 007, 008, 215, 216, 217, 317, 322, 090, 091, 449, 461, 463, 468, 471, 473, 140, 151, 153, 156, 159, 192, 194, 144\_145\_147, 149\_150, 154\_155, 347, 351\_352, 368\_369\_370\_371, 392, 393, 395, 401\_404, 421\_422, 423\_424, 486, 489, 550, 607.

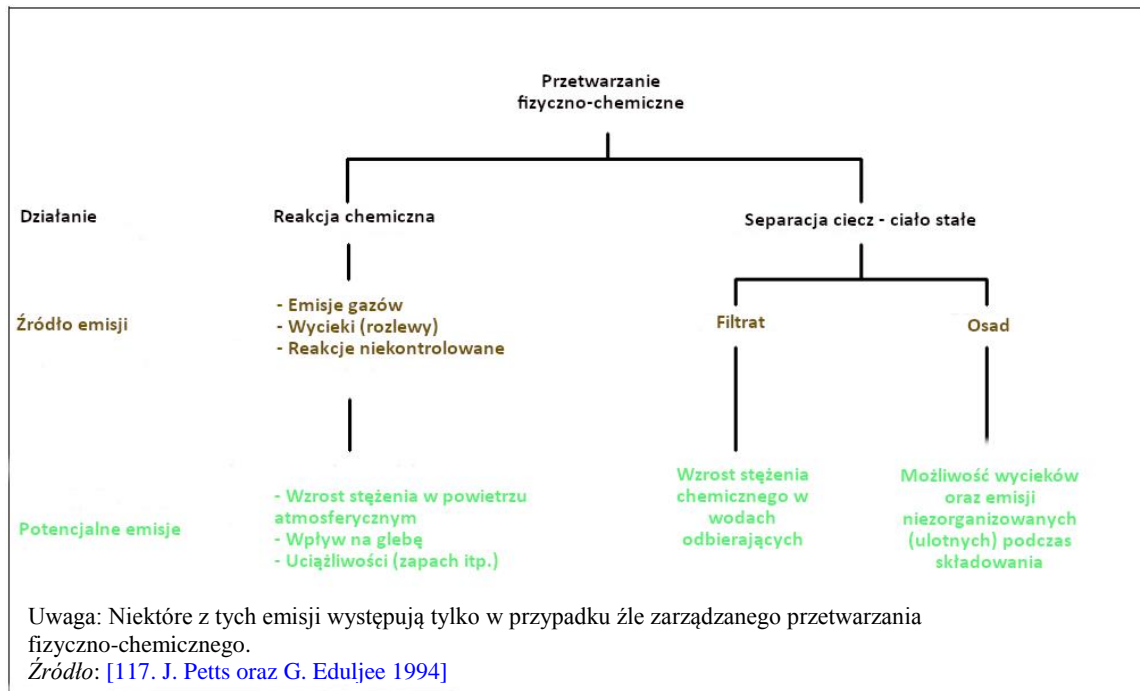
## 5.7.2 Aktualne poziomy emisji oraz konsumpcji

### 5.7.2.1 Przegląd

Oczyszczanie odpadów płynnych na bazie wody generuje przepływ odkazonej wody. Analizę tego strumienia przedstawiono w sekcji 5.7.2.3. Ilustracje 5.27 i 5.28 podsumowują potencjalne emisje pochodzące z uzdatniania tych odpadów.



**Ilustracja 5.27:** Główne strumienie emisji z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody



Ilustracja 5.28: Potencjalne strumienie emisji z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody

### 5.7.2.2 Emisje do atmosfery

[42. WT TWG 2014]

Niektóre związki organiczne mogą przemieszczać się przez proces prowadzony w zakładzie bez ich usuwania, a następnie trafiać do końcowego osadu lub ścieków, podczas gdy inne mogą zostać odparowane podczas egzotermicznych reakcji neutralizacji lub podczas prasowania osadu. Niektóre odpady organiczne zawierają substancje "ukryte". Na przykład oleje smarne zawierają naftalen, BTEX, fenole, miedź i azot i mogą prowadzić do emisji amoniaku i ksyleny do atmosfery podczas oddzielania oleju od wody, lub do zwiększonych poziomów tych substancji w ściekach końcowych. Odpady wodne zawierające rozpuszczalniki mogą być emitowane z powodu podgrzewania procesu. Odpady wysoko nitrogenne mają potencjał w zakresie emisji amoniaku do atmosfery.

Emisje do atmosfery z poszczególnych zakładów zależą od zastosowanego systemu ich redukcji. Emisje do atmosfery z przetwarzania to zazwyczaj LZO, kwaśne gazy i amoniak. Można zauważyć, że jeśli do przetwarzania stosuje się zamknięte zbiorniki oraz systemy zbierania/przetwarzania powietrza, emisje są zredukowane. Kwestie takie jak obecność niskich stężeń rozpuszczalników organicznych w odpadach nie zawsze mogą być zauważane przez operatorów zakładów unieszkodliwiania odpadów, ale są z reguły istotne z punktu widzenia ochrony środowiska, ponieważ mogą prowadzić do istotnych emisji do atmosfery w trakcie trwania procesu.

Emisje do atmosfery mogą być związane z szybkimi zmianami pH, szybkim wzrostem temperatury i energicznym przemieszczaniem odpadów. Nadal występują również produkty reakcji gazowej. Większość zakładów uwalnia LZO z odpadów poprzez ogrzewanie, mieszanie, prasowanie lub suszenie osadu. Zawsze istnieje również możliwość uwolnienia półproduktów reakcji. Emisje metali do atmosfery mogą być oceniane na podstawie wyników analiz. Odparowywanie odbywa się również w sposób niekontrolowany, np. odparowywanie rozpuszczalników podczas mieszania ciał stałych i cieczy lub mieszania osadów w otwartych zbiornikach.

Emisje związków organicznych mogą pojawić się podczas przetwarzania mieszanych strumieni odpadów (na przykład w wyniku neutralizacji kwasów rozpuszczalniki są wypierane do fazy

gazowej, której nie można zredukować za pomocą płuczki gazowej mokrej stosowanej do redukcji emisji kwasów) lub są obecne, ponieważ ich odzysk nie jest ani technicznie, ani ekonomicznie opłacalny (to znaczy pozostają, jako zanieczyszczenia związane z odpadami, które są trudne w obróbce i są przetwarzane innymi metodami).

Tabela 5.80 przedstawia raportowane emisje do atmosfery pochodzące z uzdatniania odpadów płynnych na bazie wody. Należy go odczytywać razem z tabelą 5.81, która przedstawia zgłoszone techniki redukcji emisji do atmosfery, pochodzenie tych emisji oraz przepływ powietrza odlotowego.

Tabela 5.80: Emisje do atmosfery z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody

Mierzone zanieczyszczenie	Rodzaj monitoringu	Uwzględnione zakłady	Zakres (mg/Nm <sup>3</sup> oprócz odorów)	Liczba pomiarów podczas trzyletniego okresu referencyjnego (2010-2012)
Pył	Ciągły	401_1, 449, 569_7	Średnio: 1–5.6	NA
	Okresowy	148, 149, 368_1, 463_1, 463_2, 471_1, 471_3, 473, 569_1, 569_2, 569_3	0.5–18	2–6
SO <sub>x</sub>	Ciągły	401_1, 449, 569_7	Średnio: 12–142	NA
	Okresowy	148, 317, 368_1, 463_2, 468_1, 468_2, 471_3, 473, 550, 569_1, 569_2, 569_3	0.002–79	1–36
NO <sub>x</sub>	Ciągły	401_1, 569_7	Średnio: 107–238	NA
	Okresowy	148, 215_3, 217, 322, 368_1, 463_2, 471_3, 473, 550 569_1, 569_2, 569_3	0.0003–211	1–36
CO	Ciągły	449, 569_7	Średnio: 5–60	NA
	Okresowy	368_1, 423, 471_3, 473, 569_1, 569_2, 569_3	1.6–425	3–6
HCl	Ciągły	449, 569_7	Średnio: 0.5–1.4	NA
	Okresowy	06, 140_3, 148, 149, 192, 215_5, 217, 317, 322, 401_404_1, 449, 463_2, 468_1, 468_2, 468_3, 471_1, 471_2, 471_3, 550, 569_3	0.0005–11.3	3–36
HF	Okresowy	140_3, 217, 401_404_1, 471_3, 569_3	0.3	1–18
HCN	Okresowy	322, 463_2	0.1–0.5	1–3
H <sub>2</sub> S	Okresowy	03, 07, 192, 217, 317, 461_1, 461_2, 461_3, 471_1, 471_2, 550	0.0002–2	1–36
NH <sub>3</sub>	Okresowy	03, 06, 07, 215_3, 215_4, 215_5, 317, 322, 401_404_1, 401_404_2, 461_1, 461_2, 461_3, 463_2, 471_1, 550	0.00005–20	1–36
Całkowite LZO	Ciągły	569_7	0.3–1.5	NA
	Okresowy	06, 148, 149, 368_1, 368_2, 471_1, 471_2, 471_3, 569_1, 569_3 569_4, 569_5, 569_6	1.9–38	2–6
NMLZO	Okresowy	140_2, 148, 151, 468_4	0.08–52	1–25
OWO	Ciągły	401_404_1, 449	27.9–44.2	
	Okresowy	03, 192, 215_1, 215_2, 217, 461_1, 461_2, 461_3, 463_1, 463_2, 471_2	3–84	1–8
Odory (OU <sub>F</sub> /m <sup>3</sup> )	Okresowy	08, 368_2, 461_1, 461_2, 461_3,	190–4000	1–13
Cd+Tl	Okresowy	401_404_1, 471_3,	0.0001	2
Hg	Okresowy	401_404_1, 471_3,	0.005	2
Metale razem	Okresowy	, 471_3,	0.09	1
PCDD/PCDF	Okresowy	401_404_1, 471_3,	0.008-0.02	1–18
Benzol	Okresowy	216, 217	0.1–4.5	1–8
Cd+Hg+Tl (postać gazowa)	Okresowy	148C	0.005	3

Uwaga: NA = Nie dotyczy.

Tabela 5.81: Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody - stosowane techniki oraz źródła emisji do atmosfery

Numer zakładu	Stosowane techniki	Źródła emisji do atmosfery	Opis wsadu odpadów	Przepływ powietrza odłotowego (Nm <sup>3</sup> /godz.)
3	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego, płukanie na mokro z wtryskiem sorbentu, biofiltracja	Zbiorniki magazynowe, przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody	Ługi i ich mieszaniki, kwasy i ich mieszaniny, mieszaniny rozpuszczalników wodnych, chemiczne odpady budowlane, płyny chłodzące i smarujące, mieszaniny olej-woda, emulsje, mieszaniny szlamu i wody z farbami, wycieki ze składowiska odpadów	9 800
4	System płuczek zasadowych, system płuczek kwaśnych	Odzysk metali, rozbijanie emulsji	Kwasy organiczne i nieorganiczne (np. HCl, HNO <sub>3</sub> ), zasady (np. NaOH, KOH), odpady stałe (np. sole rozpuszczalne) i płynne odpady niebezpieczne, mieszaniny oleju i wody, emulsje, odcieki ze składowiska odpadów	NI
6	Płukanie na mokro (etap 1 myjka alkaliczna (NaOH) i etap 2: myjka utleniająca (KmNOH))	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody	Kwasy nieorganiczne, zasady nieorganiczne, osady nieorganiczne	2 000
7	Biofiltracja, płukanie na mokro	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody	Mieszaniny wodno-olejowe, zawartość separatora oleju, emulsje, separator piasku, odcieki ze składowiska, resztki ścieków, resztki osadów z farb, resztki kleju, woda do mycia zawierająca cyjanek	4 000
8	System płuczki kwaśnej, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego, system płuczki zasadowo-utleniającej, biofiltracja, płukanie na mokro	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody	Emulsja, mieszanina olej-woda, zmieszane kwasy, mieszanina ługów, woda z czyszczenia zbiorników, olej odpadowy, rozpuszczalniki, emulsja bitumiczna, płuczka z odwiertów, separatory oleju, zawartość separatorów piaskiem, resztki farb, odpady farmaceutyczne, odpady laboratoryjne, detergenty	5 000
90	NA	Brak emisji zorganizowanych do atmosfery	Ścieki ulegające biodegradacji, np. z przemysłu chemicznego, farmaceutycznego i naftowego	NA
91	NI	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody	Kwasy (chromowe, solne, azotowe i podobne) zawierające metale ciężkie, cyjanki	NI
140	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego, płukanie na mokro	Rozbijanie emulsji, wirowanie, odparowywanie-kondensacja, stacja transferowa, oczyszczanie ścieków zawierających substancje nieorganiczne, w tym odzysk związków metali	Wszystkie rodzaje odpadów niebezpiecznych wprowadzanych do stacji transferowej z sortowaniem/obróbką przed ostatecznym przetworzeniem: ścieki o niskiej zawartości substancji organicznych i wysokiej zawartości osadów (rozpuszczalne wody oleiste), ścieki o wysokiej zawartości substancji organicznych i niskiej zawartości osadów i soli (mydła, tusze, ciecz chłodząca, oleje rozpuszczalne zawierające odpady), ścieki i szlamy zawierające węglowodory, ścieki o zawartości substancji organicznych ulegających biodegradacji	13 800

144	System płuczek zasadowych	Reaktory neutralizujące	Zużyte żywice, kwasy (solny, azotowy, siarkowy), soda, odcieki, roztwory nieorganiczne zawierające Cr(VI), odpady płynne zawierające CN, odpady płynne zawierające fenole, odpady płynne zawierające ropę naftową, odpady płynne na bazie wody o zawartości substancji organicznych ulegających biodegradacji	NI
149	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody	Zużyte kwasy z laboratoriów badawczych (przemysłowych, uniwersyteckich), zużyte zasady z laboratoriów badawczych (przemysłowych, uniwersyteckich), woda po czyszczeniu, płyny do mycia, odpady płynne z przemysłu chemicznego, organiczne odpady niereaktywne w postaci półpłynnej (pasty), WEEE	51 000
151	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Wentylacja zbiorników, wirowanie	Odpady organiczne i odpady płynne ulegające biodegradacji, odpady ciekłe węglowodorów zawierające ponad 10 % osadów	NI
153	NA	Brak emisji zorganizowanych do atmosfery	Ścieki z różnych sektorów: złożone emulsje maszynowe (woda - olej - substancje stałe), wody zaolejone z separatorów olej - woda, wodne płyny myjące itp. Woda i osady. Każdy rodzaj odpadów luzem/opakowanych, z wyjątkiem: odpadów radioaktywnych, związków wybuchowych lub odpadów, które mogłyby ulec samozapłonowi, odpadów ulegających hydrolizie i emitujących związki szkodliwe w kontakcie z wodą, odpadów niestabilnych chemicznie lub fizycznie, odpadów azbestowych.	NA
154	System płuczek zasadowych	Wentylacja zbiorników	Odpady płynne zawierające węglowodory, odpady płynne zawierające substancje organiczne w tym ulegające biodegradacji, rozpuszczalniki, kwasy, zasady, pestycydy, utleniacze, ścieki laboratoryjne, osad, inne odpady stałe	NI
156	Biofiltracja, Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego plus regeneracja fotokatalityczna, system płuczek zasadowych	Przeładunek, magazynowanie, obróbka emulsji (organiczna fizyczno-chemiczna), wirowanie trójfazowe, rozładunek, magazynowanie, obróbka fizyczno-chemiczna minerałów	Mieszanka odpadów ciekłych na bazie wody/osadów/węglowodorów, odpady ciekłe zawierające Cr(VI), odpady ciekłe zawierające CN, odpady ciekłe zawierające fenole, kwasy, zasady, pozostałości po czyszczeniu gazów odlotowych, osad wodorotlenku metalu lub osad z unieszkodliwiania metali (z zakładów przetwarzania fizyczno-chemicznego)	

159	Biofiltracja	Wirowanie, odpowietrzanie zbiorników,	Odpady o wysokiej zawartości węglowodorów, odpady o niskiej zawartości węglowodorów, woda z emulsjami oleistymi, woda z zawartością substancji organicznych ulegających biodegradacji, stałe odpady organiczne, które nie mogą być przetwarzane w ramach żadnej z czynności przetwarzania odpadów zakładu	NI
163	Biofiltracja	Etap mieszania/łączenia, zbiorniki magazynowe	Odpady płynne zawierające osady, wodę i węglowodory do rozdzielania faz (węglowodory, fazy wodne i osady)	Nie monitorowano
192	System płuczek zasadowych	Proces przetwarzania	Zużyte kąpiele z kwasem chromowym z przemysłu chromowania galwanicznego. Różne niebezpieczne odpady płynne zawierające głównie zanieczyszczenia nieorganiczne: zazwyczaj odpady kwasów i zasad, odpady zawierające zanieczyszczenia anionowe (cyjanki, fluorki itp.) i/lub kationowe (metale ciężkie, metaloidy itp.)	6 600
194	Płukanie na mokro	NI	Woda zawierająca substancje organiczne i/lub związki metali, ścieki z zawartością substancji organicznych i osadów oraz soli (mydła, tusze, ciecz chłodząca, oleje rozpuszczalne zawierające odpady itp., ścieki z zawartością organiczną ulegającą biodegradacji)	NI
215	System płuczek zasadowych, system płuczek kwaśnych	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody	Kwasy, zasady, węglowodory (olej i paliwo płynne), odpady z obróbki powierzchni i formowania mechanicznego, osady	620–7 500
216	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody	Ścieki organiczne	NI
217	System płuczek zasadowych, system płuczek kwaśnych, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody	Ścieki organiczne i nieorganiczne	2 500
317	System płuczek zasadowych, system płuczek kwaśnych, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody	Ścieki nieorganiczne, kwasy nieorganiczne, ścieki organiczne	2 500
322	System płuczek alkaliczno-utleniających (oksydacyjnych), płukanie na mokro	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody	Odpady z obróbki powierzchni, woda z płukania, emulsje	1 000
347	System filtrów workowo-tkaninowych, filtr zeolitowy	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody	Odcieki ze składowisk odpadów, woda z mycia, emulsje olejowe	NI
351	NA	Brak emisji zorganizowanych do atmosfery	Pozostałości po czyszczeniu ulic, odpady z oczyszczania ścieków	NI



368	System płuczek kwaśnych, termiczne dopalanie, biofiltracja	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody, w tym przetwarzanie biologiczne	Odpady płynne z rozpuszczalnikami, odpady płynne z zanieczyszczeniami organicznymi, osad z biologicznej oczyszczalni ścieków i odpady z zanieczyszczeniami organicznymi, odpady ulegające biodegradacji	Z termicznego dopalania: 3 400; z biofiltracji: 6 200
392	NA	Brak emisji zorganizowanych do atmosfery	Odcieki ze składowisk odpadów	NA
393	NA	Brak emisji zorganizowanych do atmosfery	Odcieki ze składowisk odpadów	NA
395	NI	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody	Zużyte kwasy i zasady	NI
401	System płuczki kwaśnej, suchy filtr elektrostatyczny (ESP), system płuczek zasadowych, dopalanie termiczne, zraszanie wodą (pył)	Emisja z komina wszystkich zintegrowanych procesów, po spalarni i oczyszczaniu gazów spalinowych	Oddzielony olej oraz olej z separacji olej-woda, odpady z farb, kitów, wosku, tuszu, odpadów farmaceutycznych, odpady zaolejone lub inne odpady organiczne, gleba, smoła i inne minerały.	205 000
449	NI	Proces przetwarzania biologicznego	Kwasy, zasady, zanieczyszczona gleba, osad, olej odpadowy. Inne odpady: odpady metalowe, WEEE, materiały zawierające azbest	4 300
461	System płuczki kwaśnej, system płuczki alkaliczno-oksydacyjnej (tlenowej), zraszanie wodą (pył), wymuszone napowietrzanie	Płuczki Kwaśne i zasadowe/utleniające z wentylacji komór suszących (płuczki 1 i 2), bezpośrednia emisja z komór	Szlam z oczyszczania ścieków komunalnych, odpady fermentacyjne z beztlenowego oczyszczania odpadów komunalnych	35 000–430 000
463	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Oczyszczanie odpadów płynnych na bazie wody, usuwanie lub odzysk odpadów niebezpiecznych, regeneracja kwasów lub zasad	Kwasy, zasady, zanieczyszczona gleba, osad, olej odpadowy	NI
468	System płuczek zasadowych	Oczyszczanie odpadów płynnych na bazie wody, immobilizacja odpadów stałych i/lub półpłynnych, odwirowywanie oleju odpadowego	Kwasy, zasady, odpady płynne o wysokiej zawartości substancji biodegradowalnych, olej odpadowy, mieszane odpady niebezpieczne	2 900–5 000
471	NI	Przetwarzanie fizyczno-chemiczne, wyparownik	Szlamy, substancje denne do destylacji, emulsje, woda/odpady o wysokiej zawartości ChZT i chlorków, oraz niskim stężeniu HC, metali i innych substancji nieorganicznych, CN, Cr(VI), wody płuczające, odcieki ze składowisk odpadów, kwasy, zasady	6 000–9 000

473	Ogniwa elektrochemiczne	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody	Woda/odpady z węglowodorami, odpady zasadowe, płynne roztwory czyszczące, zużyty tusz, odpady z przemysłu fotograficznego, emulsje, osady zaolejone, środki przeciw zamarzaniu, odcieki ze składowisk odpadów	2 200
486	Procesy zamknięte	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody	Woda zaolejona z odwodnionego szlamu, mycia samochodów, mycia podłóg; woda kopalniana, odtłuszczacze; woda z ciągów kablowych oraz z odkażania; woda z flokulacji odpadów barwników, woda z mycia zbiorników IBC; rozpuszczalniki i farby; rozpuszczalniki; zużyty olej silnikowy; emulsja olejowa; kwasy; zasady; inne odpady: wszystkie rodzaje sprzętu elektronicznego (komputery, lodówki, telefony), odpady z rozbiórki, różne rodzaje zasad, pestycydy, materiały wybuchowe, reaktywne odpady łatwopalne (nadtlenki organiczne i nadtlenek wodoru).	NI
489	NA	Brak emisji zorganizowanych do atmosfery	Mieszane odpady płynne, Różne rodzaje odpadów niebezpiecznych, odpady mieszane przed spalaniem, impregnowane drewno, metal i kreozot	NA
550	System płuczek zasadowych	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody	Kwasy, różne odpady zmieszane, osad obojętny	NI
569	System płuczek alkaliczno-oksydacyjnych (utleniających)	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody	Odpady płynne organiczne i nieorganiczne, kwasy, zasady, cyjanki, ścieki zaolejone, emulsje, odcieki, atramenty	3 000–9 800
607	Biofiltracja	Magazynowanie osadu, zagęszczanie i odwadnianie osadu	Miejscowy osad płynny oraz szlam przywieziony	NI

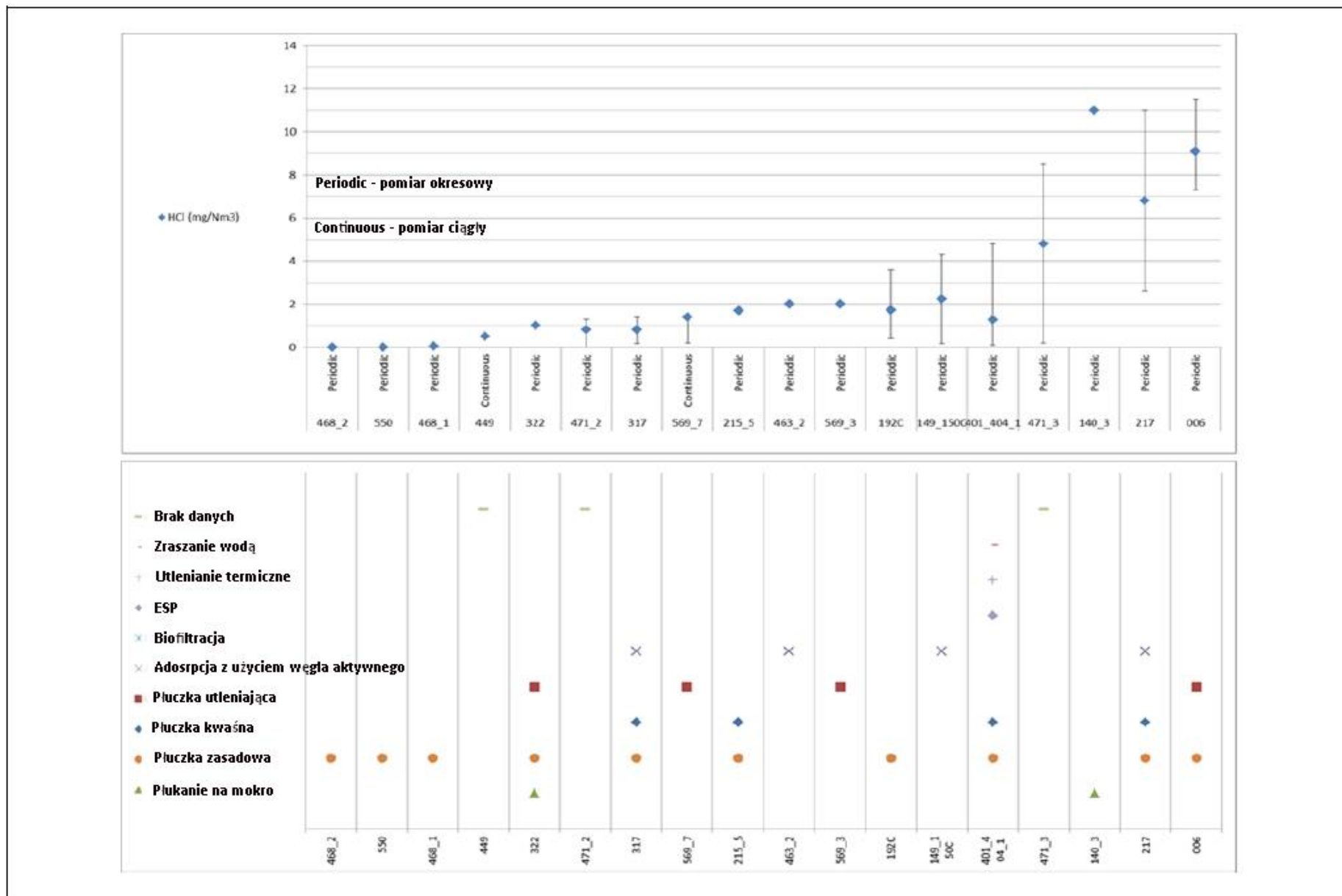
Uwagi: NI = Brak danych. NA = Nie dotyczy.

### Chlorowódz (HCl)

Spośród 41 zakładów, które uczestniczyły w gromadzeniu danych, 14 dostarczyło wartości stężenia HCl z 16 punktów emisyjnych. Średnie zgłaszane stężenie HCl wynosi około 2 mg/Nm<sup>3</sup>, z zakresem 0,0005-11,3 mg/Nm<sup>3</sup>.

Zgłoszony wsad odpadów to głównie kwasy, zasady, woda zaolejona itp.

Ilustracja 5.29 przedstawia raportowane pomiary emisji HCl do atmosfery z przetwarzania płynnych odpadów na bazie wody.



Ilustracja 5.29: Emisje HCl do atmosfery z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody

---

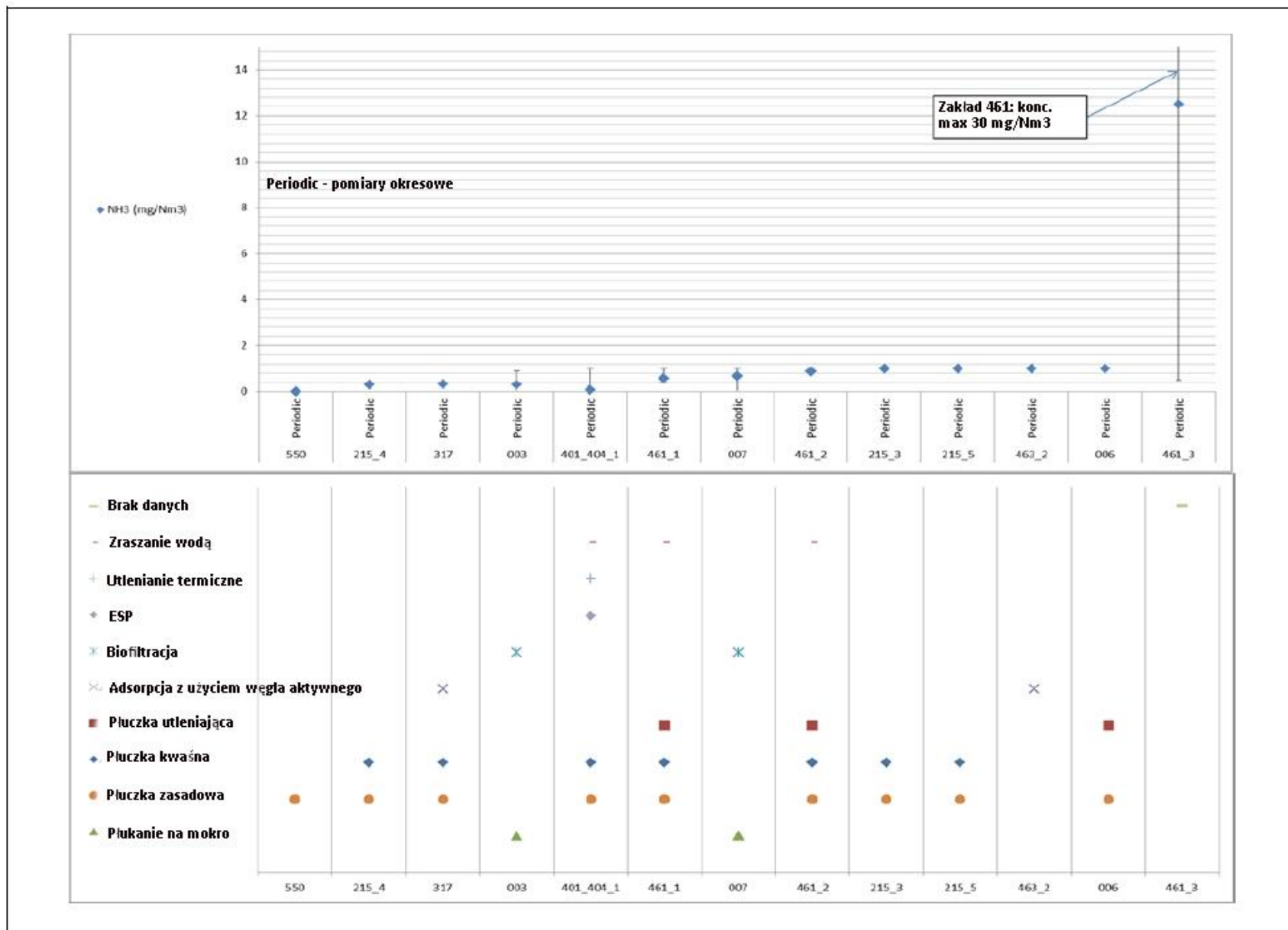
Zakład 217 podał dodatkowe dane za 2013 r. -  $11 \text{ mg/Nm}^3$ , chociaż zakład ten wykazuje również, że  $3 \text{ mg/Nm}^3$  też jest osiągalne (dane za 2011 r.). Zakład 471 nie zgłosił zastosowania technik redukcji emisji do atmosfery.

#### **Amoniak ( $\text{NH}_3$ )**

Spośród 41 zakładów, które uczestniczyły w gromadzeniu danych, 10 zgłosiło wartości stężenia  $\text{NH}_3$  w emisjach do atmosfery, przy czym niektóre z nich miały więcej niż jeden punkt uwolnienia. Średnie zgłaszane stężenie  $\text{NH}_3$  wynosiło około  $3 \text{ mg/Nm}^3$ , z zakresem 0,00005-20  $\text{mg/Nm}^3$ .

Tak jak w przypadku  $\text{HCl}$ , wsad odpadów stanowią głównie kwasy, zasady, wody zaolejone, a także osad i odcieki ze składowisk odpadów.

Ilustracja 5.30 przedstawia raportowane pomiary emisji  $\text{NH}_3$  do atmosfery z oczyszczania odpadów płynnych na bazie wody.



Ilustracja 5.30: Emisje NH<sub>3</sub> do atmosfery z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody

---

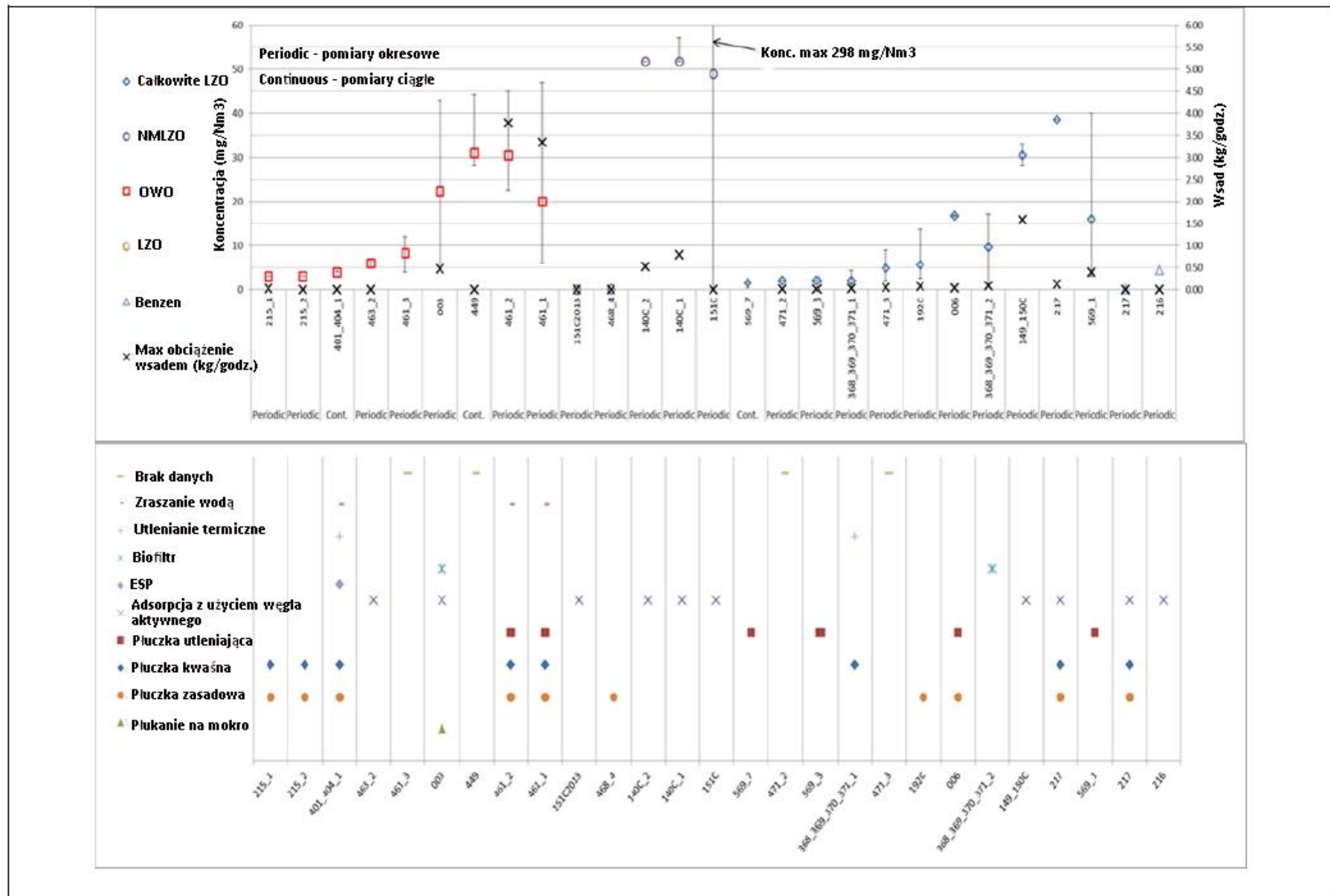
Najwyższą zgłoszoną wartość (około 30 mg/Nm<sup>3</sup>) odnotował Zakład 461 przeprowadzający suszenie osadu, co jest procesem bardzo specyficznym i z punktu emisji, dla którego nie wskazano żadnej techniki redukcji.

Wsad odpadów w zakładzie 322 stanowi woda kwaśna, zasadowa i pochodząca z płukania. Zastosowane techniki redukcji emisji to alkaliczna (zasadowa) płuczka oksydacyjna i płuczka gazowa mokra. Raportowana wartość stężenia NH<sub>3</sub> została oszacowana za pomocą urządzenia testowego.

### **Związki organiczne**

Spośród 41 zakładów, które uczestniczyły w gromadzeniu danych, 18 wykazało wartości stężenia związków organicznych z 25 punktów emisji. Normy monitorowania EN 13526 i EN 12619, za pomocą których mierzy się całkowitą zawartość lotnych związków organicznych, zostały zgłoszone jako stosowane przez 5 zakładów. Pozostałe zgłoszone normy stosowane do monitorowania to w jednym przypadku EN 13649 (pomiar poszczególnych związków organicznych), w jednym przypadku EN 14662 (pomiar benzenu), w jednym przypadku EN 13528 (odnosi się do jakości powietrza atmosferycznego), a w jednym przypadku VD 3496 (pomiar związków azotu). Trzy zakłady zgłosiły wartości stężenia NMLZO.

Ilustracja 5.31 przedstawia raportowane pomiary emisji związków organicznych do atmosfery z oczyszczania odpadów płynnych na bazie wody.



Ilustracja 5.31: Emisje związków organicznych do atmosfery z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody

W zakładzie 217 wsad odpadów to nieorganiczne i organiczne odpady płynne. Średnia wartość podana na rysunku 5.31 opiera się na dwóch pomiarach (jeden w 2010 r. i jeden w 2011 r.), odpowiednio 130 mg/Nm<sup>3</sup> i 39 mg/Nm<sup>3</sup>. Wysoka wartość zmierzona w 2010 r. wynikała z przyjęcia odpadów niepożądanych (z dużą ilością toluenu).

Zakład 151 wskazał, że ponieważ adsorpcja z użyciem węgla aktywnego została zainstalowana w 2013 r., poziom emisji jest poniżej granicy wykrywalności. Zakład 461 zgłaszał emisje pochodzące z suszarni osadów, co jest bardzo specyficznym procesem.

Z wyjątkiem zakładów 140 i 149, obciążenie emisyjne jest niższe niż 0,5 kg/godz., a stężenie związków organicznych może wynosić od 2 mg/Nm<sup>3</sup> do 43 mg/Nm<sup>3</sup> z zakładów wyposażonych w odpowiednie techniki redukcji emisji.

### 5.7.2.3 Emisje do wody

#### 5.7.2.3.1 Przegląd

[\[42. WT TWG 2014\]](#)

Płynny produkt wyjściowy jest przesyłany albo do kanalizacji (większość przypadków według zebranych danych) albo do zakładu jej odbioru. Odpady z przemysłu chemicznego, odpady o wysokiej zawartości azotu (być może odcieki ze składowisk) oraz procesy odzysku/przetwarzania olejów mogą wprowadzać dodatkowe odpady, a zatem są one uważniej rozpatrywane. Odpady wysoko nitrogenne zwiększają prawdopodobieństwo uwolnienia podtlenku azotu. Metale, amoniak i chemikalia organiczne są zwykle obecne w strumieniach wody.

W wielu przypadkach umowa o odprowadzaniu ścieków oczyszczonych zawiera postanowienia chroniące oczyszczalnię ścieków przed zrzutem z zakładu, skupiając się na przykład na ChZT, pH, zawartości oleju, azotu amonowego, zawartości metali, siarczanów, siarczynów i siarczków, a także dichlorometanu (najbardziej powszechny chlorowcowany związek czyszczący, który może być zanieczyszczeniem wody użytej do mycia i pochodzącej z kolektorów). Zazwyczaj znana jest całkowita objętość zrzutu.

W zasadzie, zewnętrzne oczyszczalnię ścieków są w stanie oczyszczać np. TSS, COD/TOC, związki azotu i związki fosforu, podczas gdy może to nie mieć miejsca w przypadku zanieczyszczeń takich jak metale, cyjanki czy AOX. Dostarczone informacje przedstawiono zatem w następujący sposób: w sekcji 5.7.2.3.2 informacje dotyczące bezpośredniego odprowadzania do wody oraz parametrów/substancji takich jak TSS, COD/TOC, związków azotu i fosforu; w sekcji 5.7.2.3.3 informacje dotyczące zakładów, które zgłosiły pośredni zrzut do wody; oraz w sekcji 5.7.2.3.4 informacje dotyczące bezpośredniego i pośredniego odprowadzania do wody oraz parametrów/substancji takich jak węglowodory, cyjanek, AOX i metale.

#### 5.7.2.3.2 Zrzut bezpośredni

Tabela 5.82 przedstawia przegląd najczęściej mierzonych emisji do wody z oczyszczania odpadów płynnych na bazie wody w celu bezpośredniego zrzutu. Należy go odczytywać razem z tabelą 5.83, która zawiera krótki opis procesu przetwarzania, stosowanych technik, danych dotyczących odpadów wejściowych oraz produktu wyjściowego, a także przepływu emisji do wody.



**Tabela 5.82: Monitorowanie emisji do wody z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody – uwolnienie bezpośrednie**

Mierzone zanieczyszczenie	Rodzaj monitoringu	Uwzględnione zakłady
pH	Ciągły	90, 144, 421, 423
	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	140, 156, 192, 368, 569
	Próbka zbiorcza	154
TSS	Próbka chwilowa	392, 449
	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	140, 144, 156, 192, 368, 569
	Próbka zbiorcza	154, 421
BZT <sub>5</sub>	Próbka chwilowa	392, 393, 449
	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	90, 140, 368, 468, 569
	Próbka chwilowa	392, 393, 449
COD	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	90, 368, 569
	Próbka zbiorcza	486
	Próbka chwilowa	392, 393, 449
OWO	Ciągły	144, 368, 421
	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	140, 156, 192, 423
	Próbka zbiorcza	154,
THC	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	140, 156, 192, 368
	Próbka zbiorcza	154, 421, 423
WWA	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	421
	Próbka chwilowa	392
Cl <sup>-</sup>	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	144
	Próbka chwilowa	368, 569
	Próbka zbiorcza	393, 449
F <sup>-</sup>	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	192, 140, 368
	Próbka zbiorcza	154
	Próbka chwilowa	449, 368
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	368
CN <sup>-</sup>	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	140, 144, 156, 192, 569
	Próbka zbiorcza	154
Siarczany	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	368, 569
	Próbka chwilowa	393, 449
Azot ogólny	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	90, 569
	Próbka chwilowa	392, 393
Azot ogólny Kjeldahla (TKN)	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	140,
	Próbka chwilowa	392, 393
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	90, 140, 368*, 423, 569
	Próbka chwilowa	392,
NH <sub>3</sub> -N	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	90, 140, 156, 368, 423, 569
	Próbka chwilowa	393, 449,
Fosfor ogólny	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	90, 140, 192, 368, 423, 569
	Próbka chwilowa	392, 393, 449

Cd	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	140, 144, 156, 192, 368, 421, 569
	Próbka zbiorcza	154, 423
	Próbka chwilowa	392, 393, 449, 486
Tl	Próbka zbiorcza	154, 423
Hg	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	140, 144, 368, 421, 569
	Próbka zbiorcza	154, 423
	Próbka chwilowa	392, 393, 486
Sb	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	368,
As	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	140, 144, 368, 421, 569
	Próbka zbiorcza	154, 423
	Próbka chwilowa	392, 393, 449
Pb	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	140, 144, 156, 192, 368, 421, 569
	Próbka zbiorcza	154, 423
	Próbka chwilowa	392, 393, 449, 486
Cr	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	90, 140, 144, 156, 192, 368, 421 569
	Próbka zbiorcza	154, 423
	Próbka chwilowa	392, 393, 486
Cr(VI)	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	140, 144, 156, 192, 368, 421, 569
Co (kobalt)	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	368, 421,
Cu	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	140, 144, 156, 192, 368, 421, 569
	Próbka zbiorcza	154, 423
	Próbka chwilowa	392, 393, 449, 486
Mn	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	144, 368, 421
	Próbka zbiorcza	154
	Próbka chwilowa	449
Ni	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	90, 140, 144, 156, 192, 368, 421 569
	Próbka zbiorcza	154, 423
	Próbka chwilowa	392, 393, 449, 486
V	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	144, 368, 421
	Próbka zbiorcza	423
	Próbka chwilowa	486
Metale razem	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	140, 144
	Próbka zbiorcza	154
Zn	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	140, 144, 156, 192, 368, 421, 569
	Próbka zbiorcza	154, 423
	Próbka chwilowa	392, 393, 449, 486
Fe	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	144, 156, 192, 368
	Próbka zbiorcza	154
	Próbka chwilowa	449
Chlor	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	368
Fenole	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	140, 144, 156, 368, 421, 569
	Próbka chwilowa	90, 449

AOX	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	140
	Próbka zbiorcza	154
EOX	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	192
	Próbka chwilowa	392, 393
BTEX	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	421
Niepolarne węglowodory alifatyczne	Próbka chwilowa	486

Tabela 5.83: Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody – uwolnienie bezpośrednio - stosowane techniki, usuwane substancje, opis odpadów dostarczanych do przetworzenia, produkt wyjściowy oraz rodzaj zrzutu

Numer zakładu	Proces przetwarzania	Usunięte substancje	Zastosowane techniki	Opis wsadu odpadów	Produkt wyjściowy	Rodzaj uwalniania (partiami/ciągłe) oraz przepływ wody
90	Pierwsza biodegradacja (bioreaktor), obróbka wstępna	Metale ciężkie (obecnie nieczynne)	Systemy z osadem aktywnym, strącanie chemiczne, filtracja, odwirowywanie, nityfikacja/denitryfikacja	ścieki ulegające biodegradacji, np. z przemysłu chemicznego, farmaceutycznego i naftowego	Płynne produkty wyjściowe, pozostałości z oczyszczania ścieków	Ciągłe 75 m <sup>3</sup> /h
140	Neutralizacja/strącanie, detoksykacja, odzysk związków metali, rozbijanie emulsji, przetwarzanie biologiczne z systemem z osadem czynnym, obróbka końcowa (membrana ultrafiltracyjna) dla 2 bioreaktorów + dekanter i filtr piaskowy dla 1 bioreaktora.	Metale, Cr(VI) i CN, OWO	Systemy z osadem czynnym; ultrafiltracja; nieorganiczne: detoksykacja (CN i CrVI), neutralizacja (w tym kwas azotowy i siarkowy), rozpuszczanie (utleniacze), wytrącanie metali w wodorotlenkach, przetwarzanie biologiczne, ultrafiltracja; organiczne: separacja przez odwirowanie, ewapokondensacja, MCV, rozbijanie emulsji przez koagulację, flokulacja, flotacja (powietrze), biologiczne przetwarzanie przez zbiornik buforowy, systemy z osadem czynnym - konwencjonalne, wykańczanie metodą ultrafiltracji, filtracja z piaskiem	Wszystkie rodzaje odpadów niebezpiecznych wprowadzanych do stacji transferowej z sortowaniem/obróbką przed ostatecznym przetworzeniem: ścieki o niskiej zawartości substancji organicznych i wysokiej zawartości osadów (rozpuszczalne wody zaolejone), ścieki o wysokiej zawartości substancji organicznych, niskiej zawartości osadów i soli (mydła, tusze, ciecze chłodzące, oleje rozpuszczalne zawierające odpady), ścieki i szlamy zawierające węglowodory, ścieki o zawartości substancji organicznych ulegających biodegradacji	Pozostałości z oczyszczania ścieków, paliwo płynne, pozostałości z rozdrabniania, inne paliwa stałe, pozostałości z sortowania, drewno	Ciągłe 20 m <sup>3</sup> /h
144	Usuwanie zanieczyszczeń u źródła, stężenie węglowodorów i destylacja/kondensacja fazy wodnej, biologiczne oczyszczanie ulegających biodegradacji ścieków wodnych, obróbka końcowa (UF)	Aniony lub kationy Cr(VI), CN, fenole, szlamy, oleje, OWO, TSS, MES	Koagulacja, flokulacja, strącanie (wytrącanie), dekantacja	Zużyte żywice, kwasy (solny, azotowy, siarkowy), soda, odcieki z składowisk odpadów, roztwory nieorganiczne zawierające Cr(VI), odpady płynne zawierające CN, odpady płynne zawierające fenole, odpady płynne zawierające oleje, odpady z zawartością substancji organicznych i ulegające biodegradacji	Odzyskana żywica, płynne produkty wyjściowe, inne	Partiami 10 m <sup>3</sup> /h

154	Oczyszczanie wtórne, obróbka końcowa	OWO, osad, biodegradowalne substancje organiczne	Systemy z osadem aktywnym, neutralizacja, dekantacja, prasa filtracyjna, strącanie chemiczne, ekstrakcja membranowa, flokulacja, napowietrzanie, zbiorniki buforowe, wirowanie, rozbijanie emulsji.	Odpady płynne zawierające węglowodory, odpady płynne zawierające substancje organiczne w tym ulegające biodegradacji, rozpuszczalniki, kwasy, zasady, pestycydy, utleniacze, ścieki laboratoryjne, osady, inne odpady stałe	Paliwo płynne, inne pozostałości z oczyszczania ścieków	Partiami (przez 4 godziny 350 razy w roku) 20–30 m <sup>3</sup> /h
156_1W	Wirowanie dwufazowe, wirowanie trójfazowe, rozbijanie emulsji, membrana UF, nanofiltracja, dekontaminacja, detoksykacja, neutralizacja, wytrącanie metali, filtracja osadu, przetwarzanie biologiczne (osad czynny), adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Osady, oleje (węglowodory) i osady, oleje (węglowodory), BZT5, OWO, metale, Cr(VI), CN, fenole, substancje zasadowo-kwasowe	Wirówka + rozbijanie emulsji (fizyczno-chemiczne przetwarzanie substancji organicznych), przetwarzanie biologiczne, nanofiltracja, fizyczno-chemiczne przetwarzanie minerałów, biologiczne przetwarzanie soli, filtracja z użyciem węgla aktywnego; nieorganiczne: detoksykacja, neutralizacja, rozpuszczanie (utleniacze), strącanie, wykańczenie (dekantacja + flotacja powietrzem); rozdzielanie substancji organicznych poprzez: odwirowywanie, dekantację, oddzielanie oleju, ewapokondensację, MCV; rozbijanie emulsji poprzez: koagulację, flokulację, flotację powietrzną; przetwarzanie biologiczne za pomocą: zbiornika buforowego, osadu czynnego, membrany biologicznej; obróbka końcowa za pomocą nanofiltracji	Mieszanina odpadów płynnych na bazie wody/osadów/węglowodórów, odpady płynne zawierające Cr(VI), odpady płynne zawierające CN, odpady płynne zawierające fenole, odpady płynne zawierające kwasy, odpady płynne zawierające zasady, pozostałości po czyszczeniu gazów odlotowych, osad z wodorotlenkami metali lub osad z unieszkodliwiania metali (zakład przetwarzania fizyczno-chemicznego)	Pozostałości z oczyszczania ścieków, inne, zmieszane tworzywa sztuczne, odzyskany węgiel aktywny	NI 15 m <sup>3</sup> /h
192	Etap chemicznej redukcji tlenu, neutralizacja, wytrącanie/flokulacja/sedymentacja złożonych substancji mineralnych, odsiarczenie, prasa filtracyjna	W razie potrzeby dla CN i Cr(VI), wodorotlenków metali, odwadniania osadów	Neutralizacja, etap strącania a następnie flokulacji, sedymentacja (stawy), prasa filtracyjna	Zużyte kąpiele kwasów chromowych z przemysłu galwanizacyjnego; różne odpady płynne zawierające głównie zanieczyszczenia nieorganiczne: zazwyczaj odpady kwasów i zasad, odpady zawierające zanieczyszczenia anionowe (cyjanki, fluorki itp.) i/lub kationowe (metale ciężkie, metaloidy itp.).	Zregenerowany kwas, odzyskana żywica, płynne produkty wyjściowe, pozostałości z oczyszczania ścieków	Partiami 200 m <sup>3</sup> /h

368	Oczyszczanie pierwotne, obróbka wstępna	Organiczne związki złożone, rozpuszczalniki do separacji, substancje ulegające biodegradacji, azot	Zbiornik buforowy, utlenianie na mokro, neutralizacja, dekantacja, destylacja rozpuszczalnikiem, wyrównywanie, sedymentacja (osadzanie), system z osadem aktywnym, usuwanie substancji biogennych pochodzenia biologicznego, nityfikacja/denitryfikacja, odwadnianie.	Odpady płynne z rozpuszczalnikami, odpady płynne z zanieczyszczeniami organicznymi, osad z biologicznej oczyszczalni ścieków oraz odpady z zanieczyszczeniami organicznymi, odpady ulegające biodegradacji	Pozostałości stabilizowane, pozostałości z oczyszczania ścieków, inne	Ciągłe 560 m <sup>3</sup> /h
392	Wstępna denitryfikacja, nityfikacja, wtórna denitryfikacja, kaskadowe napowietrzanie i mieszanie polimerów, sedymentacja osadów ściekowych	Azot, cząstki stałe zawieszane (zawiesina)	Zbiorniki buforowe, systemy z osadem czynnym, nityfikacja/denitryfikacja, sedymentacja (stawy)	Odcieki z składowiska odpadów	Płynne produkty wyjściowe	Ciągłe 35 m <sup>3</sup> /h
393	Wstępna denitryfikacja, nityfikacja, wtórna denitryfikacja, kaskadowe napowietrzanie i mieszanie polimerów, sedymentacja osadów ściekowych	Azot, cząstki stałe zawieszane (zawiesina)	Zbiorniki buforowe, systemy z osadem czynnym, nityfikacja/denitryfikacja, sedymentacja (stawy)	Odcieki z składowiska odpadów	Płynne produkty wyjściowe	Ciągłe 10 m <sup>3</sup> /h
421	Oczyszczanie pierwotne, przetwarzanie końcowe, końcowe dojrzewanie na mokro (bioreaktor)	NI	Ultrafiltracja, nanofiltracja, przetwarzanie biologiczne	Odpady wiertnicze (substancje wykopane, muł i osad): ścieki zawierające HC, odpady płynne o wysokim stężeniu materiałów biodegradowalnych i/lub ciekłe odpady morskie.	Płynne produkty wyjściowe, paliwo płynne, odkażona gleba	NI
423	Oczyszczanie pierwotne, przetwarzanie końcowe, końcowe dojrzewanie na mokro (bioreaktor)	NI	Wytrącanie chemiczne, flotacja, systemy z osadem czynnym, system filtracyjny z ruchomym zraszanym łóżem	Odpady wiertnicze (substancje wykopane, muł i osad): ścieki zawierające HC, odpady płynne o wysokim stężeniu materiałów biodegradowalnych i/lub ciekłe odpady morskie.	Odkażona gleba, płynne produkty wyjściowe, paliwo płynne	7 m <sup>3</sup> /h
449	Pierwsza biodegradacja (bioreaktor), obróbka wstępna	Metale	Filtracja, przetwarzanie biologiczne	NI	Płynne produkty wyjściowe, pozostałości z rozdrabniania, pozostałości stabilizowane, zmieszane tworzywa sztuczne	Ciągłe 3 m <sup>3</sup> /h

486	Oczyszczanie pierwotne i wtórne, przetwarzanie końcowe, odparowywanie,	Osad, emulsja (olej plus większe cząsteczki)	Systemy z osadem czynnym - konwencjonalne, wytrącanie	Woda zanieczyszczona olejem z odsączonego szlamu; woda z	Płynne produkty wyjściowe,	Ciągłe 1-3 m <sup>3</sup> /h
-----	------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------	-------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------	----------------------------	------------------------------

	strącanie	organiczne), substancje rozpuszczone w wodzie, sole, metale i cząsteczki organiczne	chemiczne, koagulacja, rozbijanie emulsji, flokulacja, flotacja, prasa filtracyjna, strącanie, system odwróconej osmozy, filtracja z piaskiem	mycia samochodów; woda z mycia nawierzchni; woda z płukania; środki odtłuszczające; ścieki z ciągów kablowych; ścieki z oczyszczania, woda z flokulacji odpadów barwiących; odpady z mycia pojemników IBC, rozpuszczalniki, farby	pozostałości z oczyszczania ścieków, olej odpadowy, paliwo płynne	
569*	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody, mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej, powtórna rafinacja i inne przygotowania do ponownego wykorzystania olejów odpadowych, immobilizacja odpadów stałych i/lub półpłynnych	Zanieczyszczenia nieorganiczne i organiczne, woda oraz osady	Systemy z osadem aktywnym - konwencjonalny, wytrącanie chemiczne, koagulacja, rozbijanie emulsji, flokulacja, flotacja, prasa filtracyjna, strącanie, system odwróconej osmozy, filtracja z piaskiem, sedymentacja (stawy)	Kwasy, kwasy chromowe, zasady, osady z zanieczyszczeniami nieorganicznymi lub organicznymi, cyjanki, wody zaolejone, emulsje, oleje smarne, płyny chłodnicze, tusze, woda zawierająca substancje organiczne, odcieki ze składowisk, odpady płynne ulegające biodegradacji, gleby zanieczyszczone ulegające biodegradacji, popiół lotny, odpady budowlane i z wyburzeń, odpady stałe nieulegające biodegradacji.	Paliwo płynne, zmieszane tworzywa sztuczne, metale żelazne, papier, drewno, oleje.	NI 20 m <sup>3</sup> /h
* Zakłady przetwarzające głównie odpady inne niż odpady płynne na bazie wody. Uwaga: NI = Brak danych.						

---

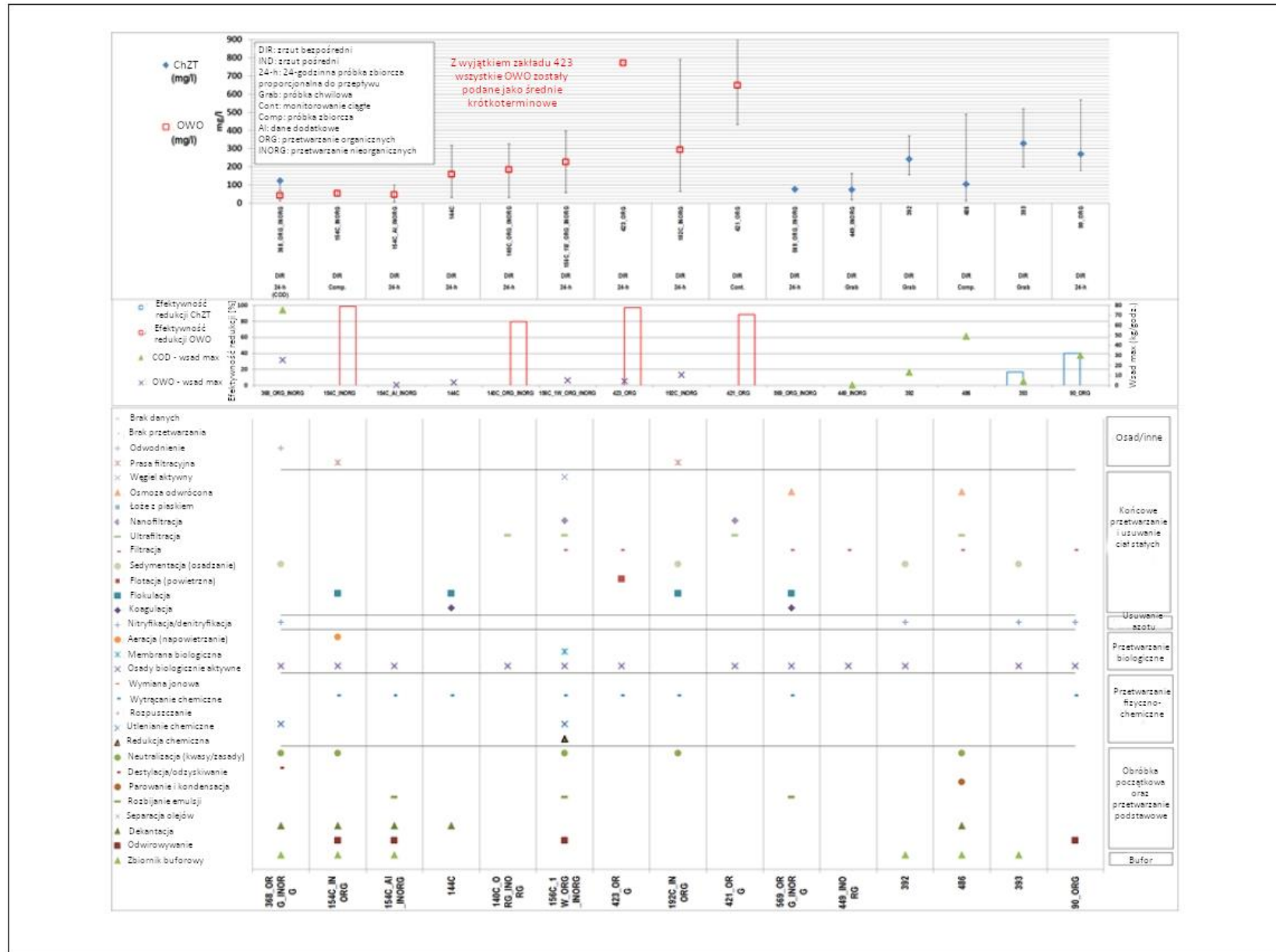
### Przepływ

Oprócz zakładów 192 (200 m<sup>3</sup>/h) i 368 (560 m<sup>3</sup>/h), raportowane przepływy nie przekraczają 100 m<sup>3</sup>/godz. Spośród 16 zakładów bezpośrednio odprowadzających wodę do środowiska, 3 zgłaszały przypadki uwolnienia partiami, z których jeden (zakład 154) uwalnia wodę kilka razy dziennie. 5 zakładów nie przekazało żadnych informacji na temat tego, czy zrzut ma charakter ciągły czy też jest prowadzony partiami.

### **Chemiczne zapotrzebowanie na tlen (ChZT) i ogólny węgiel organiczny (OWO)**

Spośród 12 zakładów odprowadzających odpady bezpośrednio do środowiska, 5 dostarczyło wartości stężenia ChZT (z czego jeden dostarczył również OWO), a osiem tylko wartości stężenia OWO. Osiem zakładów przetwarza substancje nieorganiczne, które z natury są słabo biodegradowalne. W momencie dostarczenia informacji zostało to potwierdzone stosunkiem BZT<sub>5</sub>/COD w zakresie od 0,01 do 0,05 w pięciu przypadkach (dla zakładu 449 stosunek ten wynosi około 0,5). Ilustracja 5.32 przedstawia zgłoszone wartości stężenia OWO i ChZT dla zrzutu bezpośredniego, wraz z maksymalnym obciążeniem wsadem oraz zastosowanymi technikami redukcji emisji.





Ilustracja 5.32: OWO oraz ChZT w emisjach do wody z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody – odprowadzanie bezpośrednie

---

Najwyższe wartości stężenia ChZT (powyżej 300 mg/l) odnotowały trzy zakłady ( Zakłady 90, 393 i 392), wyposażone w techniki nitryfikacji/denitryfikacji oraz przetwarzania biologicznego, co wydaje się potwierdzać niezgodność pomiędzy redukcją biodegradowalnych związków organicznych a redukcją związków azotu.

Najwyższe wartości stężenia OWO (powyżej 100 mg/l) zgłaszały zakłady (wyposażone w etap przetwarzania biologicznego), które na ogół osiągają skuteczność redukcji rzędu 95 % lub więcej (np. zakłady 140 i 423).

Należy zauważyć, że wpływ może w tym przypadku wynikać z bardzo wysokiej zawartości ChZT/OWO, a zgłaszane wartości stężenia w ściekach oczyszczonych wykazują niekiedy dużą zmienność (np. zakład 192).

Chociaż zgromadzone dane nie wykazały wyraźnej korelacji pomiędzy wpływem zawartości chlorków w ściekach a skutecznością redukcji ChZT/OWO, ogólnie uznaje się ten efekt za utrudniający osiągnięcie efektywności redukcji na poziomie 95 %. Dodatkowe informacje na temat parametrów wpływających na skuteczność redukcji stężeń OWO i ChZT można znaleźć w dokumencie CWW BREF [\[45. COM 2016\]](#).

#### **Biochemiczne zapotrzebowanie na tlen w ciągu pięciu dni (BZT<sub>5</sub>)**

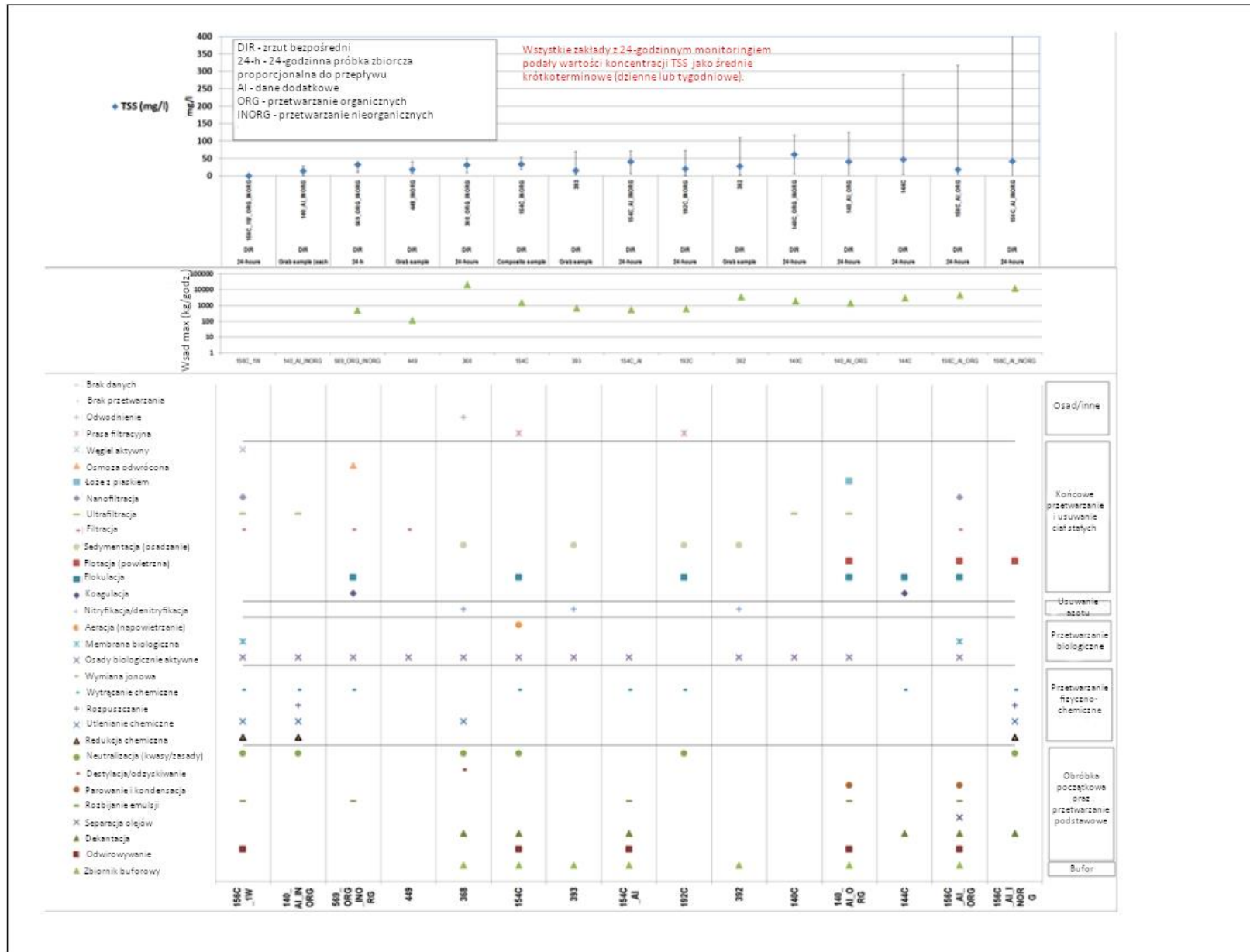
Spośród 12 zakładów odprowadzających wodę bezpośrednio do jednostki odbierającej/środowiska, 5 podało wartości stężenia BZT<sub>5</sub> w ściekach.

W ściekach oczyszczonych stosunek BZT/ChZT wynosi przeważnie < 0,2, co wskazuje na stosunkowo niebiodegradowalne płynne produkty wyjściowe.

#### **Zawiesina ogólna (TSS)**

Spośród 12 zakładów bezpośrednio odprowadzających odpady do środowiska, 9 podawało wartości stężenia TSS. Podana metoda pobierania próbek to głównie 24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu, z średnią krótkoterminową.

Ilustracja 5.33 przedstawia zgłoszone wartości stężenia dla bezpośredniego zrzutu, wraz z maksymalnym obciążeniem wsadem oraz zastosowanymi technikami redukcji emisji.



Ilustracja 5.33: TSS w emisjach do wody z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody – odprowadzanie bezpośrednie

W kilku przypadkach zgłaszane wartości stężenia TSS wykazują dużą zmienność (np. zakłady 144, 192, 392 i 393). Jednakże 97 percentyl wartości (lub większość wartości stężenia próbek) jest na ogół niższy niż 60 mg/l dla zakładów wyposażonych w techniki redukcji emisji, takie jak filtracja, sedymentacja i/lub flokulacja.

### Związki azotu

Jak pokazano w tabeli 5.82, do określenia stężenia parametrów związanych z azotem stosuje się albo całkowity N i/lub azot ogólny Kjeldahla (TKN) i/lub amoniak ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) i/lub azotyn/azotan ( $\text{NO}^{2-}/\text{NO}^{3-}$ ) (zob. tabela 5.84).

**Tabela 5.84: Pochodzące z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody związki azotu monitorowane w emisjach do wody – uwolnienie bezpośrednie**

Numer zakładu	Monitorowany parametr związany z azotem
90	N ogółem, $\text{NO}^{2-}/\text{NO}^{3-}$ , $\text{NH}_3\text{-N}$
140	TKN, $\text{NO}^{2-}/\text{NO}^{3-}$ , $\text{NH}_3\text{-N}$
156	$\text{NH}_3\text{-N}$
368	$\text{NO}^{2-}/\text{NO}^{3-}$ , $\text{NH}_3\text{-N}$
392	N ogółem, TKN, $\text{NO}^{2-}/\text{NO}^{3-}$
393	N ogółem, TKN, $\text{NH}_3\text{-N}$
423	$\text{NO}^{2-}/\text{NO}^{3-}$ , $\text{NH}_3\text{-N}$
449	$\text{NH}_3\text{-N}$
569	$\text{NH}_3\text{-N}$ , $\text{NO}^{2-}/\text{NO}^{3-}$

Parametry te nie są równoważne, dlatego też wyniki analiz nie są porównywalne (np. Razem N > TKN). Dodatkowe informacje na ten temat można znaleźć w dokumencie CWW BREF [\[45, COM 2016\]](#)

Zebrane dane pokazały, że:

- Łączne wartości stężenia N zostały zgłoszone przez cztery zakłady (z których dwa również zgłosiły  $\text{NH}_3\text{-N}$ , dwa również TKN, a jeden również  $\text{NO}_2/\text{NO}_3$ ). Trzy z tych zakładów są wyposażone w etap nityfikacji/denitryfikacji. Najwyższe wartości stężenia odnotowano w zakładach 392 i 393, które przetwarzają odciek ze składowiska odpadów. W przypadku tych trzech zakładów wydajność redukcji emisji wynosiła 75-90 %.
- Wartości stężenia TKN były zgłaszane przez trzy zakłady (z których dwa zgłosiły również N ogółem, jeden również  $\text{NH}_3\text{-N}$ , a jeden również  $\text{NO}_2/\text{NO}_3$ ). Najwyższą wartość stężenia zanotował Zakład 140 (194 mg/l), przy 97 percentylu około 120 mg/l. Zakład ten zgłosił również wartości stężenia  $\text{NO}_2/\text{NO}_3$  przy maksymalnym stężeniu 35 mg/l, co odpowiada maksymalnej wartości stężenia TKN wynoszącej około 90 mg/l. Dodatkowe informacje przedstawione w 2016 r. wskazują na bardzo wysoką zawartość związków azotu we wsadach odpadów, w szczególności w substancjach nieorganicznych (do 2 g/l dla N ogółem, TKN i  $\text{NH}_3\text{-N}$  oraz do 8,8 g/l dla  $\text{NO}_2/\text{NO}_3$ ), oraz zasolenie w zakresie od 0,5 % do 1 % dla substancji organicznych i od 3 % do 5 % dla substancji nieorganicznych. Zgodnie z dostarczonymi informacjami skuteczność redukcji emisji dla TKN można oszacować na około 90 %.
- Wartości stężenia  $\text{NH}_3\text{-N}$  były zgłaszane przez sześć zakładów (z których dwa zgłosiły również N ogółem, jeden również TKN, a dwa również  $\text{NO}_2/\text{NO}_3$ ). Najwyższą wartość stężenia zanotował Zakład 156 (maksymalnie 335 mg/l), przy 97 percentylu przy 200 mg/l. Zakład 426, który oczyszcza ścieki z odwiertów na morzu, podał wartość stężenia wynoszącą maksymalnie 90 mg/l. Zakład 449, który wskazuje zawartość soli w wsadach odpadów na poziomie 25 g/l, podał wartość stężenia  $\text{NH}_3\text{-N}$  wynoszącą maksymalnie około 18 mg/l.

- Wartości stężenia  $\text{NO}_2/\text{NO}_3$  były zgłaszane przez cztery zakłady (z których jeden zgłaszał również N ogółem, dwa również  $\text{NH}_3\text{-N}$ , a dwa również TKN). Najwyższą wartość stężenia (około 35 mg/l) zanotował Zakład 140 (patrz TKN powyżej).

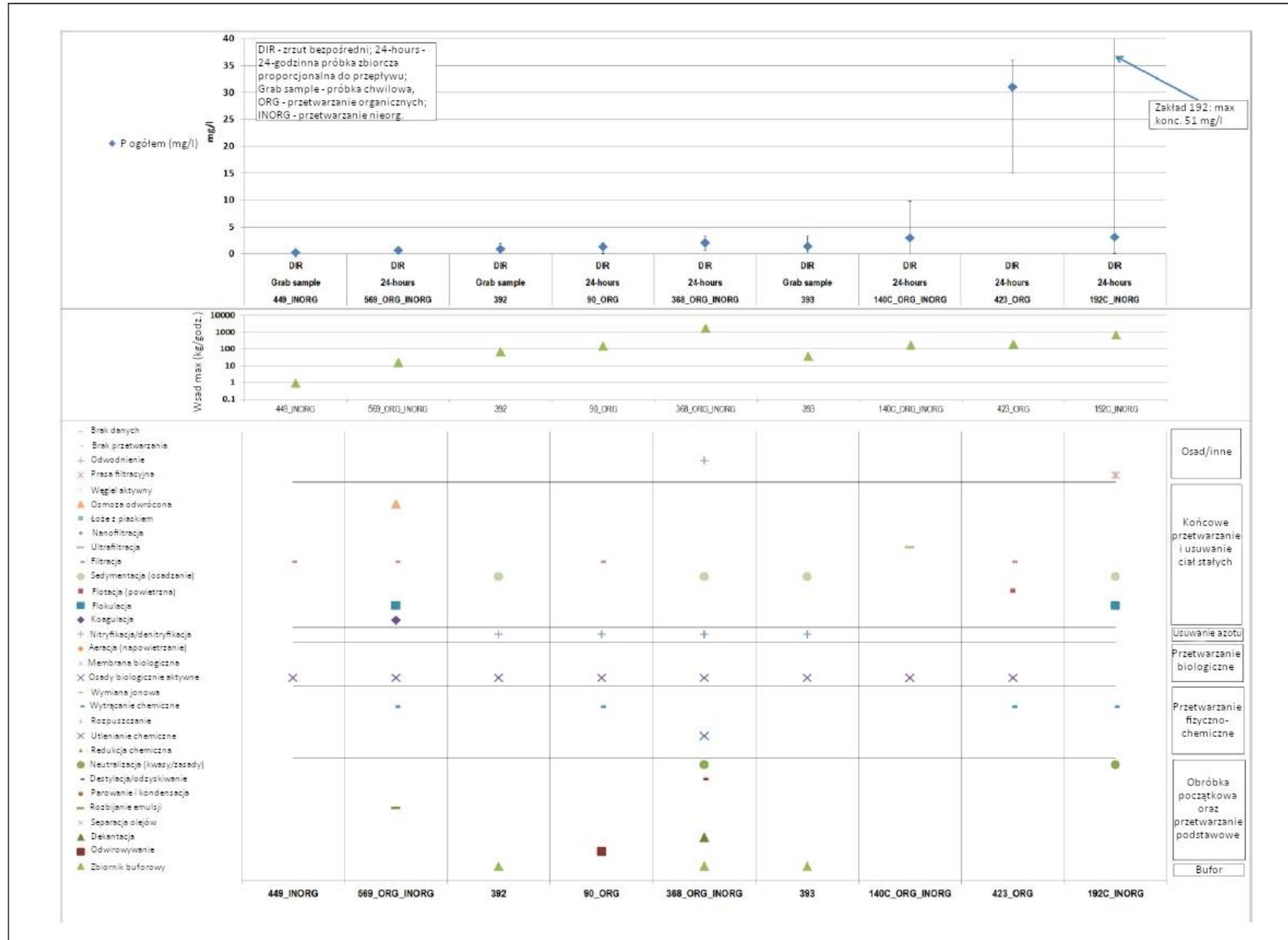
W odniesieniu do całkowitych emisji N z zakładów przetwarzających kwas azotowy, zakłady odprowadzające wodę bezpośrednio do środowiska nie dostarczyły żadnych wartości stężenia ani informacji na temat skuteczności redukcji emisji. W jednym z zakładów (zakład 91) przetwarzających kwas azotowy i odprowadzających do kanału ściekowego uzyskano całkowitą wartość stężenia N około 160 mg/l, chociaż bez żadnych informacji pozwalających na obliczenie efektywności redukcji emisji. Zgodnie z informacjami dostarczonymi przez niektóre zakłady odprowadzające bezpośrednio do środowiska (ale nie przetwarzającymi kwasu azotowego) można osiągnąć całkowitą skuteczność redukcji emisji N wynoszącą 75-90 %. Można założyć, że ten poziom wydajności jest również osiągalny w zakładzie przetwarzającym kwas azotowy.

W odniesieniu do zastosowania nityfikacji, chociaż gromadzenie danych nie pozwoliło na korelację wysokiej zawartości chlorków z zastosowaniem nityfikacji, korelacja ta jest wyraźnie określona, np. w dokumencie CWW BREF, i nie różniłaby się w przypadku przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody. To samo rozumowanie można zastosować w odniesieniu do wpływu niskiej temperatury ścieków (np. poniżej 12 °C).

### **Fosfor całkowity (P ogółem)**

Spośród 12 zakładów bezpośrednio odprowadzających ścieki do zbiorników wodnych, 8 podało całkowite wartości stężenia P w ściekach oczyszczonych.

Ilustracja 5.34 przedstawia zgłoszone wartości stężenia dla bezpośredniego zrzutu, wraz z maksymalnym obciążeniem wsadem i zastosowanymi technikami redukcji emisji.



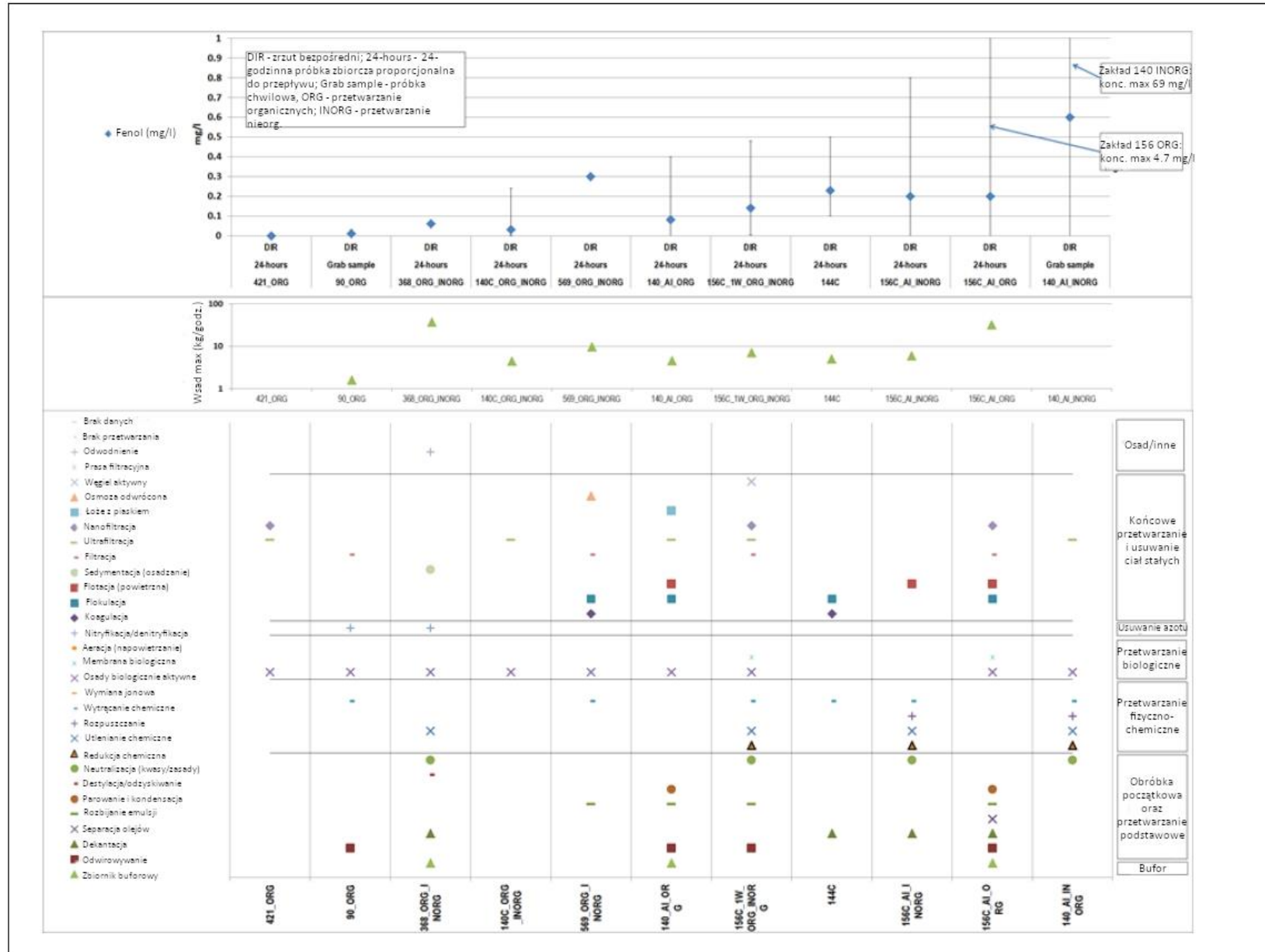
Ilustracja 5.34: Fosfor całkowity w emisjach do wody z przetwarzania odpadów – odprowadzanie bezpośrednie

Najwyższą wartość stężenia odnotował Zakład 192, z dużą zmiennością, oraz 97 percentylowym przedziałem 5-9 mg/l. Całkowita wartość stężenia P podana przez zakład 423 była wysoka (do 36 mg/l), chociaż zakład ten jest wyposażony w wytrącanie chemiczne, które zasadniczo jest odpowiednie do redukcji zawartości fosforu (nie dostarczono informacji na temat składu wsadu odpadów (podano tylko informację, że była to płuczka wiertnicza)).

### **Fenole**

Spośród 12 zakładów bezpośrednio odprowadzających ścieki do zbiorników wodnych, 6 podawało wartości stężenia fenolu w ściekach oczyszczonych.

Ilustracja 5.35 przedstawia zgłaszane wartości stężenia fenolu dla zrzutów bezpośrednich, wraz z maksymalnym obciążeniem wsadem oraz zastosowanymi technikami redukcji emisji.



Ilustracja 5.35: Fenole w emisjach do wody z przetwarzania odpadów – odprowadzanie bezpośrednie



Najwyższe wartości stężenia zgłaszały zakłady 156 i 140 (dodatkowe informacje dostarczone w 2015 r.) ze względu na bardzo wysokie wartości szczytowe. Dla Zakładu 156, 97 przedział percentylowy wynosił w 2015 roku 0,3- 0,5 mg/l. W przypadku Zakładu 140 szczyty te pochodzą z obróbki substancji nieorganicznych, których uwolnienie dodaje się do zrzutu z obróbki substancji organicznych, zgodnie z dostarczonymi informacjami.

### 5.7.2.3.3 Zrzut pośredni

Tabela 5.85 przedstawia przegląd zgłoszonego monitorowania emisji HOI, THC, cyjanków, AOX i metali do wody z oczyszczania odpadów płynnych na bazie wody, odprowadzanych do kanalizacji lub do oczyszczalni ścieków poza terenem zakładu (zrzut pośredni), które mogą nie być zdolne do oczyszczania takich zanieczyszczeń. Należy czytać ją wraz z tabelą 5.86, która pokazuje, że stosowane techniki są podobne do tych stosowanych w zakładach bezpośrednio odprowadzających wodę do akwenu odbiorczego.

**Tabela 5.85: Monitorowanie emisji do wody z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody – uwolnienie pośrednie**

Mierzone zanieczyszczenie	Rodzaj monitoringu	Uwzględnione zakłady
HOI	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	156, 215
	Próbka zbiorcza	215, 217, 322, 463
THC	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	3, 4, 8, 151, 156, 159, 194
	Próbka zbiorcza	148, 149, 217
	Próbka chwilowa	347, 351
CN <sup>-</sup>	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	4, 91, 156, 473, 550
	Próbka zbiorcza	7, 148, 215, 217, 317, 322
	Próbka chwilowa	6, 351
AOX	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	3, 8, 140, 194, 468
	Próbka zbiorcza	148, 151, 153, 215, 216, 217, 317, 322
	Próbka chwilowa	351
Cd	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	3, 4, 8, 91, 151, 153, 156, 194, 468, 473, 550
	Próbka zbiorcza	7, 149, 215, 216, 217, 317, 322, 463
	Próbka chwilowa	347, 351, 395, 486
Hg	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	3, 4, 8, 91, 151, 468, 473
	Próbka zbiorcza	7, 148, 149, 153, 215, 217, 317, 322
	Próbka chwilowa	347, 351, 395, 486
As	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	3, 4, 8, 151, 473
	Próbka zbiorcza	7, 148, 153, 217, 317, 322, 463
	Próbka chwilowa	347, 351, 395
Pb	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	3, 4, 8, 91, 151, 153, 156, 159, 194, 468, 473, 550
	Próbka zbiorcza	7, 148, 149, 215, 217, 317, 322, 463
	Próbka chwilowa	347, 351, 395, 486
Cr	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	3, 4, 8, 91, 151, 153, 156, 194, 468, 473
	Próbka zbiorcza	7, 148, 149, 215, 216, 217, 317, 322, 463
	Próbka chwilowa	6, 347, 351, 395, 486
Cr(VI)	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	4, 8, 151, 153, 156, 194, 468
	Próbka zbiorcza	7, 148, 217, 317, 322
	Próbka chwilowa	6, 347
Cu	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	3, 4, 8, 91, 151, 153, 156, 194, 468, 473, 550
	Próbka zbiorcza	7, 148, 149, 215, 217, 317, 322, 463
	Próbka chwilowa	6, 347, 351, 395, 486
Mn	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	468
	Próbka chwilowa	148
Ni	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	3, 4, 8, 91, 151, 153, 156, 194, 468, 473, 550
	Próbka zbiorcza	7, 148, 149, 215, 217, 317, 322, 463
	Próbka chwilowa	6, 347, 351, 395, 486
Zn	24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu	3, 4, 8, 91, 151, 153, 156, 194, 473, 550
	Próbka zbiorcza	7, 148, 149, 215, 217, 317, 322, 463
	Próbka chwilowa	6, 347, 351, 395, 486

Tabela 5.86: Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody – uwolnienie pośrednie - stosowane techniki, usuwane substancje, opis odpadów dostarczanych do przetworzenia, produkt wyjściowy oraz rodzaj zrzutu

Numer zakładu	Procesy przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody	Usunięte substancje	Zastosowane techniki	Opis wsadu odpadów	Produkty wyjściowe	Rodzaj zrzutu (ciągły/partiami) oraz przepływ wody	Punkty odprowadzenia
03	Obróbka wstępna, końcowa oraz działanie po przetworzeniu (bioreaktor)	Oleje Metale ciężkie CSB NO <sub>2</sub> NO <sub>3</sub> Amoniak	NI	Zasady i mieszaniny zasadowe, kwasy i mieszaniny kwasów, mieszaniny rozpuszczalników wodnych, odpady z przemysłu chemicznego, ciecze chłodzące i smarujące, mieszaniny oleju i wody, emulsje, mieszaniny osadów farby i wody, odcieki ze składowisk odpadów	Płynne produkty wyjściowe, pozostałości z oczyszczania ścieków, zregenerowany olej, koncentraty	Ciągły 3 m <sup>3</sup> /godz.	Wspólne oczyszczalnie ścieków poza terenem zakładu
04	Oczyszczanie pierwotne i wtórne	NI	Usuwanie powietrza, neutralizacja, redukcja chemiczna, utlenianie chemiczne	Kwasy organiczne i nieorganiczne (np. HCl, HNO <sub>3</sub> ), zasady (np. NaOH, KOH), odpady stałe (np. sole rozpuszczalne) oraz płynne odpady niebezpieczne, mieszaniny olej-woda, emulsje, odcieki ze składowisk odpadów	Płynne produkty wyjściowe, płacek z prasy filtracyjnej	Partiami 200–250 razy w roku z prędkością 25 m <sup>3</sup> /godz.	System kanalizacji miejskiej/gminnej
06	Oczyszczanie pierwotne i wtórne, przetwarzanie końcowe	NI	Filtracja, wymiana jonowa, neutralizacja, prasa filtracyjna, filtracja z piaskiem	Kwasy nieorganiczne, zasady nieorganiczne, osad nieorganiczny	Płynne produkty wyjściowe, osad	Partiami 56–124 razy w roku z prędkością 2 m <sup>3</sup> /godz.	System kanalizacji miejskiej/gminnej
07	Oczyszczanie pierwotne, przetwarzanie końcowe	Oleje Metale ciężkie CSB NO <sub>2</sub> NO <sub>3</sub> Amoniak	Systemy z aktywnym osadem ściekowym - flokulacja SBR, rozbijanie emulsji, prasa filtracyjna	Mieszaniny wodno-olejowe, zawartość separatora oleju, emulsje, separator piasku, odcieki ze składowisk, pozostałości po ściekach, pozostałości z farb, pozostałości z klejów, woda z płukania zawierająca cyjanek	Płynne produkty wyjściowe, zregenerowany olej, pozostałości z oczyszczania ścieków	Partiami 48 m <sup>3</sup> /dobę	System kanalizacji miejskiej/gminnej
08	Wytrącanie wodorotlenku: usuwanie zanieczyszczeń u	Metale ciężkie Ciała stałe	Filtracja, system z osadem aktywnym - SBR ,	Emulsje, mieszaniny olej-woda, mieszaniny kwasów,	Płynne produkty wyjściowe, paliwo	Partiami 170 razy w	System kanalizacji miejskiej/gminnej

	źródła; Oczyszczanie pierwotne: wszystkie strumienie odpadów pochodzenia wodnego najpierw przechodzą przez system zlewni, z którego odprowadzane są substancje stałe tonące i pływające; rozbijanie emulsji; eliminacja związków toksycznych (np. utlenianie cyjanku) / końcowe dojrzewanie na mokro (bioreaktor)	Oleje Substancje toksyczne	adsorpcja	mieszaniny ługów, woda z czyszczenia zbiorników, olej odpadowy, rozpuszczalniki, emulsja bitumiczna, płuczka wiertnicza, separator oleju, zawartość separatorów piaskiem, osady z farby, odpady farmaceutyczne, odpady laboratoryjne, detergenty	płynne, pozostałości ze ścieków, pozostałości z przetwarzania, mieszanina materiałów wyjściowych	roku przez jeden dzień z prędkością 7 m <sup>3</sup> /godz.	
91	Oczyszczanie pierwotne	NI	Utlenianie chemiczne, strącanie chemiczne, odwadnianie, flokulacja, adsorpcja	Kwasy (chromowe, solne, azotowe i podobne) zawierające metale ciężkie, cyjanki	Płynne produkty wyjściowe, placek filtracyjny z osadu z wodorotlenków metali	Ciągły 2.5 m <sup>3</sup> /godz.	System kanalizacji miejskiej/gminnej
148	Obróbka wstępna, neutralizacja, mieszanie, odwirowywanie	NI	Separacja olejów	Woda z czyszczenia, płyny do mycia, ścieki wodne z przemysłu chemicznego	Płynne produkty wyjściowe, paliwo płynne, osad, inne produkty wyjściowe	Partiami 7–10 razy w roku z prędkością 22 m <sup>3</sup> /godz.	Wspólne oczyszczalnie ścieków poza terenem zakładu
149	Neutralizacja, mieszanie	NI	Dekantacja	Zużyte kwasy i zasady z laboratoriów badawczych (przemysłowych, uniwersyteckich), woda z czyszczenia, płyny do mycia, odpady płynne z przemysłu chemicznego, pasty, odpady organiczne niereaktywne, WEEE	Płynne produkty wyjściowe, pozostałości z rozdrabniania, metale żelazne, szkło, drewno, odcieki z tymczasowego magazynowania odpadów niebezpiecznych	Partiami - około 50 razy w roku przez 4 godziny	Wspólne oczyszczalnie ścieków poza terenem zakładu
151	Odwirowywanie, rozbijanie emulsji, system przetwarzania biologicznego/z osadem czynnym, membrana UF	Osady, OWO i osady, biologicznie rozkładalne substancje organiczne, TSS	Systemy z osadem czynnym - konwencjonalne, ultrafiltracja	Odpady organiczne i odpady płynne ulegające biodegradacji, odpady płynne węglowodorów zawierające ponad 10 % osadów	Płynne oleje, osad	Ciągły 195 m <sup>3</sup> /h	System kanalizacji miejskiej/gminnej

153	Rozbijanie emulsji i strącanie złożonych gatunków wodorotlenków,	NI	Neutralizacja, biologiczne usuwanie składników pokarmowych	Płyny odpadowe z różnych sektorów: emulsje z obróbki mechanicznej (woda - olej -	Paliwo płynne, płynne produkty wyjściowe, złożony	4 m <sup>3</sup> /h	System kanalizacji miejskiej/gminnej
-----	------------------------------------------------------------------	----	------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------	---------------------	--------------------------------------

	odparowywanie próżniowe, trójfazowe szybkie i wysokowydajne odwirowywanie, filtracja w prasie filtracyjnej z opuszczaną płytą, sedimentacja grawitacyjna (osiadanie) osadów pochodzących z operacji czyszczenia, neutralizacja kwasowo-zasadowa oczyszczonych ścieków, bioreaktor tlenowy			substancje stałe), wody zaolejone z separatorów olej-woda, płyny do mycia itp.; każdy rodzaj odpadów luzem/zapakowanych oprócz: odpadów radioaktywnych, odpadów ulegających samozapłonowi lub wybuchowych, odpadów ulegających hydrolizie i emitujących związki szkodliwe w kontakcie z wodą, odpadów niestabilnych chemicznie lub fizycznie, odpadów azbestu	odwodniony osad wodorotlenkowy z filtracji, osad, produkty z przepakowywania oraz tymczasowego magazynowania odpadów niebezpiecznych		
156C_2W	Dwufazowe odwirowywanie, trójfazowe odwirowywanie, rozbijanie emulsji, membrana UF, nanofiltracja, dekontaminacja, detoksykacja, neutralizacja, wytrącanie metali, filtracja osadu, przetwarzanie biologiczne (osad czynny), adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Osady, oleje (węglowodory) i osady, oleje (węglowodory), BZT5, OWO, metale Cr(VI), CN, fenole, substancje kwasowo-zasadowe, metale	Odwirowanie + rozbijanie emulsji (fizyczno-chemiczna przetwarzanie substancji organicznych), przetwarzanie biologiczne, nanofiltracja, fizyczno-chemiczne przetwarzanie minerałów, biologiczne przetwarzanie soli, filtracja z użyciem węgla aktywnego	Mieszanka odpadów płynnych na bazie wody/osadów/węglowodórów, odpady płynne zawierające Cr(VI), odpady płynne zawierające CN, odpady płynne zawierające fenole, odpady płynne kwaśne, inne odpady płynne, pozostałości po czyszczeniu gazów odlotowych, osad z wodorotlenków metali lub osad z unieszkodliwiania metali (zakłady przetwarzania fizyczno-chemicznego)	Pozostałości z oczyszczania ścieków, zmieszane tworzywa sztuczne, odzyskany węgiel aktywny, faza oleista z odwirowywania	4 m3/h	System kanalizacji miejskiej/gminnej
159	Bioreaktor, membrana UF	NI	System z osadem czynnym – konwencjonalny, ultrafiltracja	Odpady o wysokiej zawartości węglowodórów, odpady o niskiej zawartości węglowodórów, woda z emulsjami oleistymi, woda z zawartością substancji organicznych ulegających biodegradacji, odpady organiczne, które nie mogą być przetwarzane w ramach żadnej z działalności zakładu przetwarzania	Paliwo płynne, płynne produkty wyjściowe, inne	Ciągły 6 m3/h	System kanalizacji miejskiej/gminnej

163	Separacja osadów/wody/węglowodorów	Węglowodory, osad	NI	Odpady płynne zawierające osady, wodę i węglowodory do rozdzielania faz (węglowodory, fazy wodne plus osady)	Płynne produkty wyjściowe, osad, inne produkty	NI	NA
194	Dekantacja: usuwanie zanieczyszczeń u źródła, odparowywanie/koncentracja, rozbijanie emulsji, bioreaktor, membrana UF	Osad, koncentraty olejowe OWO/osad, biodegradowalne substancje organiczne, TSS	System z osadem czynnym – konwencjonalny, ultrafiltracja	Woda zawierająca substancje organiczne i/lub związki metali, ścieki z zawartością substancji organicznych i osadów oraz soli (mydła, tusze, ciecz chłodząca, oleje rozpuszczalne zawierające odpady itp.), ścieki z zawartością organiczną ulegającą biodegradacji	Płynne produkty wyjściowe, pozostałości z oczyszczania ścieków, koncentraty, wysoko skoncentrowane odpady olejowe	5 m <sup>3</sup> /h	System kanalizacji miejskiej/gminnej
215	Obróbka wstępna, rozbijanie emulsji, separacja olejów, odparowywanie	NI	Rozbijanie emulsji, zbiorniki buforowe, odwadnianie, filtracja, flokulacja	Kwasy, zasady, węglowodory (olej i paliwo płynne), odpady z mechanicznej obróbki powierzchni i mechanicznego kształtowania, osad	Płynne produkty wyjściowe, immobilizowane odpady stałe, zregenerowany olej, pozostałości stabilizowane, inne	5 m <sup>3</sup> /h	System kanalizacji miejskiej/gminnej
216	Obróbka wstępna, destylacja próżniowa, obróbka końcowa	NI	Absorpcja, zbiorniki buforowe, dekantacja, rozbijanie emulsji, odparowywanie, filtracja, ultrafiltracja, destylacja próżniowa	Płynne odpady organiczne	Płynne produkty wyjściowe, pozostałości z oczyszczania ścieków	Partiami, około 15 razy w roku przez 8 godzin	System kanalizacji miejskiej/gminnej
217	Obróbka wstępna, destylacja próżniowa, obróbka końcowa	NI	Absorpcja, napowietrzanie, desorpcja próżniowa, zbiorniki buforowe, odwirowywanie, utlenianie chemiczne, wytrącanie chemiczne, redukcja chemiczna, odwadnianie	Płynne odpady organiczne i nieorganiczne	Płynne produkty wyjściowe, pozostałości z oczyszczania ścieków	Partiami, około 2 000 razy w roku przez 5 godzin z prędkością 7 m <sup>3</sup> /h	System kanalizacji miejskiej/gminnej
317	Obróbka wstępna, destylacja próżniowa, obróbka końcowa	NI	Absorpcja, napowietrzanie, zbiorniki buforowe, odwirowywanie, utlenianie chemiczne, wytrącanie chemiczne, redukcja chemiczna, odwadnianie, rozbijanie emulsji.	Płynne odpady organiczne i nieorganiczne, kwasy nieorganiczne	Płynne produkty wyjściowe, pozostałości z oczyszczania ścieków	Partiami, około 1 260 razy w roku przez 5 godzin	System kanalizacji miejskiej/gminnej

322	Obróbka wstępna, oczyszczanie pierwotne, obróbka końcowa	NI	Rozbijanie emulsji, utlenianie chemiczne, redukcja chemiczna, neutralizacja, wytrącanie chemiczne, prasa filtracyjna	Odpady z obróbki powierzchniowej, woda z płukania, emulsja	Płynne produkty wyjściowe, pozostałości z oczyszczania ścieków, odzyskany katalizator, paliwo płynne	Partiami, około 110 razy w roku przez 4 godziny	System kanalizacji miejskiej/gminnej
347	Oczyszczanie pierwotne	Metale, ciała stałe, wodorotlenki	NI	Wycieki ze składowiska, woda z mycia, woda technologiczna i metalurgiczna, emulsje olejowe	Płynne produkty wyjściowe, pozostałości z oczyszczania ścieków, zregenerowane oleje	20 m <sup>3</sup> /h	Wspólne oczyszczalnie ścieków poza terenem zakładu
351	Oczyszczanie/flokulacja (za pomocą FeCl <sub>3</sub> i NaOH), w razie potrzeby filtr z piaskiem	Metale ciężkie, zawiesina ogólna	Koagulacja, flokulacja, wytrącanie chemiczne, sedimentacja (stawy), neutralizacja	Pozostałości po czyszczeniu ulic, odpady z oczyszczania ścieków	Pozostałości z oczyszczania ścieków	30 m <sup>3</sup> /h	System kanalizacji miejskiej/gminnej
395	Obróbka końcowa	NI	Wytrącanie chemiczne, prasa filtracyjna, neutralizacja	Zużyte kwasy i zasady	Płynne produkty wyjściowe, placek filtracyjny, opakowania	NI	Wspólne oczyszczalnie ścieków poza terenem zakładu
401	NI	NI	Napowietrzanie, zbiorniki buforowe, koagulacja, odwirowywanie, detoksykacja, odwadnianie, filtracja, flokulacja, flotacja, odfuszczenie	Oddzielony olej oraz olej z separacji olej-woda, odpady z farb, kitów, wosków, tuszy, odpady farmaceutyczne, zużyte oleje lub inne odpady organiczne, gleba, smoła i inne minerały	Płynne produkty wyjściowe, ziemia odkazona, metale żelazne, zregenerowane pozostałości rozpuszczalników z oczyszczania ścieków, inne	Partiami podczas pracy zakładu	System kanalizacji miejskiej/gminnej
463	Oczyszczanie pierwotne	NI	NI	Kwasy, zasady, osady, olej odpadowy, odpady płynne na bazie wody	Płynne produkty wyjściowe, immobilizowane odpady stałe, paliwo płynne, zregenerowany olej	NI	System kanalizacji miejskiej/gminnej
468	Obróbka wstępna, oczyszczanie pierwotne i wtórne	Substancje stałe, osady metali i DBO	System z osadem czynnym, odwirowywanie, wytrącanie chemiczne	Biodegradowalne ścieki, kwasy, zasady	Płynny produkt wyjściowy	NI	NI

471	NI	NI	NI	Woda/odpady o wysokiej zawartości ChZT i chlorków, oraz niskiej koncentracji HC, metali i innych substancji nieorganicznych, w tym CN, Cr(VI); wody płuczające; odcieki ze składowisk; kwasy; zasady	Płynne produkty wyjściowe, osad, płynne oleje	Ciągły	NI
473	Oczyszczanie pierwotne, obróbka końcowa + bioreaktor	NI	System z osadem czynnym, odparowywanie SBR	Woda/odpady z węglowodorami, odpady zasadowe, płynne roztwory czyszczące, odpady farb drukarskich, odpady z przemysłu fotograficznego, emulsje, osad zaolejony, środki przeciw zamarzaniu, odcieki, płynne roztwory czyszczące	Pozostałości z oczyszczania ścieków, puste pojemniki, zużyty olej	NI	System kanalizacji miejskiej/gminnej
489	NI	NI	Odparowywanie, ultrafiltracja, oczyszczanie biologiczne	Zmieszane odpady płynne	Płynne produkty wyjściowe, pozostałości z oczyszczania ścieków	Ciągły 2 m <sup>3</sup> /h	Wspólna instalacja oczyszczania ścieków na terenie zakładu (gdą na projekt/eksploatację instalacji wpływają głównie strumienie ścieków pochodzące z działalności innej niż z unieszkodliwiania odpadów)
550	Oczyszczanie pierwotne, prasa filtracyjna	Metale, ciała stałe	Odwadnianie, filtracja, neutralizacja, strącanie	Kwasy, odpady mieszane, szlam obojętny	Płynne produkty wyjściowe, immobilizowane odpady stałe	Partiami 270 razy w roku z prędkością 16 m <sup>3</sup> /h	System kanalizacji miejskiej/gminnej
607	Flokulacja oraz fizyczna separacja cieczy i osadów stałych	Ciała stałe	System z osadem czynnym - konwencjonalny, strącanie	Miejscowy szlam plus osad przywieziony	Pozostałości z oczyszczania ścieków	Ciągły 820 m <sup>3</sup> /h	System kanalizacji miejskiej/gminnej
Uwaga: NI = Brak danych.							

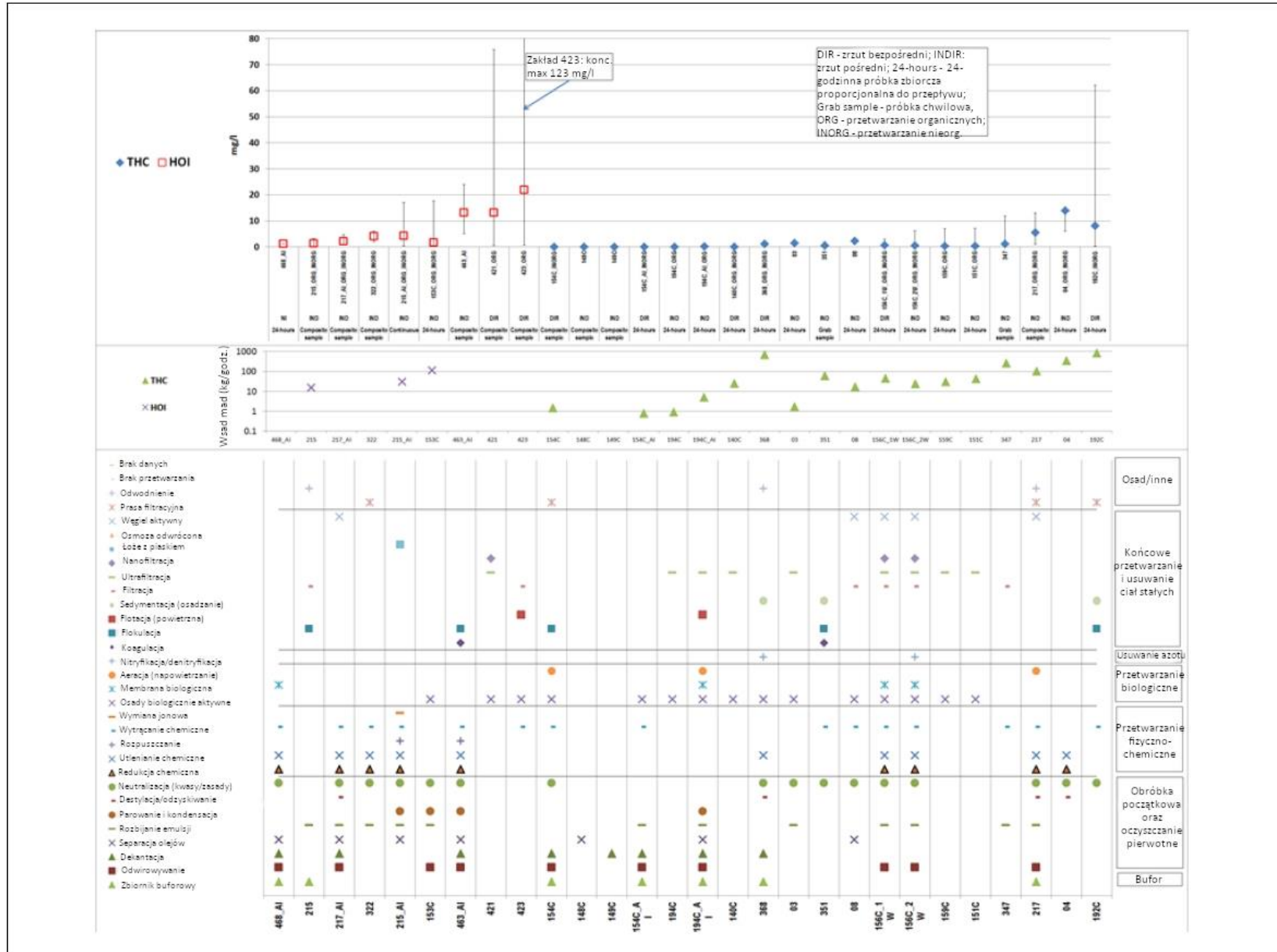


### 5.7.2.3.4 Zrzut bezpośredni i pośredni (THC, HOI, CN, AOX oraz metale)

Niniejsza sekcja zawiera przegląd emisji do wody, zarówno w przypadku zrzutów bezpośrednich, jak i pośrednich, w odniesieniu do tych substancji, których nie można zredukować w oczyszczalni ścieków.

#### **Węglowodory ogółem (THC) oraz indeks olejów węglowodorowych (HOI)**

Spośród 41 zakładów, które uczestniczyły w gromadzeniu danych, 18 podało wartości stężenia THC, a 7 podało wartości stężenia HOI. Ilustracja 5.36 przedstawia zgłoszone wartości stężenia THC i HOI wraz z maksymalnym obciążeniem wsadem oraz zastosowanymi technikami redukcji emisji.



Ilustracja 5.36: THC i HOI w emisjach do wody z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody

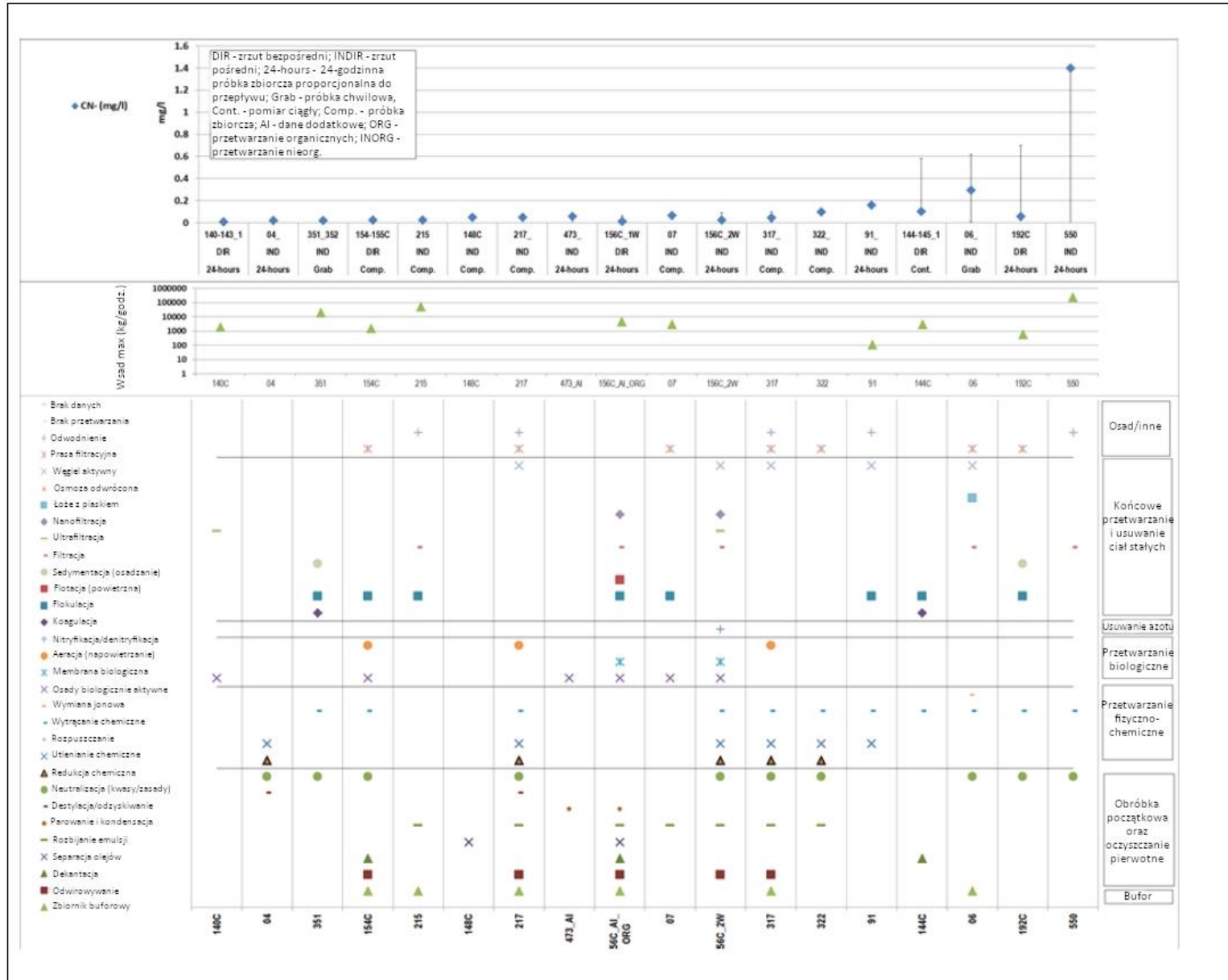
W odniesieniu do THC najwyższe wartości stężenia odnotowały zakłady 04 i 192 przetwarzające głównie substancje nieorganiczne. Zakład 217 zgłosił spadek maksymalnych wartości stężenia z 13 mg/l w 2010 r. do około 5 mg/l w 2012 r., a także wartości stężenia HOI poniżej 5 mg/l w 2014 r. i 2015 r.

Jeśli chodzi o HOI, najwyższe (i bardzo zmienne) wartości stężeń odnotowały zakłady 421 i 423, które zajmują się płuczką wiertniczą. Zakład 153 podał maksymalną wartość stężenia 18 mg/l w 2010 r., zmniejszającą się do 2 mg/l w 2012 r., oraz 97 percentyl poniżej 5,5 mg/l. Zakład 215 podał maksymalną wartość stężenia 17 mg/l w 2015 r., przy medianie (17 pomiarów) poniżej 5 mg/l.

### **Cyjank (CN-)**

Spośród 41 zakładów, które uczestniczyły w gromadzeniu danych, 18 dostarczyło wartości stężenia CN-.

Ilustracja 5.37 przedstawia zgłoszone wartości stężenia cyjanku wraz z maksymalnym obciążeniem wsadem oraz zastosowanymi technikami redukcji emisji.



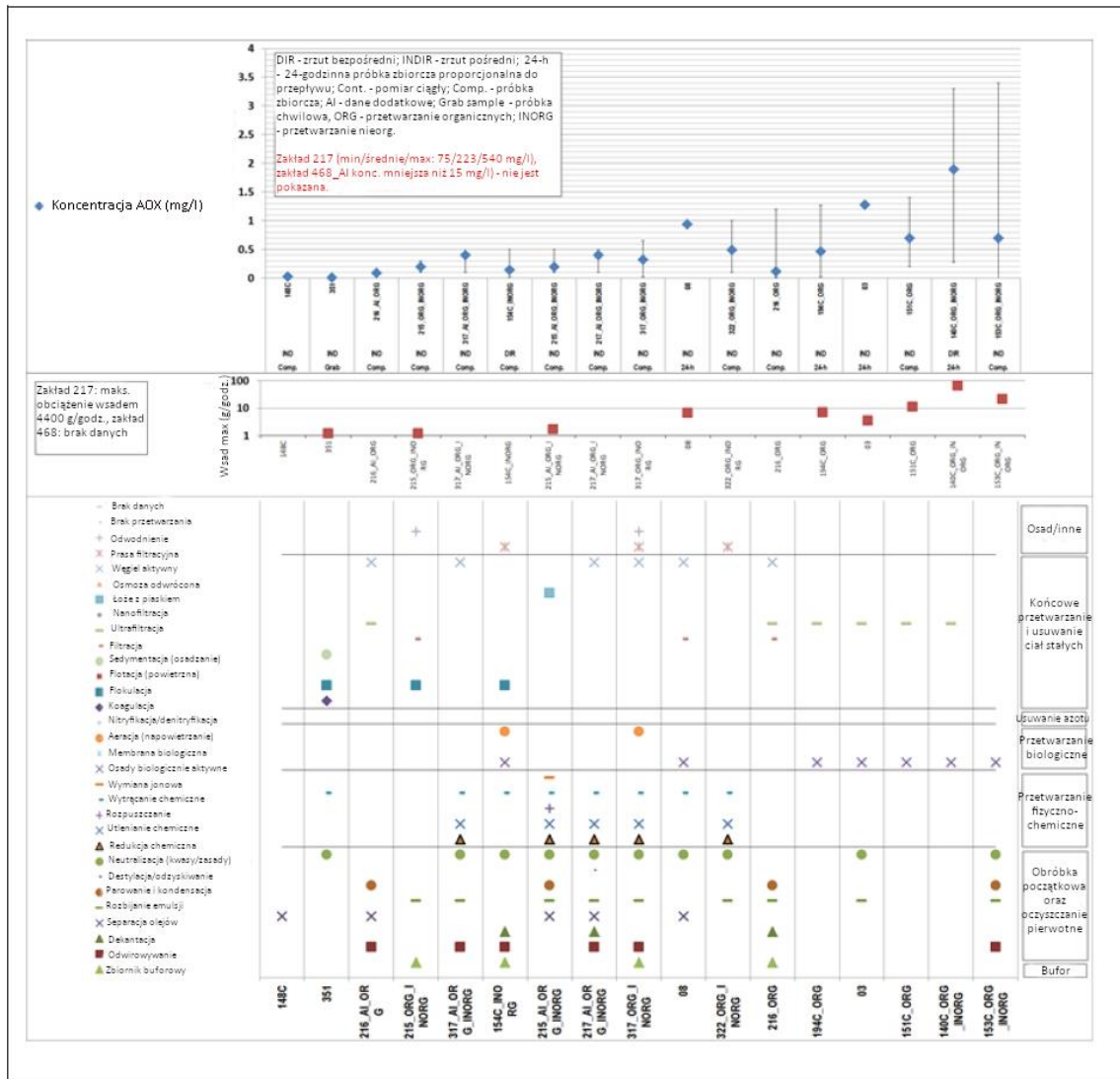
Ilustracja 5.37: Cyjanek w emisjach do wody z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody

Zakład 06 podał wartości stężenia w zakresie od 0,01 mg/l do 6 mg/l, ale głównie około 3 mg/l. Stwierdzono, że CN<sup>-</sup> jest jednym z parametrów, które należy kontrolować przed uwolnieniem. Może to oznaczać, że zakład znajdujący się dalej w łańcuchu przetwarzania jest w stanie przetwarzać CN<sup>-</sup> tylko w pewnym zakresie. Zakłady 144 i 192 zgłosiły bardzo zmienne wartości stężenia CN<sup>-</sup>, oba z 97 percentylem równym 0,1 mg/l. Zakład 550 podał bardzo zmienne wartości stężenia CN<sup>-</sup>, wahające się od < 0,2 mg/l do 9 mg/l.

### **Adsorbowalne związki chloroorganiczne (AOX)**

Spośród 41 zakładów, które uczestniczyły w gromadzeniu danych, 15 dostarczyło wartości stężenia AOX, przy czym większość z nich prowadzi przetwarzanie biologiczne i/lub utlenianie chemiczne.

Ilustracja 5.38 przedstawia zgłoszone wartości stężenia AOX wraz z maksymalnym obciążeniem wsadem oraz zastosowane techniki redukcji.

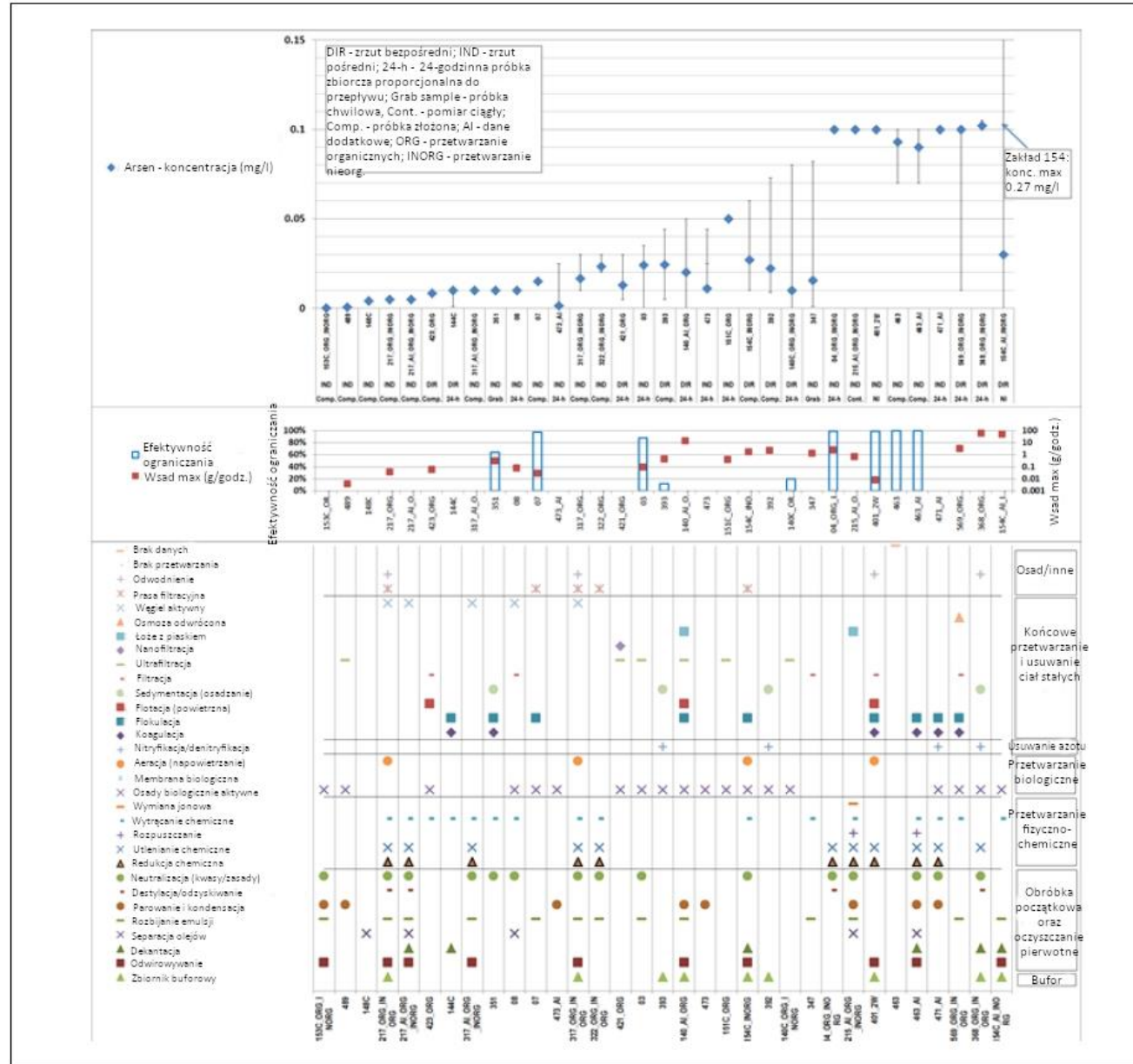


**Ilustracja 5.38: AOX w emisjach do wody z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody**

Najwyższe stężenia AOX zostały zgłoszone przez zakład 140. Wartości te zostały podane tylko w odniesieniu do 2011 r. (średnia miesięczna 24-godzinnych próbek zbiorczych, proporcjonalnych do przepływu) i mieszczą się w zakresie od 0,3 mg/l do 3,3 mg/l.

### Arsen (As)

Spośród 41 zakładów, które uczestniczyły w gromadzeniu danych, 26 zgłosiło wartości stężenia As. Ilustracja 5.39 przedstawia raportowane wartości stężenia As, wraz z maksymalnym obciążeniem wsadem oraz zastosowanymi technikami redukcji emisji.



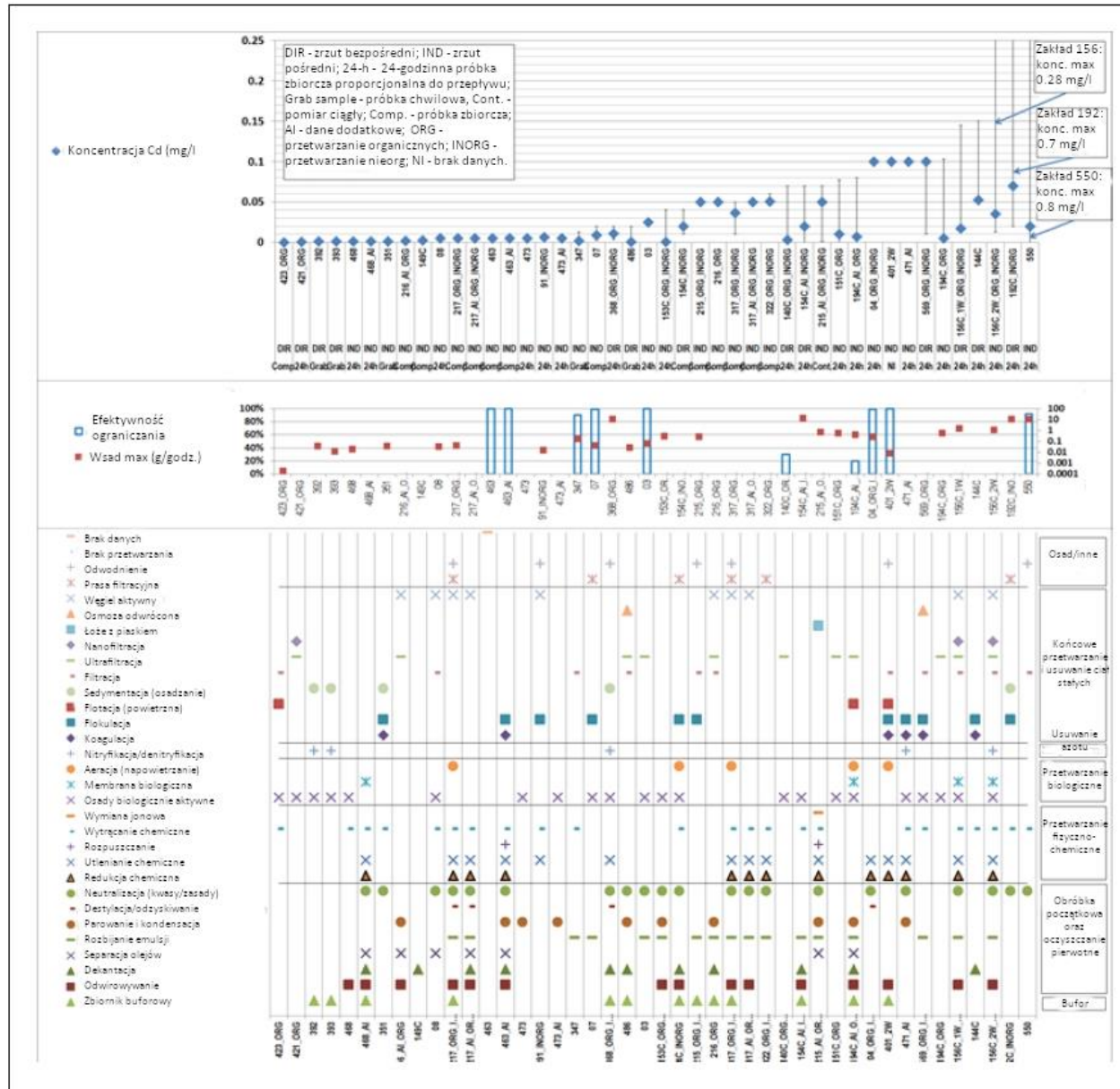
Ilustracja 5.39: Arsen w emisjach do wody z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody

Najwyższa wartość stężenia zgłoszona przez zakład 154 wynika z dwóch wysokich wartości zmierzonych w 2015 r. (około 0,3 mg/l), podczas gdy 97 percentyl wyniósł 0,05 mg/l.

**Kadm (Cd)**

Spośród 41 zakładów, które uczestniczyły w gromadzeniu danych, 34 podały wartości stężenia Cd. Ilustracja 5.40 przedstawia podawane wartości stężenia Cd wraz z maksymalnym obciążeniem wsadem oraz zastosowanymi technikami redukcji emisji.





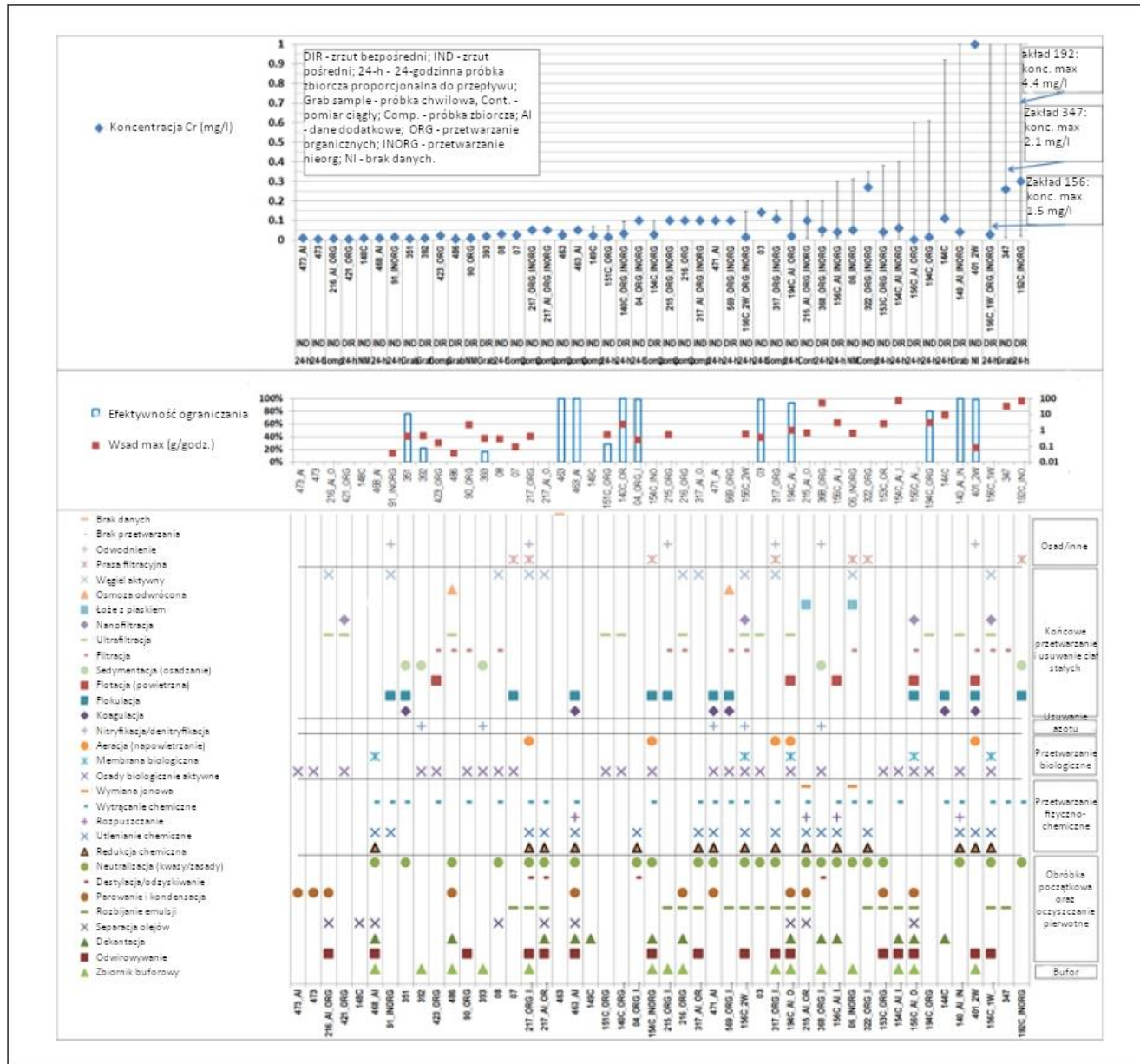
Ilustracja 5.40: Kadm w emisjach do wody z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody

Pięć zakładów, wszystkie wyposażone w odpowiednie techniki redukcji zawartości metali (np. wytrącanie chemiczne), zgłosiło wartości stężenia Cd powyżej 0,1 mg/l (zakłady 140, 144, 156, 192 i 550). Zmienność wartości stężenia była wysoka, z 97 percentylem poniżej 0,1 mg/l dla wszystkich zakładów z wyjątkiem zakładu 192 w 2010 roku. W 2011 i 2012 r. zakład 192 podał maksymalne wartości stężenia poniżej 0,1 mg/l.

**Chrom (Cr)**

Spośród 41 zakładów, które uczestniczyły w gromadzeniu danych, 40 podało wartości stężenia Cr.

Ilustracja 5.41 przedstawia zgłoszone wartości stężenia Cr wraz z maksymalnym obciążeniem wsadem oraz zastosowanymi technikami redukcji emisji.



Ilustracja 5.41: Chrom w emisjach do wody z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody

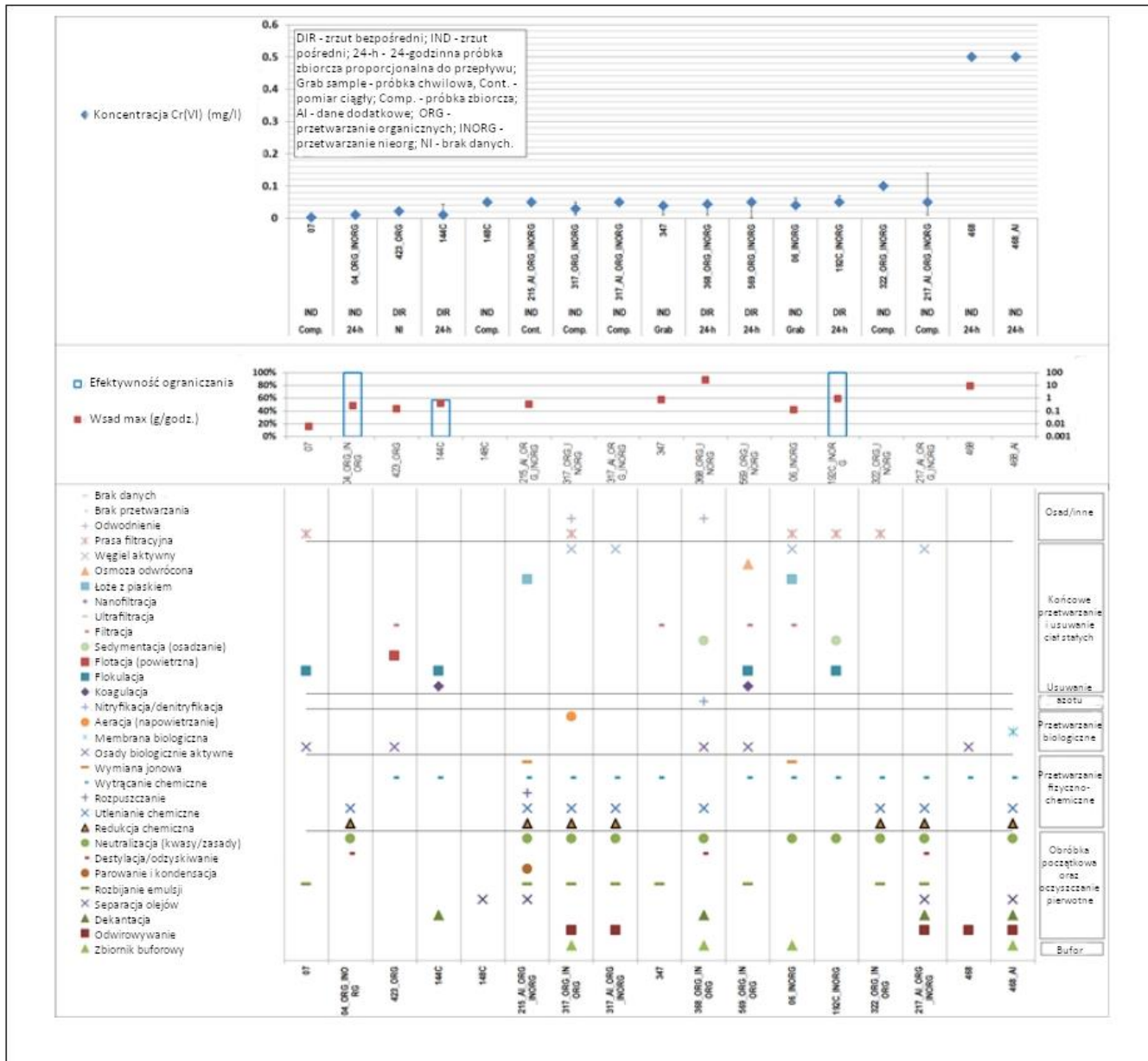
---

Zgodnie z dostarczonymi informacjami zakład 347 odprowadza ścieki do zewnętrznej fizyczno-chemicznej oczyszczalni odpadów płynnych na bazie wody. Najwyższą wartość koncentracji za 2010 r. zgłosił Zakład 192. W 2011 i 2012 r. maksymalna wartość stężenia zgłoszona przez ten zakład wynosiła 0,5 mg/l, przy 97 percentylu około 0,3 mg/l. Zakłady 140, 144, 154 i 156, wszystkie wyposażone w odpowiednią technikę redukcji zawartości metali ( wytrącanie chemiczne), zgłaszało bardzo zmienne wartości stężenia, przy 97 percentylu poniżej 0,3 mg/l.

#### **Sześciowartościowy chrom (Cr(VI), CR6+)**

Spośród 41 zakładów, które uczestniczyły w gromadzeniu danych, 19 dostarczyło wartości stężenia Cr(VI).

Ilustracja 5.42 przedstawia podawane wartości stężenia Cr(VI) wraz z maksymalnym obciążeniem wsadem oraz stosowanymi technikami redukcji emisji.



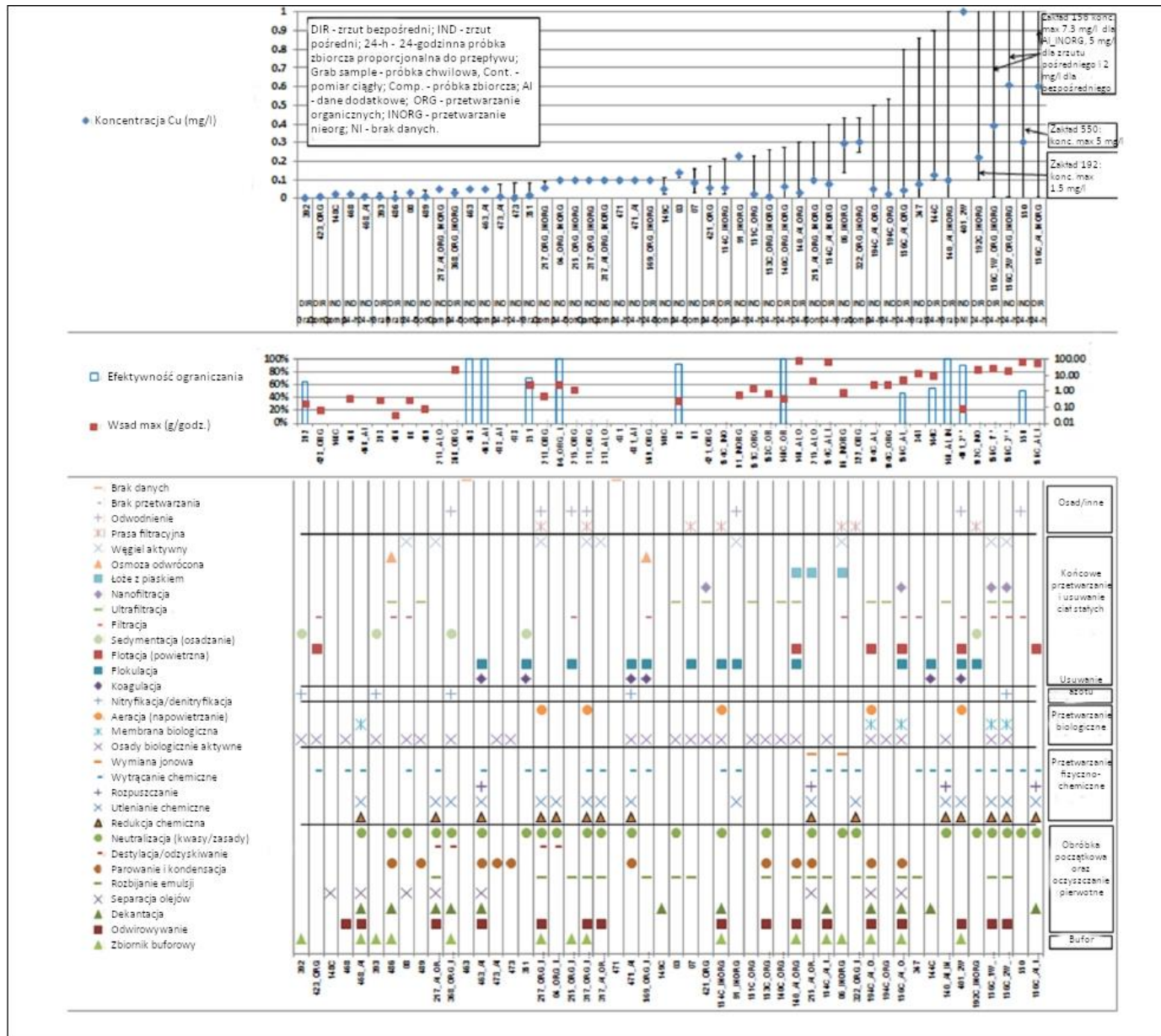
Ilustracja 5.42: Cr6+ w emisjach do wody z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody

Zakład 468 podał wartości stężenia  $< 0,5$  mg/l (24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu). Zakład 217 podał zakresy stężeń 0,01-0,14 mg/l w 2014 r. i 0,01-0,05 mg/l w 2015 r. (próbka zbiorcza pobrana dla każdej partii wsadu).

**Miedź (Cu)**

Spośród 41 zakładów, które uczestniczyły w gromadzeniu danych, 35 podało wartości stężenia Cu.

Ilustracja 5.43 przedstawia podawane wartości stężenia Cu wraz z maksymalnym obciążeniem wsadem oraz zastosowanymi technikami redukcji emisji.



Ilustracja 5.43: Miedź w emisjach do wody z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody

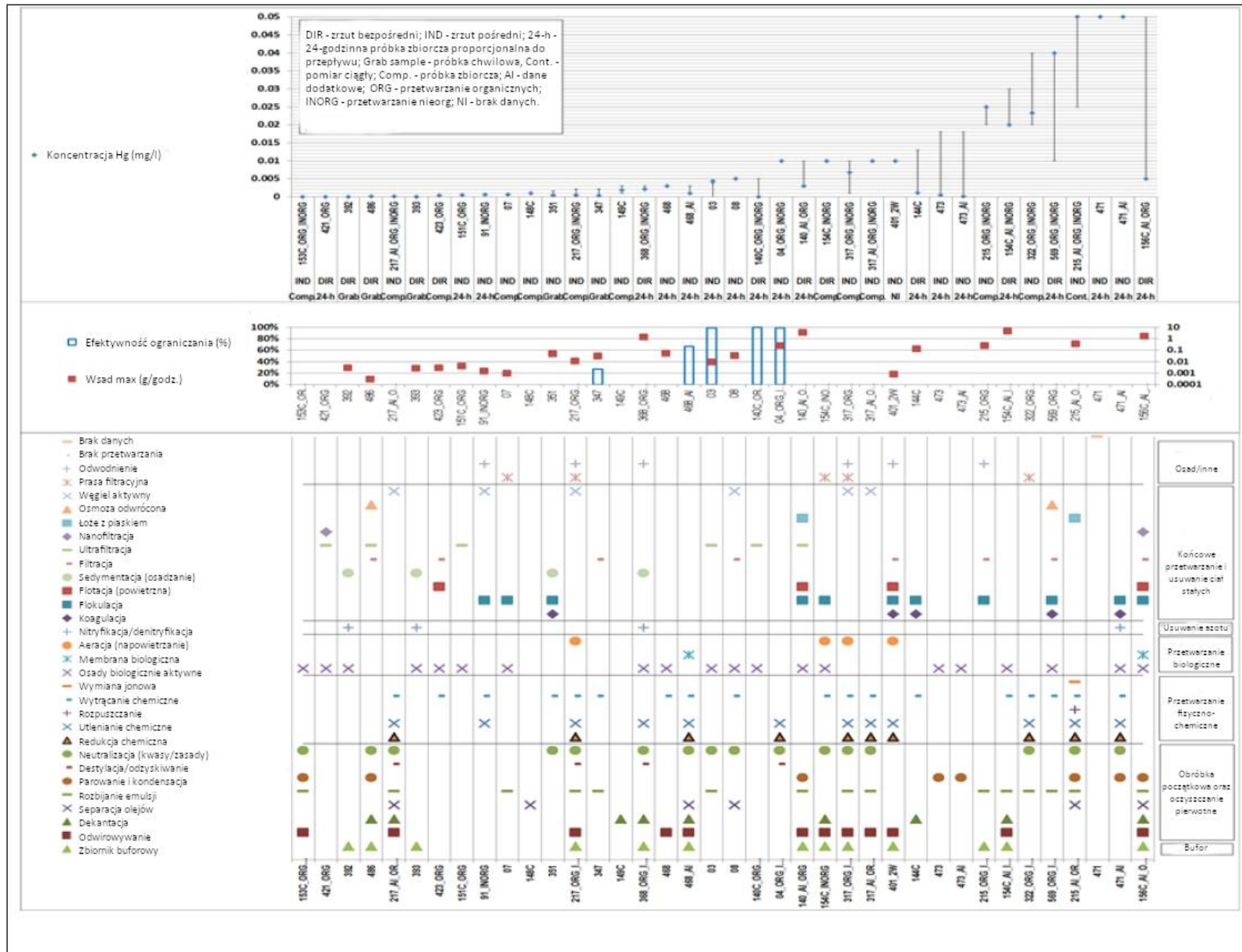
W zakładzie 550 odnotowano bardzo zmienne wartości stężenia, wahające się od < 0,2 mg/l do 5 mg/l, oraz zrzut do zewnętrznej oczyszczalni ścieków. Zgodnie z dostarczonymi informacjami, wsad odpadów może zawierać do 96 mg/l Cu. Zakład 156 zgłosił znacznie wyższe wartości stężenia Cu pochodzące z przetwarzania substancji nieorganicznych (do 7 mg/l w 2014 r.) niż z przetwarzania substancji organicznych (do 0,8 mg/l w 2014 r.). Należy zauważyć, że maksymalne zgłoszone wartości stężenia TSS pochodzące z przetwarzania substancji nieorganicznych wyniosły w 2014 r. do 525 mg/l. Zakład 347 zgłosił zrzut do zewnętrznej fizyczno-chemicznej instalacji przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody. Zakłady 144 i 192 zgłosiły bardzo zmienne wartości stężenia Cu, przy 97 percentylu poniżej 0,5 mg/l.

### **Rtęć (Hg)**

Spośród 41 zakładów, które uczestniczyły w gromadzeniu danych, 29 podało wartości stężenia Hg.

Ilustracja 5.44 przedstawia zgłoszone wartości stężenia Hg wraz z maksymalnym obciążeniem wsadem oraz zastosowanymi technikami redukcji emisji.





Ilustracja 5.44: Rtęć w emisjach do wody z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody

---

Zakłady 156 i 473 nie zgłosiły, że są wyposażone w techniki redukcji rozpuszczonych metali lub w węgiel aktywny. Zakład 471 podał wartości stężenia Hg jako niższe niż 0,05 mg/l, a zakład 215 jako niższe niż 0,025 mg/l. Zakład 569 podał wartości stężenia Hg w zakresie od 0,01 mg/l w 2010 r. do 0,04 mg/l w 2011 r. i 2012 r. (24-godzinna próbka zbiorcza proporcjonalna do przepływu, średnia długoterminowa). Zakłady 322 i 154 podawały wartości stężenia Hg albo na poziomie 0,02 mg/l (wszystkie z wyjątkiem jednej z sześciu wartości stężenia podanych przez zakład 322), albo z 97 percentylem na poziomie 0,02 mg/l (zakład 154).

**Nikiel (Ni)**

Spośród 41 zakładów, które uczestniczyły w gromadzeniu danych, 35 podało wartości stężenia Ni.

Ilustracja 5.45 przedstawia podawane wartości stężenia Ni wraz z maksymalnym obciążeniem wsadem oraz zastosowanymi technikami redukcji emisji.



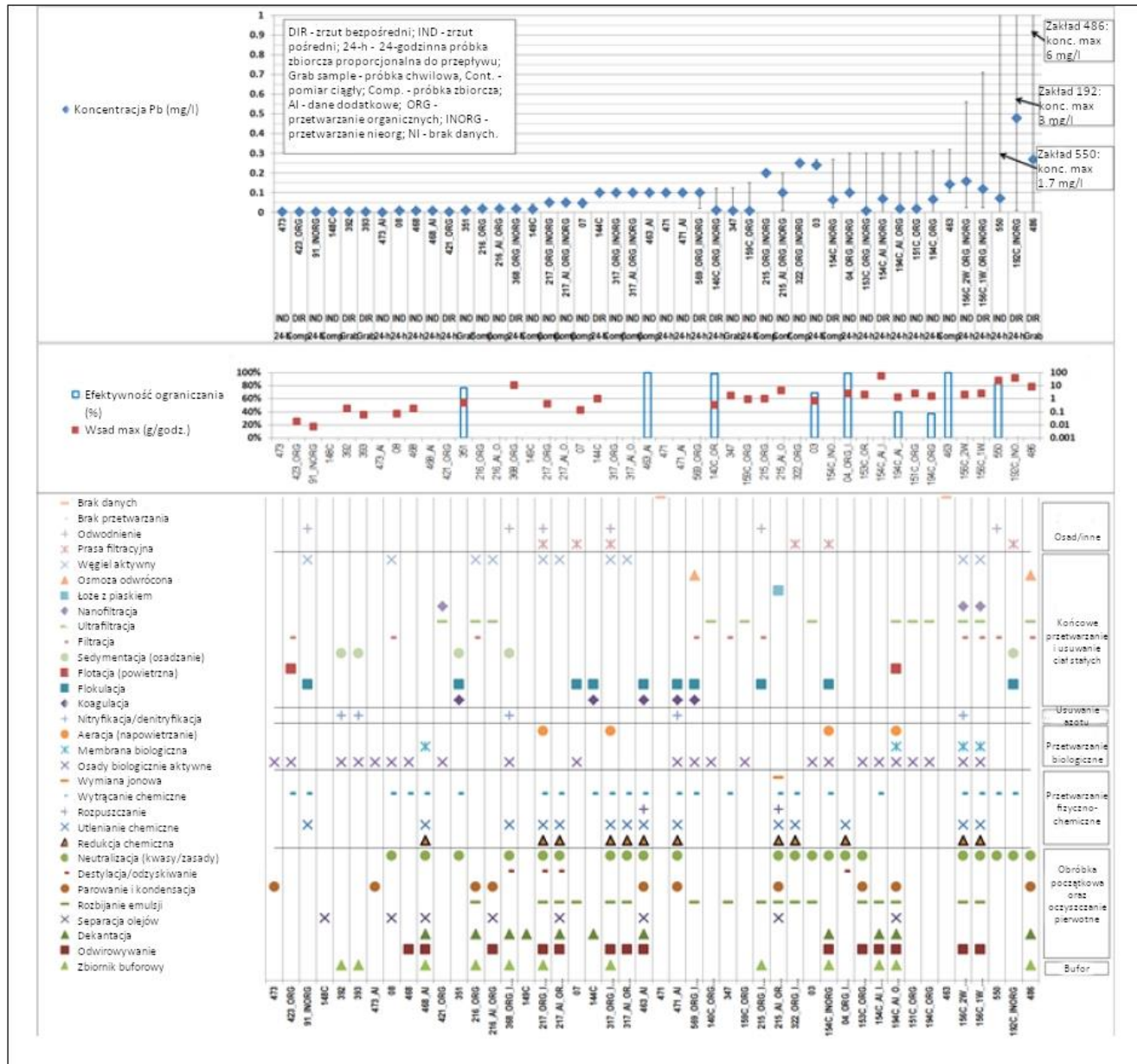
---

Zakłady 140, 153 i 194 nie zgłosiły, że są wyposażone w wytrącanie chemiczne. Zakład 156 podał bardzo zmienne wartości stężenia Ni, przy 97 percentylu wynoszącym około 2 mg/l. Należy zauważyć, że zakład ten prowadzi przetwarzanie odpadów nieorganicznych i organicznych w dwóch odrębnych liniach obróbki. Ścieki są uwalniane po oczyszczeniu w tym samym punkcie odprowadzenia. Podaje się, że wartości stężenia Ni z przetwarzania substancji nieorganicznych są około 10 razy wyższe niż w przypadku przetwarzania substancji organicznych. Należy zauważyć, że maksymalne zgłoszone wartości stężenia TSS pochodzące z przetwarzania substancji nieorganicznych wynoszą do 1 264 mg/l (2015 r.).

**Ołów (Pb)**

Spośród 41 zakładów, które uczestniczyły w gromadzeniu danych, 35 podało wartości stężenia Pb.

Ilustracja 5.46 przedstawia podawane wartości stężenia Pb wraz z maksymalnym obciążeniem wsadem oraz zastosowanymi technikami redukcji emisji.



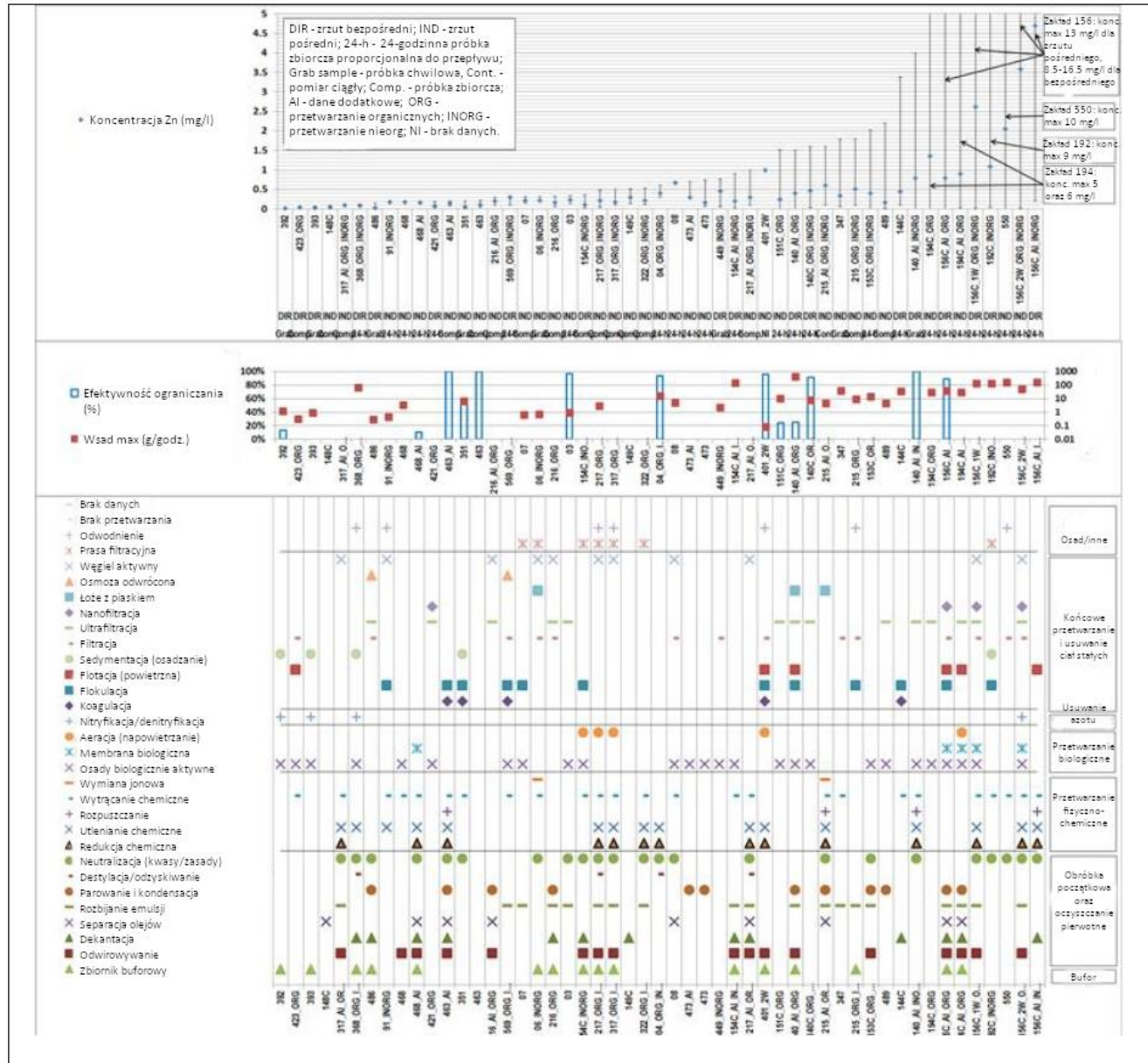
Ilustracja 5.46: Ołów w emisjach do wody z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody

Zakłady 156, 192 i 486 zgłosiły zmienne wartości stężenia: dla zakładu 156, 97. percentyl jest niższy niż 0,3 mg/l; dla zakładu 486, trzy z 36 wartości stężenia Pb są wyższe niż 0,3 mg/l; dla zakładu 192 maksymalne zgłoszone wartości stężenia były równe lub niższe niż 0,3 mg/l w 2010 i 2011 roku.

**Cynk (Zn)**

Spośród 41 zakładów, które uczestniczyły w gromadzeniu danych, 36 podało wartości stężenia Zn.

Ilustracja 5.47 przedstawia zgłoszone wartości stężenia Zn wraz z maksymalnym obciążeniem wsadem oraz zastosowanymi technikami redukcji emisji.



Ilustracja 5.47: Cynk w emisjach do wody z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody

Zakład 194 nie zgłosił, że jest wyposażony w techniki redukcji rozpuszczonych metali. Jeśli chodzi o Ni i Cu, zakład 156 podał wartości stężenia Zn znacznie wyższe przy przetwarzaniu substancji nieorganicznych (do 16 mg/l w 2015 r.) niż przy przetwarzaniu substancji organicznych (do 2 mg/l w 2015 r.). Należy zauważyć, że maksymalne zgłoszone wartości stężenia TSS pochodzące z przetwarzania substancji nieorganicznych wyniosły w 2015 r. do 1 264 mg/l.

[9. UK EA 2001], [10. Babbie Group Ltd 2002], [11. WT TWG 2003], [33. EPA Irlandia 2003]

#### 5.7.2.4 Zużycie energii

Zużycie energii na tonę przetworzonych odpadów zgłaszane przez zakłady, które wskazały, że ich działalność polega jedynie na przetwarzaniu odpadów płynnych na bazie wody, wynosi od 10 kWh/t do 210 kWh/t, przy średniej 50 kWh/t (niektóre zakłady zgłaszały prowadzenie innych działań związanych z przetwarzaniem odpadów, co uniemożliwia porównanie danych dotyczących zużycia energii).

W zależności od rodzaju wsadu odpadów i procesu, ciepło może być potrzebne do ogrzewania zbiorników i rurociągów w celu ochrony przed mrozem, przygotowania chemikaliów, poprawy procesów separacji i innych procesów. Ilość zużywanej energii zależy również od warunków klimatycznych. Energia elektryczna jest wymagana w przypadku pomp, sprężarek oraz innych urządzeń.

Dalsze różnice w zużyciu energii mogą być spowodowane różnicami w pojemności magazynowej lub zastosowaniem odparowania. Najwyższe wartości zanotowały zakłady przeprowadzające odparowywanie, utlenianie na mokro itp. gdzie potrzebne są duże ilości energii.

##### *Zużycie energii przy przetwarzaniu płynnych odpadów fotograficznych*

Zapotrzebowanie na energię elektryczną do elektrolizy wynosi od 12 kWh/t do 46 kWh/t przy przetwarzaniu fotograficznych odpadów płynnych. Zużycie energii elektrycznej zależy od zawartości żelaza. W przypadku odbielacza (bleach-fix), zużycie jest wyższe ze względu na wyższą zawartość żelaza. Do podgrzania wody płuczącej ultrafiltracja wymaga około 27 kWh i 13 MJ/t odpadów płynnych. Zużycie energii elektrycznej do chemicznego usuwania srebra szacuje się na 3,5 kWh/t płynnych odpadów fotograficznych.

Zużycie energii na odparowanie wynosi około 220 MJ/t ścieków. Jeżeli odparowanie jest stosowane również jako obróbka wstępna, w przypadku kolorowych ścieków z obróbki fotograficznej zużycie energii wynosi około 350 MJ/t ścieków. Wymagana energia elektryczna do elektroflokulacji, w przypadku dodatkowego odsrebrzenia, wynosi około 80 kWh/t ścieków. Dalsze przetwarzanie fizyczno-chemiczne i biologiczne wymaga około 5 kWh/t ścieków.

#### 5.7.2.5 Zużycie surowców

##### **Ścieki**

W niektórych metodach fizyczno-chemicznych konieczne są zasady. W niektórych przypadkach odpady zasad są ponownie wykorzystywane do celów neutralizacji odpadów. Używany środek neutralizujący może być strumieniem odpadów stałych lub płynnych lub zakupionym środkiem alkalicznym, ponieważ większość zakładów musi zakupić jakieś dodatkowe zasady. Kwasy wodne zawierające metale, odpady alkaliczne (zasadowe) i neutralne są częstymi dodatkami, a przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody jest zazwyczaj projektowane w celu uzyskania szlamu zawierającego lekko alkaliczny metal. Tabela 5.87 przedstawia poziomy zużycia niektórych zabiegów fizyczno-chemicznych związanych z zanieczyszczoną wodą.



Tabela 5.87: Poziomy zużycia w niektórych rodzajach przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody

Parametr	Zużycie roczne (t/rok) *	Zużycie specyficzne (kg/tonę przetworzonych odpadów) *	Roczne zużycie substancji nieorganicznych (t/rok)	Roczne zużycie substancji organicznych (t/rok)	Roczne zużycie przetworzonych ścieków (t/rok)	Roczna zużycie instalacji do przetwarzania lakieru (t/rok)	Roczne zużycie laboratorium do chemicznego przetwarzania (t/rok)
Wydajność średnia	45 000	NI	20 000	66 000	30 000	Lakier: 15 000 Rozpuszczalnik: 15 000 Proszek lakierniczy: 1000	1000
Średnie zużycie kwasów	230 <sup>(1)</sup>	5.1	HCl: 69 Siarkowe: 48	HCl: 8 Fosforowe: 8	HCl: 39.4	NI	0.5
Wapno	590 <sup>(1)</sup>	13.1	1 023	NI	50	NI	10
Czynniki flokulacyjne	290	6.4	NI	8	16	NI	NI
Inne chemikalia <sup>(2)</sup>	NI	0.4–3.0	NI	NI	NI	NI	NI
Siarczan sodu	NI	NI	10.2	NI	2	NI	NI
Zużycie wody	NI	NI	759	9 900	1788	2 700	NI
Zużycie energii	NI	NI	NI	275 kW	369 MWh	Olej napędowy: 1 139 m <sup>3</sup> Elektryczność: 189 MWh	NI
Ścieki	NI	NI	11 573	48 348	12687	NI	250
Nadtlenek wodoru	NI	NI	6.2	NI	NI	NI	0.1
Podchloryn sodu	NI	NI	4.9	NI	NI	NI	NI
Roztwór chlorku żelaza	NI	NI	NI	118	NI	NI	NI
Tlenek żelaza	NI	NI	NI	NI	65.8	NI	NI
Wodorotlenek sodu	NI	NI	NI	110	NI	NI	1
Węgiel aktywny	NI	NI	NI	6	NI	NI	NI
Nadmanganian potasu	NI	NI	NI	NI	0.4	NI	NI
Dodatki rozdzielające	NI	NI	NI	NI	25	NI	NI
Kwas sulfaminowy	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI

(1) Wartości nie obejmują przyjętych i zużytych odpadów kwasów lub zasad.

(2) Chemikalia detoksykacyjne, organiczny rozkład emulsji, sorpcja, strącanie siarki.

\* Uwaga: Dane oparte na danych pochodzących od operatorów instalacji PCT o łącznej wydajności 850 kt/rok. Dane odnoszą się do roku 2001. Średni wiek zakładów wynosi około 17 lat (od 4 do 39 lat). Około 84 % (od 73 % do 91 %) wszystkich zaobserwowanych tutaj zakładów przetwarzania zaakceptowanych odpadów PCT można przypisać do grup 11, 12, 13, 16 i 19 z europejskiego wykazu odpadów.

NI = Brak danych.

Źródło: [13. Schmidt i inni 2002], [97. UBA Niemcy 2003].

Na m<sup>3</sup> ścieków zużywa się łącznie około 0,4 m<sup>3</sup> przygotowanych substancji chemicznych. Tabela 5.88 przedstawia zużyte chemikalia oraz niektóre z ich poziomów zużycia na detoksykację, neutralizację i odwadnianie służące do odzyskania metali.

**Tabela 5.88: Używane chemikalia oraz niektóre z ich poziomów zużycia w procesie detoksykacji, neutralizacji i odwadniania celem usunięcia metali ze ścieków**

Chemikalia	Zużycie
Wapno lub wodorotlenek sodu do neutralizacji/strącania (wytrącania)	(NaOH 50 %) 120 l/m <sup>3</sup> ścieków
Kwas siarkowy lub solny (chlorowodorowy) do zakwaszania	(HCl 30 %) 10 l/m <sup>3</sup> ścieków
Podchloryn (cyjanek utleniający)	NI
Siarczan żelaza (II) lub wodorosiarczyny sodu (redukcja Cr <sup>6+</sup> do Cr <sup>3+</sup> )	NI
Siarczan lub chlorek glinu (flokulacja)	NI
Chlorek żelaza (III) (flokulacja)	NI
Siarczek sodu (strącanie)	0.3 kg/m <sup>3</sup> ścieków
Materiały do poprawy strącania, flokulacji, koagulacji i kompleksowego niszczenia	NI
Uwaga: NI = Brak danych. Źródło: [35. VROM 2004]	

#### Strącanie (wytrącanie) / flokulacja

Następujące materiały nieorganiczne są stosowane głównie w procesie wytrącania/flokulacji:

- soda kaustyczna;
- soda kalcynowana (węgiel sodu);
- wapno;
- chlorek żelaza (III)
- chlorek żelaza (II)
- siarczan glinu;
- siarczki, siarczyny.

Syntetyczne materiały flokulacyjne są również wykorzystywane do poprawy właściwości flokulacyjnych i sedymentacyjnych. Składają się one głównie z polimerów niejonowych, polimerów anionowych, polimerów kationowych i kopolimerów związków jonowych i niejonowych.

Tabela 5.89 przedstawia substancje chemiczne stosowane do wytrącania rozpuszczalnych metali ciężkich; informacja ta odnosi się do chemicznie czystych chemikaliów. W praktyce może się okazać, że faktycznie wymagane ilości są o 10-20 % większe.

**Tabela 5.89: Teoretyczne zużycie zasad w procesie wytrącania na 100 g metalu**

Używana zasada (g)	Metal do wytrącenia					
	Fe (II)	Fe (III)	Cu	Ni	Cr	Zn
CaO	100	150	88	96	162	86
Ca(OH) <sup>2</sup>	134	201	116	126	213	114
NaOH	144	216	126	136	231	122
Na <sup>2</sup> CO <sup>3</sup>	190	285	168	181	307	162
MgO	73	110	63	69	117	62
Mg(OH) <sup>2</sup>	105	158	92	100	169	90
Źródło: [13. Schmidt i inni 2002]						

#### Zużycie chemikaliów

Tabela 5.90 przedstawia zużycie substancji chemicznych na wytrącanie siarczków/ultrafiltrację płynnych odpadów fotograficznych.

Tabela 5.90: Zużycie chemikaliów do wytrącania siarczków/ultrafiltracji

Chemikalia	Zużycie (kg/t przetwarzanych odpadów fotograficznych)	Działanie
Siarczek sodu (40 %)	0.1	Wytrącanie srebra (i innych metali)
Kwas cytrynowy	0.7	Oczyszczanie membrany
Wodorotlenek sodu	0.01	Oczyszczanie membrany
Detergenty	0.01	Oczyszczanie membrany
Woda	75	Oczyszczanie membrany

Źródło: [35. VROM 2004]

W przypadku chemicznego usuwania srebra zużycie chemikaliów szacuje się na 1,5 litra borowodoru sodu i 2,5 litra kwasu siarkowego na tonę płynnych odpadów fotograficznych.

W fizyczno-chemicznym przetwarzaniu płynnych odsrebrzonych odpadów fotograficznych stosuje się kilka substancji chemicznych. Poziomy zużycia pokazano w tabeli 5.91. Jeżeli odparowanie jest stosowane jako obróbka wstępna, praktycznie żadne chemikalia nie są zużywane w następnych etapach przetwarzania ponieważ większość zanieczyszczeń zostaje usunięta na etapie odparowywania.

Tabela 5.91: Zużycie chemikaliów do oczyszczania odsrebrzonych ścieków fotograficznych

Chemikalia	Zużycie (kg/t ścieków)
Wodorotlenek sodu (33 %)	0.007
FeCl <sup>3</sup>	0.003
Sproszkowany węgiel	0.5
Flokulant <sup>(1)</sup>	5
Na <sup>2</sup> S (40 %) <sup>(1)</sup>	15

<sup>(1)</sup> W przypadku odsrebrzania.  
Źródło: [35. VROM 2004]

### 5.7.3 Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT

Techniki stosowane w przetwarzaniu odpadów płynnych na bazie wody są podobne do tych technik końca rury, które są stosowane do oczyszczania ścieków opisanych w sekcji 2.3.6. W związku z tym niniejsza sekcja zawiera jedynie szczegółowe informacje na temat technik, które należy uwzględnić przy przetwarzaniu odpadów płynnych na bazie wody.

#### 5.7.3.1 Monitorowanie odpadów dostarczonych do przetworzenia

##### Opis

Monitorowanie wsadu odpadów np. pod względem:

- bioeliminowalności (np. BZT, stosunek BZT do ChZT, test Zahna-Wellensa, potencjał zahamowania biologicznego, test zahamowania osadu czynnego);
- możliwości rozbijania emulsji, np. za pomocą badań laboratoryjnych.

##### Szczegóły techniczne

W celu zapewnienia, że wsad odpadów jest zgodny z możliwościami instalacji w zakresie przetwarzania, testy są przeprowadzane z oryginalnym wsadem odpadów pod nadzorem ekspertów analitycznych z zakładu przetwarzania odpadów i w reprezentatywnych warunkach.

Jeśli chodzi o bioeliminowalność, może ona obejmować monitorowanie stężenia BZT, stosunku BZT/ChZT, odporności na przetwarzanie wsadów ChZT/OWO, wyniki testów biologicznych (np. można wykorzystać test Zahna-Wellensa).

W stosownych przypadkach przeprowadza się badania w skali laboratoryjnej w celu przewidzenia skuteczności przetwarzania, np. w zakresie rozbijania emulsji.

Zobacz również sekcje 2.3.2.1, 2.3.2.2, oraz 2.3.2.3.

#### **Korzyści dla środowiska**

Osiągnięte korzyści środowiskowe wynikające z tej techniki obejmują poprawę ogólnej wydajności przetwarzania odpadów.

#### **Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Niektóre informacje zostały już podane w sekcjach 2.3.2.1 do 2.3.2.4.

Dostępny jest szeroki zakres badań w celu określenia podatności wsadu odpadów na biodegradację; badanie, które należy przeprowadzić, zależy nie tylko od materiału badanego, ale również od innych czynników, takich jak warunki badania (tlenowe lub beztlenowe), obecność innych substratów organicznych itp. [188. CEN 2009]. Raport techniczny ISO/TR 15462 zawiera przegląd istniejących testów.

Kiedy stosunek BZT do ChZT jest stosowany jako wskaźnik biodegradacji odpadów wejściowych, następujące zakresy są ogólnie akceptowane jako reguła [45. COM 2016]:

- Stosunek BZT/ChZT < 0,2: stosunkowo niedegradowalny wsad odpadów;
- Stosunek BZT/ChZT od 0,2 do 0,4: wsad odpadów degradowalny w stopniu umiarkowanym lub wysokim;
- Stosunek BZT/ChZT > 0,4: wysoko degradowalny wsad odpadów.

#### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Brak.

#### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Ogólnie rzecz biorąc, ma zastosowanie.

#### **Ekonomika**

Niektóre informacje podano w sekcjach od 2.3.2.1 do 2.3.2.4.

#### **Siła napędowa wdrażania**

Efektywne zarządzanie odpadami.

#### **Przykładowe zakłady**

Wszystkie zakłady przetwarzające odpady płynne na bazie wody, które uczestniczyły w gromadzeniu danych, posiadały procedury zapewniające zgodność wsadu odpadów z możliwościami przetwarzania.

#### **Literatura źródłowa**

[45. COM 2016], [42. WT TWG 2014], [188. CEN 2009]

### **5.7.3.2 Techniki przeciwdziałania oraz ograniczania emisji do atmosfery z procesu przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody**

#### **Opis**

Zbieranie gazów odlotowych oraz odpowiednie połączenie techniki redukcji emisji, takich jak:

- adsorpcja (zob. sekcja 2.3.4.9);
- płuczka (np. zasadowa lub kwasowa) gazowa mokra (zob. sekcja 2.3.4.10);
- biofiltr (zob. sekcja 2.3.4.7);
- utlenianie termiczne (zob. sekcja 2.3.4.6).

#### **Szczegóły techniczne**

Zob. sekcje 2.3.4.9, 2.3.4.10, 2.3.4.7 i 2.3.4.6 w celu zapoznania się z opisami odpowiednio adsorpcji, płuczki gazowej mokrej i utleniania termicznego.

#### **Korzyści dla środowiska**

Redukcja emisji do atmosfery HCl, NH<sub>3</sub> i związków organicznych.

#### **Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Tabele 5.92 i 5.93 przedstawiają wyniki działalności środowiskowej zakładów referencyjnych w zakresie emisji HCl do atmosfery oraz zgłaszane źródła ich pochodzenia. Normy stosowane do

monitorowania oraz liczba pomiarów w ciągu trzech lat referencyjnych są również podane w tych tabelach.

Dodatkowe informacje na temat ekologiczności każdej techniki można znaleźć w dokumencie referencyjnym CWW BREF [\[45. COM 2016\]](#).

**Tabela 5.92: Efektywność środowiskowa przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody pod względem emisji kwasu solnego (HCl) do atmosfery**

Numer zakładu	Koncentracja minimalna (mg/Nm <sup>3</sup> )	Koncentracja średnia (mg/Nm <sup>3</sup> )	Koncentracja maksymalna (mg/Nm <sup>3</sup> )	Główne techniki do unikania / ograniczania emisji	Rodzaj pomiaru	Liczba pomiarów podczas trzyletniego okresu referencyjnego (2010-2012)
149_150C	0.2	2.22	4.3	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Okresowy	2
192C	0.4	1.72	3.6	System płuczek zasadowych	Okresowy	6
215_5	1.7	1.7	1.7	Systemy płuczek zasadowych i kwasowych	Okresowy	1
217	2.6	2.6	2.6	Systemy płuczek zasadowych i kwasowych, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Okresowy	1
317	0.2	0.2	0.2	Systemy płuczek zasadowych i kwasowych, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Okresowy	1
322	1	1	1	System płuczek alkaliczno oksydacyjnych	Okresowy	7
401_404_1	0.1	1.3	4.8	System płuczek kwaśnych, filtr elektrostatyczny suchy (ESP), system płuczek zasadowych, dopalanie termiczne, zraszanie wodą (pył).	Okresowy	18
449	0.5	0.5	0.5	Brak danych	Ciągły	NA
463_2	2	2	2	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Okresowy	3
468_1	0.002	0.04	0.1	System płuczek zasadowych	Okresowy	3
468_2	0.001	0.0011	0.002	System płuczek zasadowych	Okresowy	3
471_2	0	0.8	1.3	Brak danych	Okresowy	3
550	0	0.001	0.003	System płuczek zasadowych	Okresowy	36
569_3	2	2	2	System płuczek alkaliczno oksydacyjnych	Okresowy	1
569_7	0.2	0.4	1.4	System płuczek alkaliczno oksydacyjnych	Ciągły	NA

Tabela 5.93: Efektywność środowiskowa przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody pod względem emisji związków organicznych do atmosfery

Numer zakładu	Zanieczyszczenie / parametr	Koncentracja minimalna (mg/Nm <sup>3</sup> )	Koncentracja średnia (mg/Nm <sup>3</sup> )	Koncentracja maksymalna (mg/Nm <sup>3</sup> )	Maksymalny wsad (g/godz.)	Główne techniki do unikania / ograniczania emisji	Rodzaj pomiaru	Liczba pomiarów podczas trzyletniego okresu referencyjnego (2010-2012)
03	OWO	5	22	43	473	Biofiltracja, płukanie na mokro z wtryskiem sorbentu (wody i od 2014 r. nadtlenku wodoru)	Okresowy	3
06	Całkowite LZO	17	17	17	34	Płukanie na mokro (etap 1: płuczka zasadowa (NaOH) i etap 2: płuczka utleniająca (KmNOH))	Okresowy	3
192C	Całkowite LZO	2.6	5.6	13.7	80	System płuczek zasadowych	Okresowy	6
215_1	OWO	3	3	3	23	System płuczek zasadowych i kwasowych	Okresowy	1
215_2	OWO	3	3	3	NI	System płuczek zasadowych i kwasowych	Okresowy	1
217	Całkowite LZO	39	39	39	98	Systemy płuczek zasadowych i kwasowych, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Okresowy	1
368_1	Całkowite LZO	0.7	2	4.3	17	System płuczek kwasowych, dopalanie termiczne	Okresowy	6
368_2	Całkowite LZO	0.5	9.6	17.2	92	Biofiltracja	Okresowy	3
401_1	OWO	4.8	3.9	4.1	912	System płuczek kwaśnych, filtr elektrostatyczny suchy (ESP), system płuczek zasadowych, dopalanie termiczne, zraszanie wodą (pył).	Ciągły	NA
449	OWO	31	28	44	136	Brak danych	Ciągły	NA

461_2	OWO	22.4	30.5	45	3786	System płuczki kwaśnej, system płuczek alkaliczno oksydacyjnych, rozpylanie wody (pył), wymuszone napowietrzanie	Okresowy	3
461_3	OWO	4	8.275	12	6768	Brak	Okresowy	8
463_2	OWO	5	6	7	NI	Adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Okresowy	3
471_2	Całkowite LZO	2	2	2	13	NI	Okresowy	3
471_3	Całkowite LZO	2	4.9	9	46	NI	Okresowy	5
569_1	Całkowite LZO	3	16	40	390	System płuczek alkaliczno oksydacyjnych	Okresowy	6
569_3	Całkowite LZO	2	2	2	15	System płuczek alkaliczno oksydacyjnych	Okresowy	6
569_7	Całkowite LZO	0.6	1.5	0.3	NI	System płuczek alkaliczno oksydacyjnych	Ciągły	NA
Uwaga: NI = Brak danych. NA = Nie dotyczy.								

#### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Zob. dokument CWW BREF [45. COM 2016] w celu zapoznania się z potencjalnym oddziaływaniem na środowisko poszczególnych technik.

Nie zidentyfikowano żadnego oddziaływania na środowisko przy odpowiedniej kombinacji technik redukcji emisji do atmosfery.

#### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Zob. dokument CWW BREF [45. COM 2016] w celu zapoznania się ze względami technicznymi istotnymi dla możliwości zastosowania każdej z wymienionych technik.

Ustalenie odpowiedniej kombinacji technik redukcji emisji w oparciu o charakterystykę przetwarzanego wsadu odpadów i procesu przetwarzania jest ogólnie stosowane.

#### **Ekonomia**

Zobacz CWW BREF [45. COM 2016].

#### **Siła napędowa wdrażania**

Prawodawstwo dotyczące ochrony środowiska.

#### **Przykładowe zakłady**

Zobacz tabele 5.92 i 5.93 powyżej.

#### **Literatura źródłowa**

[42. WT TWG 2014], [45. COM 2016]

## 5.8 Przetwarzanie odpadów zawierających trwałe zanieczyszczenia organiczne (TZO), rtęć oraz innych odpadów

### 5.8.1 Przetwarzanie odpadów zawierających TZO

#### 5.8.1.1 Stosowane procesy oraz techniki

##### 5.8.1.1.1 Dekontaminacja odpadów lub sprzętu zanieczyszczonego TZO

###### Cel

Dekontaminacja urządzeń lub substancji zanieczyszczonych TZO przed ponownym użyciem, recyklingiem lub usunięciem.

###### Zasada działania

Dekontaminacja ma na celu usunięcie TZO z urządzeń lub substancji. Zanieczyszczenia te są niepożądane, ponieważ stanowią poważne zagrożenie dla zdrowia i/lub środowiska naturalnego w związku z ponownym użyciem, recyklingiem lub usuwaniem sprzętu lub substancji w sposób przyjazny dla środowiska.

###### Opis procesu

Separacja może być wykonywana przy użyciu różnych technik w zależności od rodzaju odpadów lub sprzętu oraz rodzaju zanieczyszczeń:

- mycie rozpuszczalnikiem, środkiem biobójczym lub neutralizującym;
- kruszenie;
- sortowanie, przesiewanie;
- odkurzanie;
- destylacja;
- procesy termiczne itd.

Środki ostrożności lub warunki pracy są dostosowywane indywidualnie do każdego przypadku.

###### Wsad oraz strumienie wyjściowe (produkty wyjściowe)

###### Wsad

Wsad to odpady wejściowe zawierające TZO i przeznaczone do ponownego wykorzystania lub odzyskania na poziomie zgodnym z wymogami dalszego użytkowania lub utylizacji w sposób przyjazny dla środowiska.

Przykładem wsadu do procesu są transformatory elektryczne lub kondensatory zawierające PCB.

###### Produkty wyjściowe

Ogólnie rzecz biorąc, produkt wytwarzany przez zakład WT jest przetworzonym odpadem. Można jednak rozróżnić na dwa jego typy. Jednym z nich są przetworzone odpady (zazwyczaj reprezentujące główną część produkcji), które w niektórych przypadkach mogą być ponownie wykorzystane lub odzyskane gdzie indziej. Drugi typ to odpady powstające w wyniku samego procesu przetwarzania. Wygląd tego ostatniego zależy nie tylko od rodzaju przetwarzanych odpadów, ale również od rodzaju przetwarzania zastosowanego do odpadów. Rzeczywiście, ten drugi rodzaj odpadów jest bardziej zależny od sposobu przetwarzania niż od rodzaju przetwarzanych odpadów.

Odpady wyjściowe są analizowane zgodnie z odpowiednimi wymaganiami zakładu odbiorczego lub dalszego wykorzystania, jeżeli jest to zamierzone, w celu poprawy wiedzy na temat odpadów wyjściowych. Na przykład, porowate części zanieczyszczonego transformatora (drewno i papier) są spalane w piecu wysokotemperaturowym.

###### Literatura źródłowa



### [29. Podgrupa PCT 2015]

#### 5.8.1.1.2 Dekontaminacja odpadów zawierających polichlorowany bifenyli (PCB)

Spalanie w wysokiej temperaturze jest najpowszechniej dostępną i stosowaną technologią skutecznego niszczenia PCB. Całkowite zniszczenie cząsteczek PCB przez spalanie ma miejsce tylko w ściśle określonych warunkach (wysoka temperatura (minimum 1 100 °C) i czas przebywania 2 sekundy dla frakcji gazowych i 30 minut dla frakcji stałych). Spalanie prowadzi do niezamierzonego wytwarzania TZO, takich jak PCDD/F i dioksynopodobne PCB. Spalanie PCB nie jest objęte zakresem niniejszego dokumentu.

W przypadku lekko zanieczyszczonych płynów oraz przy braku odpowiedniej spalarni wysokotemperaturowej stosowane są czasem alternatywne technologie jako rozwiązanie lokalne.

Niektóre rodzaje olejów wymagają szczególnej ostrożności i uwagi: olej smarny w zastosowaniach otwartych może zawierać PCB. Należy unikać ich rozprzestrzeniania za wszelką cenę, gdy stężenie PCB przekracza 1 ppm.

Mobilne systemy przetwarzania mogą być stosowane do transformatorów w eksploatacji.

#### Literatura źródłowa

[29. Podgrupa PCT 2015]

#### 5.8.1.1.2.1 Czyszczenie sprzętu

##### Cel

Dekontaminacja urządzeń zawierających PCB.

##### Zasada działania

Technologie czyszczenia transformatorów zawierających PCB można podzielić na trzy główne kategorie: odprowadzanie, ponowne napełnianie oraz płukanie z użyciem rozpuszczalnika.

##### Opis procesu

- Odprowadzanie. Olej zanieczyszczony PCB jest odprowadzany z transformatora, po czym następuje jego chemiczne oczyszczenie (zastąpienie atomów chloru w cząsteczkach PCB zawartych w oleju atomami wodoru), sprawdzenie materiału porowatego transformatora (drewno, papier itp.) oraz przestrzeni między częściami metalowymi (uzwojenia miedzi, płyta ze stali magnetycznej itp.) oraz ponowne wtłoczenie oczyszczonego oleju do transformatora celem ponownego użycia.
- Ponowne napełnianie. Przeklasyfikowanie transformatora olejowego do stanu innego niż PCB wiąże się ze stałą redukcją stężenia PCB z ponad 50 ppm do mniej niż 50 ppm przez resztę okresu jego eksploatacji.

W celu zmniejszenia stężenia PCB w rdzeniu i w wężownicy transformatora zanieczyszczony PCB, zanieczyszczony olej jest odprowadzany i zastępowany nowym, niezawierającym PCB olejem.

Według statystyk, po maksymalnym okresie dziewięciu miesięcy (w zależności od typu transformatora) pracy pod obciążeniem, stężenie PCB w zbiorniku ustabilizuje się wraz z wymywaniem PCB z rdzenia. Głównymi elementami, które zatrzymują PCB, są papier, drewno, taśma i płyta wiórowa. Tak długo, jak transformator jest bliski pełnego obciążenia, około 90 % PCB będzie wypływać z rdzenia do zbiornika, pozostawiając nadal 10 % w rdzeniu oraz w wężach.

W przypadku transformatorów, które są zanieczyszczone PCB do poziomu przekraczającego 500 ppm, urządzenia będą musiały być opróżniane i uzupełniane co dziewięć miesięcy, aż do osiągnięcia ostatecznego poziomu PCB poniżej 50 ppm. Proces ten określa się mianem "seryjnego ponownego napełniania". Liczba "kroków" zależy od początkowego

zanieczyszczenia i może być oceniona jedynie poprzez pobranie próbek oleju transformatorowego po upływie podanego okresu.

- Płukanie z użyciem rozpuszczalnika. Ekstrakcja oleju PCB poprzez płukanie rozpuszczalnikiem transformatora, a następnie demontaż i dalsza dekontaminacja części składowych w celu umożliwienia recyklingu elementów metalowych.

Po odpowiedniej obróbce wstępnej, olej zawierający niskie stężenie PCB może być uwodorniony w wysokich temperaturach, aby mógł być ponownie użyty. W tym przypadku transformatory nie są odnawiane jako takie.

Przykład trzeciej metody jest następujący:

Korpusy (rdzenie) używanych transformatorów myje się za pomocą tetrachloroetyleny (PER). W tym przypadku korpus transformatora jest wypełniany rozpuszczalnikiem i pozostawiony na dłuższy okres czasu, zanim rozpuszczalnik zostanie zastąpiony świeżym PER. Czynność tę powtarza się (zazwyczaj trzy razy) do momentu, gdy korpus przejdzie wymaganą "próbę wymazową" (swab test). Podczas czyszczenia korpus transformatora znajduje się pod osłoną ssącą lub jest przykryty stalową płytą w celu zminimalizowania strat PER w powietrzu. Po użyciu PER jest destylowany na miejscu w celu ponownego użycia, a osad reszkowy jest wysyłany do spalania i/lub do niektórych technologii niszczenia TZO opisanych w sekcji 5.8.1.1.3.

Dekontaminacji transformatorów dokonuje się w specjalistycznych i licencjonowanych pod względem usuwania PCB zakładach, które oczyszczają zanieczyszczone przez PCB transformatory oraz magazynują zanieczyszczony przez PCB olej. Odpady takie jak oleje, beczki, wody z czyszczenia oraz osady z rozpuszczalników czyszczących są wysyłane do spalarni wysokotemperaturowych poza zakładem.

Korpusy i uzwojenia transformatorów zostają odzyskane po dokładnym oczyszczeniu za pomocą PER.

#### Czyszczenie kondensatorów zawierających PCB

Kondensatory są podobne do transformatorów, ponieważ składają się z aktywnego rdzenia, umieszczonego w metalowej obudowie. Aktywnym rdzeniem nie są tu jednak uzwojenia miedziane, lecz splecione rolki cienkiej folii aluminiowej, oddzielone cienkimi warstwami papieru i/lub tworzywa sztucznego. Technologie czyszczenia takich kondensatorów są następujące:

- Obudowa kondensatora jest zdejmowana i dekontaminowana za pomocą płukania z użyciem rozpuszczalnika; jest to prosty proces dekontaminacji, ponieważ obudowa nie jest porowata. Rdzeń zostaje spalony.
- Możliwe jest pójście o jeden krok dalej poprzez obróbkę rdzenia po jego wyjęciu z obudowy. Ten etap dekontaminacji polega zazwyczaj na rozdrobnieniu rdzenia, a następnie poddaniu go działaniu rozpuszczalnika. Pozwala to na zmniejszenie poziomu pozostałości PCB.
- Technologia pozwalająca na największą ilość odzyskanego surowca jest podobna do powyższej: przetwarza również zmieszane pozostałości aluminium/plastiku/papieru poprzez separację tych komponentów oraz płukanie z użyciem rozpuszczalnika. Aluminium może być następnie ponownie wykorzystane; jedynymi komponentami, które mogą być usunięte w procesie wysokotemperaturowego spalania, są zmieszane kawałki papieru/plastiku.

#### **Wsad oraz strumienie wyjściowe**

Wsad składa się z urządzeń zanieczyszczonych PCB.

Produkty wyjściowe obejmują olej zanieczyszczony PCB, korpusy i uzwojenia transformatorów, aluminium oraz zmieszane tworzywa sztuczne/papier.

#### **Literatura źródłowa**

[\[29. Podgrupa PCT 2015\]](#)

## 5.8.1.1.3 Niszczenie TZO

**Cel**

Zniszczenie oraz nieodwracalne przekształcenie zawartości TZO w odpadach.

**Zasada działania**

W tabeli 5.94 zamieszczono wykaz dostępnych komercyjnie operacji niszczenia oraz nieodwracalnego przekształcania zawartości TZO w odpadach.

**Tabela 5.94: Przegląd technologii destrukcji oraz nieodwracalnego przekształcania trwałych zanieczyszczeń organicznych w odpadach**

Technologia	TZO					
	TZO – pestycydy	PCB	PCDD/F	PFOS	TZO-BDE	HBCD
Redukcja metali alkalicznych	Tak, dla niektórych pestycydów: chlordan, HCH	Tak	ND	ND	ND	ND
Zaawansowane spalanie odpadów stałych (ASWI)	ND	ND	ND	ND	ND	Tak
Rozkład katalizowany zasadowo (BCD)	Tak, dla niektórych pestycydów: chlordan, HCH, DDT	Tak	Tak	ND	ND	ND
Hydrodechlorowanie katalizacyjne (CHD)	ND	Tak	Tak	NA	NA	ND
Współspalanie w piecu do wypalania cementu	Tak dla wszystkich pestycydów	Tak	Tak	ND	Tak	Tak
Redukcja chemiczna fazy gazowej (GPCR)	Tak, dla niektórych pestycydów: DDT, HCB	Tak	Tak	ND	ND	ND
Spalanie odpadów niebezpiecznych	Tak dla wszystkich pestycydów	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
Łuk plazmowy	Tak, dla większości pestycydów, w tym chlordanu, chlordekonu, DDT, endosulfanu, heptachloru.	Tak	ND	ND	ND	ND
Metoda rozkładu w wyniku topnienia plazmy (PMD)	ND	Tak	ND	ND	ND	ND
Nadkrytyczne utlenianie wody (SCWO) oraz podkrytyczne utlenianie wody	Tak, w przypadku niektórych pestycydów: chlordan i DDT	Tak	Tak dla PCDD	ND	ND	ND
Termiczna i metalurgiczna obróbka metali	ND	ND	Tak	ND	Tak	ND

Uwaga: ND = Nie określono.  
NA = Nie dotyczy.  
Źródło: [189. UNEP 2015]

Spalanie nie wchodzi w zakres niniejszego dokumentu i, ze względu na zwięzłość, tylko niektóre z tych technologii zostały opisane w dalszej części niniejszego rozdziału, ale więcej szczegółów na temat tych technik można znaleźć w [189. UNEP 2015]

Niniejsza sekcja koncentruje się na przetwarzaniu, z których część podsumowano w tabeli 5.95, związanym z tymi bardzo specyficznymi rodzajami odpadów (np. odpady zawierające PCB, dioksyny i furany).

**Tabela 5.95: Niektóre szczególne procesy przetwarzania odpadów zawierających polichlorowane bifenyle (PCB) lub inne trwale zanieczyszczenia organiczne (TZO).**

Proces techniczny	Zasada działania	Wsad oraz strumienie wyjściowe	Opis procesu
Odchlorowywanie zasadami metali	Reakcja zasad metalicznych z atomami chloru zawartymi w związkach chlorowanych	Wsad odpadów: oleje zanieczyszczone PCB Produkt wyjściowy: związki organiczne (olej, który może być ponownie użyty) oraz sole.	Dyspersję przeprowadza się w temperaturze wyższej niż temperatura topnienia sodu, tj. 98 °C. Jako ciecz, powierzchnia metalowa może być stale odnawiana. W ten sposób można osiągnąć rozsądny poziom reakcji, zmniejszając tym samym koszty procesu dekontaminacji. Proces musi unikać tworzenia się polimeru lub musi uwzględniać tworzenie się tej substancji stałej i wprowadzać etap separacji w celu uzyskania czystego oleju nadającego się do ponownego użycia.
Odchlorowywanie przy użyciu KPEG	Reakcja wodorotlenku potasu (KOH) i glikolu polietylenowego (PEG) z atomami chloru zawartymi w związkach chlorowanych.	Wsad odpadów: oleje zanieczyszczone PCB (poniżej 5 000 ppm) Produkt wyjściowy: olej mineralny, który może być ponownie wykorzystany po regeneracji, oraz osad (KCl).	Chlory z PCB są usuwane przez glikol polietylenowy (PEG) działający jako nukleofil w reakcji z PCB w warunkach zasadowych. Proces ten okazał się być praktyczny i wysoce opłacalny w przypadku przetwarzania PCB bezpośrednio w oleju transformatorowym i odzysk oczyszczonego oleju. Ponadto proces ten pozwala uniknąć stosowania potencjalnie niebezpiecznych metali alkalicznych i tlenków metali alkalicznych jako katalizatorów. Ponieważ proces przebiega w niskich temperaturach (140-160 °C), tworzenie furanów i dioksyn w wyniku rozkładu termicznego PCB nie jest możliwe. Uwalniane gazy to dwutlenek węgla i para wodna, które są zatrzymywane przez filtr z węglem aktywnym. Odpady powstające w wyniku przetwarzania tworzą osad będący produktem połączenia cząsteczek chloru wyekstrahowanych z PCB ze związkami alkalicznymi. Ten "szlam" (chlorek zasadowy) wytrąca się z powodu nierozpuszczalności i wagi, oddzielając się od oczyszczonego oleju. Odchlorowywanie pozwala osiągnąć poziom PCB poniżej 2 ppm (metoda ASTM D4059).
Uwodornienie TZO	Wodór reaguje z chlorowanymi związkami organicznymi lub niechlorowanymi zanieczyszczeniami organicznymi, takimi jak WWA, w wysokich temperaturach	Wsad odpadów: płyny transformatorowe i wysokowytrzymałe mieszaniny odpadów pestycydów DDT. Produkt wyjściowy: głównie metan i chlorowodór dla PCB oraz metan, a także niewielkie ilości lekkich węglowodorów dla WWA.	Typowy proces stosowany w rafineriach olejów mineralnych, przeprowadzany w temperaturze 850 °C i wyższej. Technika ta przetwarza około 40 % wyprodukowanego metanu na wodór poprzez reakcję przesunięcia wody, a pozostałą część na wodór w katalitycznym reformerze parowym. W ten sposób proces może funkcjonować bez zewnętrznego zasilania wodorem. W przypadku odpadów wysoko skoncentrowanych, w procesie tym powstaje nadmiar metanu. Wykorzystuje on do procesu spalania powietrze pobierane z zewnątrz lub wewnątrz, po uprzednim przefiltrowaniu go przez węgiel aktywny.

Proces solwatacji elektronów	Wolne elektrony w roztworze elektronów solwatowanych przekształcają zanieczyszczenia w stosunkowo nieszkodliwe substancje oraz sole.	Wsad odpadów: związki fluorowcowane organiczne, w tym PCB, dioksyny, pestycydy, chlorofluorowęglowodory (CFC) oraz chemiczne środki bojowe. Produkt wyjściowy: odkażone gleby uznaje się za odpowiednie do powrotu na miejsce ich wydobycia, a dodatkową korzyścią jest wzbogacenie ich w azot pochodzący ze śladowych ilości pozostałego amoniaku.	Technika ta wykorzystuje metale ziem alkalicznych lub metale ziem alkalicznych rozpuszczone w rozpuszczalniku, takim jak amoniak lub niektóre aminy lub etery, w celu uzyskania roztworu zawierającego wolne elektrony oraz kationy metali. Efektywność niszczenia waha się od 86 % do 100 %. Chlor i inne fluorowce są selektywnie usuwane z halogenków organicznych przez wolne elektrony i wychwytywane przez kationy metali w celu utworzenia soli (np. $\text{CaCl}_2$ ). Na przykład cząsteczka PCB może zostać przekształcona w bifenyl w wyniku szybkiej reakcji w temperaturze otoczenia.
<p>Uwaga: Niektóre inne zabiegi wykraczające poza zakres niniejszego dokumentu są dostępne dla przetwarzania odpadów zanieczyszczonych TZO. Obejmują one współspalanie w piecach cementowych, spalanie odpadów niebezpiecznych oraz obróbkę plazmową.</p> <p>Źródło: [12. UNEP 2000], [190. UNEP 2004], [29. Podgrupa PCT 2015].</p>			

Odfluorowcowanie stosuje się do transformatorów olejowych z zawartością PCB od 25 ppm do 2 000 ppm. Proces ten można zastosować w następujących przypadkach:

- Odfluorowcowanie oraz odzysk olejów mineralnych z transformatorów zanieczyszczonych PCB.
- Czyszczenie i regeneracja transformatorów roboczych zawierających oleje mineralne zanieczyszczone PCB. Etap ten odbywa się poprzez recyrkulację odfluorowcowanego oleju mineralnego i pozwala na ekstrakcję pozostałości PCB wchłoniętych przez różne komponenty transformatorów (np. papier i drewno).

Wspomniany powyżej zakres stężeń jest typowym zakresem, w którym technika ta jest ekonomicznie opłacalna. Z technicznego punktu widzenia nie ma problemu w przypadku stosowania przy wyższych stężeniach, ale stwierdzono, że istnieją inne rodzaje bardziej opłacalnych ekonomicznie procesów przetwarzania PCB.

Według Departamentu Energii Stanów Zjednoczonych (US DOE), system ten może obsługiwać większość rodzajów odpadów, w tym odcieki ze składowisk, produkty denne z lagun, gleby, osady, płyny i gazy. Jednakże US DOE przestrzega, że produkty uboczne reakcji oraz produkty redukcji pośredniej muszą być monitorowane w gazie odlotowym zarówno z procesu redukcji, jak i z kotła. Zwrócono również uwagę na potrzebę określenia losu rtęci i innych lotnych substancji nieorganicznych.

Proces ten nie ma charakteru dyskryminującego; to znaczy, że cząsteczki organiczne, takie jak PCB, WWA, chlorofenole, dioksyny, chlorobenzeny, pestycydy, herbicydy i insektycydy są przekształcane w metan w takich samych ilościach.

Wynikiem odfluorowcowania jest olej o właściwościach dielektrycznych umożliwiających jego ponowne wykorzystanie do tego samego celu, o zawartości PCB mniejszej niż 1 ppm.

#### Użytkownicy

Nie dostarczono danych.

#### Literatura źródłowa

[163. Ecodeco 2002], [18. WT TWG 2004], [29. Podgrupa PCT 2015], [189. UNEP 2015]

#### 5.8.1.1.4 Procesy innowacyjne

##### Cel

Usuwanie szkodliwych składników (np. bromowane związki opóźniające zapłon - BFR) oraz recykling polimerów z odpadów tworzyw sztucznych poprzez selektywną ekstrakcję.

### Zasada działania

BFR zawarte w odpadach tworzyw sztucznych są selektywnie ekstrahowane, a pozostałe polimery mogą być poddane recyklingowi.

Proces składa się z trzech etapów: a) rozpuszczenie odpadowego tworzywa sztucznego w rozpuszczalnikach; b) dodanie wytrąacza w celu utworzenia żelatynowego produktu strącania (polimery) z BFR i innymi zanieczyszczeniami (np. zmiękczacze, dodatki) pozostającymi w rozpuszczalniku; c) separację żelatynowej frakcji polimerowej z frakcji rozpuszczalnika zawierającej zanieczyszczenia, dalsze suszenie i przygotowanie do przetopienia w produkty.

Do rozpuszczania polimerów (etap a) stosowane rozpuszczalniki obejmują ketony, eter, cykloalkany, estry, w szczególności aceton, metyloetyloketon, tetrahydrofuran, dialkylester kwasów dikarboksylowych i ester alkilowy kwasów tłuszczowych, np. ester metylowy kwasów tłuszczowych (FAME).

Jako środka strącającego (etap b) używa się wody, alkoholi, w szczególności metanolu, etanolu, izopropanolu, npropanolu lub butanolu lub ich mieszanin.

Zanieczyszczenia we frakcji rozpuszczalnika z etapu b) są zagęszczane i usuwane z procesu. Większość rozpuszczalników jest poddawana recyklingowi i ponownie wykorzystywana w procesie, tak aby objętość rozpuszczalnika użytego w procesie była stosunkowo niewielka w stosunku do przetworzonego tworzywa sztucznego (< 1 %).

### Strumienie wyjściowe

Produktami końcowymi procesu są użyteczny recyklat polimerów, koncentrat bogaty w BFR oraz, jeśli występuje, nierozpuszczalna frakcja bogata w metale. Skoncentrowane BFR-y odzyskane z procesu mogą zostać zniszczone przez technologie niepalne lub nieodwracalnie przekształcone na odczynniki w procesach przemysłowych [191. IPEN 2012].

### Użytkownicy

Proces ten został zastosowany w zakładach w skali laboratoryjnej i pilotażowej. Na przykład, po wyjęciu baterii, przetworzono zużyte telefony komórkowe, uzyskując cząsteczki polimeru nadające się do procesów wytłaczania i formowania wtryskowego [192. Mäurer i inni 2005], [193. patent WO 2006/131376 A1 2006]

W innym przykładzie odpady polistyrenu ekspandowanego (EPS) zostały z powodzeniem przetworzone w skali pilotażowej w celu wyprodukowania polistyrenu nadającego się do ponownego ekspandowania, porównywalnego pod względem użyteczności do polistyrenu pierwotnego [192. Mäurer i inni 2005]. Podczas doświadczeń na małą skalę zarówno BFR, jak i PBDD/F, które były obecne jako współzanieczyszczenia, zostały skutecznie usunięte z odpadów plastikowych w kanadyjskich zakładach demontażu WEEE [194. Schlummer i inni 2008].

### Literatura źródłowa

[191. IPEN 2012], [192. Mäurer i inni 2005], [194. Schlummer i inni 2008], [193. patent WO 2006/131376 A1 2006], [Komentarz EEB #343 w [21. WT TWG 2016]], [195. CreaCycle GmbH 2017]

## 5.8.1.2 Aktualne poziomy emisji oraz zużycia

### Uwodornianie TZO

W kanadyjskim zakładzie stwierdzono, że produkt gazowy nie zawiera wykrywalnych PCB, podczas gdy stężenie chlorobenzenów ogółem i dioksyn było podobne do stężenia roztworów ze ślepej próby. Sugeruje to, że produkt gazowy nie zawierał wymiernych poziomów tych substancji. Kiedy produkt gazowy był spalany w reformerze parowym, dioksyny były emitowane z komina reformera w stężeniu 15 pg TEQ/Nm<sup>3</sup>. Powstawanie dioksyn przypisuje się wykorzystaniu zanieczyszczonego PCB powietrza jako powietrza do spalania w reformerze

Wszystkie produkty wyjściowe pochodzące z niszczenia odpadów zanieczyszczonych PCB przy użyciu tego procesu mogą zostać opanowane i przetestowane. Nie występują niekontrolowane emisje z procesu, które mogłyby doprowadzić do uwolnienia zanieczyszczonego PCB powietrza, ciał stałych lub cieczy do otaczającego środowiska. Uwalnianie PCB do środowiska może mieć miejsce jedynie podczas postępowania z odpadami przed ich przetworzeniem, w przypadku gdy istnieje możliwość ich rozlania.

Ponieważ reakcja zachodzi w atmosferze zredukowanej przy braku tlenu, możliwość powstawania dioksyn i furanów jest uważana za wyeliminowaną. Jeżeli zawartość wodoru jest utrzymywana na poziomie procentowym wyższym niż 50 % (w stanie suchym), zapobiega się powstawaniu WWA.

Tabela 5.96 przedstawia zgłaszaną skuteczność niszczenia w procesach uwodorniania.

**Tabela 5.96: Zgłaszana skuteczność niszczenia w procesach uwodorniania**

Rodzaj odpadów	Efektywność niszczenia (%)	Efektywność niszczenia i usuwania (DRE) (%)
Oleje PCB	99.999808–99.9999996	99.9999985–99.9999997
Chlorobenzeny	99.9999836–99.9999972	99.9999842–99.9999985
Dioksyny obecne w olejach PCB	99.999–99.9999	NI
Uwaga: NI = Brak danych. Źródło: <a href="#">[12. UNEP 2000]</a>		

Jeżeli gaz technologiczny lub powietrze z otoczenia wykorzystywane jako powietrze do spalania w kotle lub podobnych urządzeniach zawiera chlorowódor lub inne substancje chlorowane, dioksyny mogą być wytwarzane podczas ich spalania. Aby spełnić podstawowe kryteria techniczne niszczenia TZO, zarówno gaz technologiczny, jak i powietrze do spalania muszą być poddane obróbce w celu usunięcia takich związków, a tym samym zapobieganie powstawaniu dioksyn.

Należy zachować ostrożność, aby uniknąć wysokich wskaźników wytwarzania gazu, które mogłyby doprowadzić do nadmiernego wzrostu ciśnienia w systemach. Proces ten charakteryzuje się ograniczoną zdolnością do szybkiego wzrostu ciśnienia: nadmierne zwiększanie ciśnienia może zatem prowadzić do uwolnienia materiału odpadowego.

Podczas typowych operacji 30-50 % gazu użytkowego jest spalane jako paliwo dla kotła lub innych urządzeń pomocniczych.

Pozostałości powstające w procesie obejmują gaz technologiczny z reaktora, wodę z płuczki, osad z oczyszczania gazu technologicznego oraz niewielkie ilości żwiru z reaktora. Gaz technologiczny jest albo katalitycznie przetwarzany w celu odzyskania wodoru albo spalany jako paliwo w jednym lub kilku systemach pomocniczych - kotle, reformerze katalitycznym i/lub sekwencyjnym odparowywaczu wsadowym.

#### **Uwodornianie PCB oraz TZO**

Wszystkie emisje i pozostałości są wychwytywane w celu przeprowadzenia analizy i powtórnego przetworzenia, jeśli zajdzie taka potrzeba. Wskaźniki zniszczenia wahające się od 99,9 % do 99,99999 % odnotowano w zakładach działających na skalę przemysłową w Australii.

#### **Dekontaminacja urządzeń zawierających PCB**

[\[42. WT TWG 2014\]](#)

Tabela 5.97 przedstawia przegląd emisji do atmosfery z zakładu 191, który przeprowadza dekontaminację i demontaż urządzeń zawierających PCB. Emisje lotnych związków organicznych (LZO) powstają w wyniku stosowania rozpuszczalnika do mycia urządzeń. Nie zgłoszono uwolnienia wody dla tego procesu.

Tabela 5.97: Emisje do atmosfery z Zakładu 191

Mierzone zanieczyszczenie / parametr	Rodzaj pomiaru	Wartość średnia	Liczba pomiarów podczas trzyletniego okresu referencyjnego (2010-2012)
Przepływ (m <sup>3</sup> /h)	Okresowy	55 825	9
NMLZO (mg/Nm <sup>3</sup> )	Ciągły	74	NA
PCB (µg/Nm <sup>3</sup> )	Okresowy	0.5	8
dl-PCB ( ng I-TEQ/Nm <sup>3</sup> )	Okresowy	0.06	9
Uwaga: NA = Nie dotyczy.			

Nie zgłoszono żadnego zużycia wody. Zużycie energii zostało zgłoszone jako całkowite zużycie dla zintegrowanego spalania odpadów niebezpiecznych.

### 5.8.1.3 Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT

#### 5.8.1.3.1 Optymalizacja wpływu dekontaminacji PCB na środowisko

##### Opis

Projektowe oraz operacyjne środki mające na celu zapobieganie i zmniejszanie emisji powstających w wyniku dekontaminacji odpadów zawierających PCB.

##### Szczegóły techniczne

- a) Środki projektowe mające na celu zapobieganie rozprzestrzenianiu się PCB z całego obszaru magazynowania i przetwarzania:
  - dedykowany system zbierania wody deszczowej i odpływowej;
  - powłoka żywiczna nakładana na całą posadzkę betonową w obszarze magazynowania i przetwarzania (ponieważ większość standardowych posadzek betonowych absorbuje PCB).
- b) Wdrożenie zasad dostępu dla personelu celem zapobiegania rozprzestrzenianiu się zanieczyszczeń:
  - dostęp do magazynów i miejsc przetwarzania jest ograniczony;
  - specjalne kwalifikacje niezbędne do uzyskania dostępu do obszaru, w którym zanieczyszczone odpady lub sprzęt są magazynowane oraz przetwarzane;
  - przed wejściem do strefy zastrzeżonej, pracownicy zakładają indywidualny strój ochronny w "czystej" szatni;
  - po opuszczeniu obszaru objętego ograniczeniami pracownicy udają się do "brudnej" szatni, gdzie ze szczególną uwagą prowadzi się działania związane z skażonymi indywidualnymi ubraniami ochronnymi.
- c) monitorowanie emisji PCB do atmosfery.
- d) Zapobieganie rozprzestrzenianiu się skażonej cieczy podczas procesu dekontaminacji:
  - procedury napełniania, opróżniania i odłączania zbiornika próżniowego;
  - zewnętrzne powierzchnie urządzeń przeznaczonych do dekontaminacji są czyszczone za pomocą detergentu anionowego;
  - pompowanie zanieczyszczonego oleju z transformatora za pomocą pompy lub w podciśnieniu zamiast opróżniania grawitacyjnego;
  - długi okres odwadniania (co najmniej 12 godzin) w celu uniknięcia kapania skażonej cieczy podczas dalszych operacji przetwarzania, po oddzieleniu rdzenia od osłony.
- e) Kontrola emisji do atmosfery;



- powietrze w warsztacie dekontaminacji jest zbierane i poddawane działaniu filtrów z węglem aktywnym;
  - spaliny z pompy próżniowej są podawane do wysokotemperaturowej spalarni, termicznego utleniania lub adsorpcji z użyciem węgla aktywnego.
- f) Unieszkodliwianie pozostałości po przetwarzaniu odpadów:
  - porowate części zanieczyszczonego transformatora (drewno i papier) są spalane w wysokiej temperaturze (1 100 °C);
  - niszczenie PCB w olejach (np. odchlorowanie, uwodornianie, procesy z elektronami solwatowanymi, spalanie w wysokiej temperaturze).

### **Korzyści dla środowiska**

Wszystkie techniki mają na celu poprawę ekologiczności dekontaminacji PCB i zmniejszenie emisji PCB do atmosfery.

### **Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Nie dostarczono danych.

### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

- Możliwe zużycie odczynników do odkażania i/lub systemu redukcji emisji zanieczyszczeń.
- Możliwe oddziaływanie na procesy i środowisko podczas spalania pozostałości.

### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Technika ogólnie dostępna.

### **Ekonomika**

Nie dostarczono danych.

### **Siła napędowa wdrażania**

- Regulacje dotyczące TZO (EC 850/2004).
- Bezpieczeństwo pracy.

### **Przykładowe zakłady**

W zakładzie 191 materiały zawierające PCB są wprowadzane do zamkniętych naczyń grzewczych podciśnieniowych (autoklawy) wyposażonych w i) pompę próżniową do zasysania mieszanin powietrze/para oraz ii) skraplacz do odzysku rozpuszczalnika (przed dalszą destylacją). Otwieranie autoklawów jest ściśle kontrolowane i wykonywane dopiero po całkowitym schłodzeniu. Cała strefa robocza PCB (w tym warsztat demontażu, autoklawy, kolumna destylacyjna itp.) znajduje się w specjalnych obszarach zamkniętych, w budynkach wyposażonych w urządzenia do odbioru strumienia powietrza. Różne zgromadzone strumienie powietrza (z otworów wentylacyjnych/emisji ulotnych) są dokładnie przetwarzane, odpowiednio poprzez spalanie w wysokiej temperaturze i adsorpcję z użyciem węgla aktywnego.

Rozpuszczalnik jest regenerowany poprzez destylację na terenie zakładu, co pozwala zminimalizować zużycie reaktantów, a także ograniczyć ilość odpadów końcowych wymagających zniszczenia poprzez wysokotemperaturowe spalanie. Emisje lotnych związków organicznych z całego procesu, w tym operacji ładowania/regeneracji rozpuszczalników, są starannie eliminowane lub przetwarzane i monitorowane.

### **Literatura źródłowa**

[\[196. Amiard i inni 2016\]](#), [\[29. Podgrupa PCT 2015\]](#), [\[42. WT TWG 2014\]](#)

#### **5.8.1.3.2 Wychwytywanie i kontrola emisji LZO z mycia rozpuszczalnikiem**

##### **Opis**

Emisje pochodzące z operacji ładowania/obsługi rozpuszczalników, autoklawu oraz końcowego etapu regeneracji (kolumna destylacyjna) są zbierane i destylowane w celu odzyskania rozpuszczalnika i ponownego wykorzystania go w procesie. Różne strumienie powietrza

gromadzone nad całą strefą roboczą (otwory wentylacyjne/emisje ulotne) są przetwarzane poprzez wysokotemperaturowe spalanie lub adsorpcję z użyciem węgla aktywnego.

### Szczegóły techniczne

Cała strefa robocza znajduje się w określonych obszarach wałów ochronnych, w budynkach wyposażonych w urządzenia do odbioru strumienia powietrza. Ciągłe odsysany strumień powietrza, który potencjalnie zawiera LZO czy też chlorowane związki organiczne (takie jak czterochloroetylen), jest przepuszczany przez urządzenie adsorpcyjne składające się z wielu pojemników wielokrotnego użycia, w których kluczowe cząsteczki są adsorbowane na dużej powierzchni przez wysoce aktywny granulowany węgiel oraz usuwane ze strumienia powietrza.

Wielozłożowy adsorber ma odpowiednią wielkość (głębokość złoża i obciążenie powierzchniowe), jest zainstalowany i eksploatowany w celu zapewnienia optymalnego kontaktu z gazem i wystarczającego czasu na osiągnięcie równowagi adsorpcyjnej. Proces usuwa zanieczyszczenia, dla których jest przeznaczony do niemal niewykrywalnych poziomów pozostałości: głównie związki organiczne chlorowane, tj. cząsteczki o wysokiej masie cząsteczkowej ( $> 50$  g/mol) i wysokiej temperaturze wrzenia ( $> 50$  °C), jak np. czterochloroetylen (masa cząsteczkowa: 165 g/mol, temperatura wrzenia: 121 °C).

System ten jest przydatny w przypadku strumieni (powietrza) o niskich proporcjach zanieczyszczeń. W przypadku strumieni gazów o wysokiej zawartości zanieczyszczeń (zazwyczaj rozpuszczalników itp.) można przeprowadzić spalanie w wysokiej temperaturze.

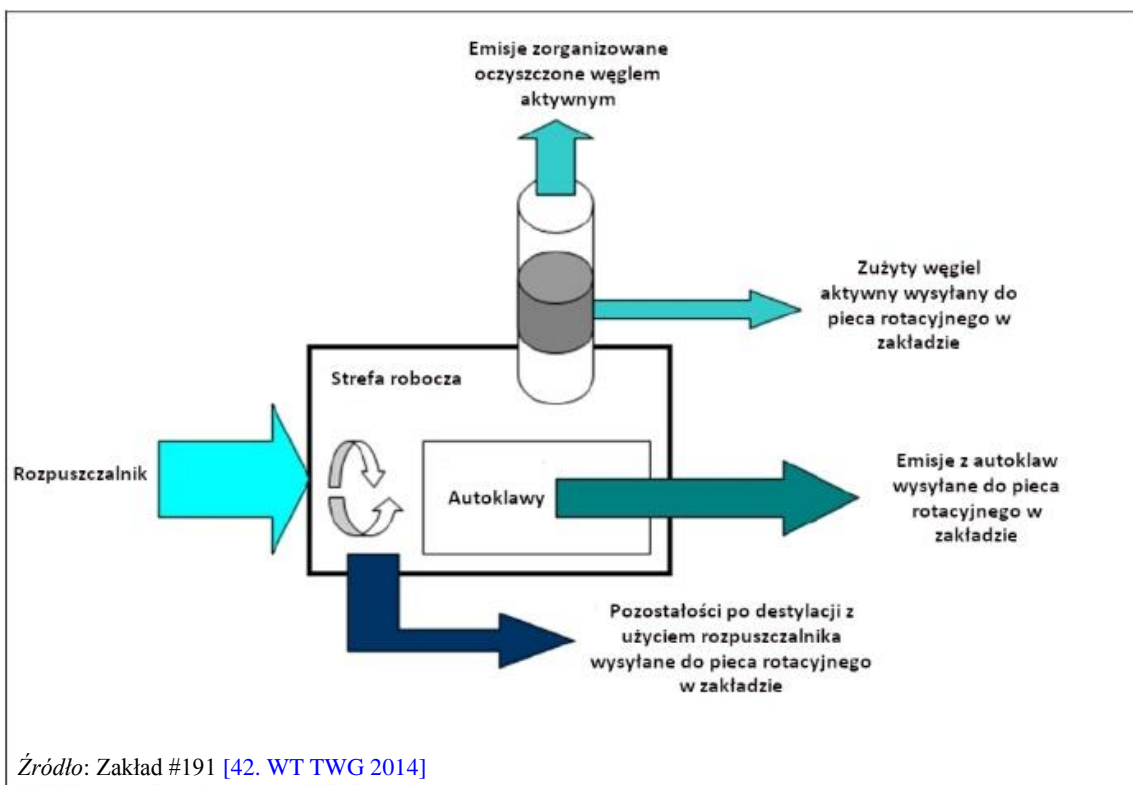
Emisje rozproszonych LZO są monitorowane.

### Korzyści dla środowiska

- Redukcja emisji LZO.
- Odzysk rozpuszczalnika.

### Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Tabela 5.97 przedstawia dane dotyczące emisji do atmosfery, a ilustracja 5.48 podaje przykład oczyszczania powietrza.



### **Ilustracja 5.48: Schemat przepływu emisji do atmosfery w zakładzie stosującym płukanie z użyciem rozpuszczalnika w celu dekontaminacji PCB**

#### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Spalanie i destylacja powodują emisje do atmosfery.

#### **Siła napędowa wdrażania**

- Prawodawstwo dotyczące ochrony powietrza.
- Koszt rozpuszczalnika.

#### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Technika ogólnie dostępna.

#### **Ekonomika**

Po zainstalowaniu, technologia jest prosta w obsłudze (prawie bezobsługowa, aż do momentu zużycia adsorbentu i konieczności jego wymiany), jak również w konserwacji. Koszty eksploatacji zależą głównie od ilości zużywanego węgla aktywnego, przy czym należy pamiętać, że wartość adsorbentu jest ściśle związana z jego zdolnością adsorpcyjną (jego strukturą wewnętrzną), a nie tylko z jego masą czy objętością.

#### **Przykładowe zakłady**

Zakład 191.

#### **Literatura źródłowa**

[\[42. WT TWG 2014\]](#)

## **5.8.2 Przetwarzanie odpadów zawierających rtęć**

Ze względu na prostotę oraz celem uniknięcia powtórzeń w dokumencie, niniejsza sekcja dotyczy zarówno przetwarzania fizyczno-chemicznego, jak i mechanicznego przetwarzania odpadów zawierających rtęć. Celem jej nie jest jednak sporządzenie wykazu wszystkich stosowanych metod przetwarzania, które są wyszczególnione w [\[189. UNEP 2015\]](#).

### **5.8.2.1 Stosowane procesy oraz techniki**

#### **Cel**

Celem jest przetwarzanie odpadów w celu separacji rtęci.

#### **Zasada działania**

Procesy dekontaminacji różnią się w zależności od rodzaju odpadów. Wszystkie procesy mają na celu oddzielenie rtęci od jednej/kilku innych frakcji. Można to zrobić mechanicznie, chemicznie lub termicznie. Bezpieczne zarządzanie tymi procesami obejmuje unikanie emisji rtęci w celu ochrony zdrowia i środowiska. W niektórych przypadkach rtęć może również zostać odzyskana do dozwolonych jej zastosowań.

#### **Opis procesu**

Poniżej podano kilka przykładów przetwarzania odpadów zawierających rtęć:

- Sortowanie/łamanie termometrów i styczników oraz oddzielenie ciekłej rtęci od innych frakcji.
- Odwirowywanie szlamu zawierającego rtęć w celu usunięcia większości rtęci metalicznej. Osad reszkowy ma niską zawartość rtęci i jest przetwarzany w procesie destylacji próżniowej.
- Rozdrabnianie/przesiewanie gazowych lamp wyładowczych, usuwanie żelaza i rozdzielanie go na frakcje. Fluorescencyjny proszek zawierający rtęć jest przetwarzany w procesie destylacji próżniowej. Proszki te mogą być następnie przetwarzane w celu odzyskania pierwiastków ziem rzadkich.
- Obróbka końcowa/powietrzna gazowych lamp wyładowczych poprzez ogrzewanie i chłodzenie połamanych końcówek. Następnie fluorescencyjny proszek zawierający rtęć jest wydmuchiwany (airpush). Do tej techniki obróbki wstępnej można dodać jednostkę

selekcji. W ten sposób wykrywa się proszki w celu ich selektywnego wydmuchiwania. Ponowne użycie proszków jest możliwe.

- Rozdrabnianie monitorów płaskich zawierających rtęć.
- Przetwarzanie baterii (w tym pastylkowych) za pomocą pirometalurgii, w której rtęć w procesie przetwarzania gazów odlotowych zostaje specyficznie uwięziona.
- Przetwarzanie zużytego węgla aktywnego i rtęci zabezpiecza przed odkażaniem gazu ziemnego poprzez obróbkę termiczną, ponieważ rtęć w procesie oczyszczania gazu odlotowego zostaje uwięziona.

Przetwarzanie lamp i monitorów płaskich zawierających rtęć zostało znormalizowane w normie EN 50625 oraz w powiązanych specyfikacjach technicznych (TS 50625-3-1 i TS 50625-3-2).

Po usunięciu rtęci z odpadów może ona zostać poddana następującej kolejności przetwarzania:

- separacja i koncentracja rtęci poprzez odparowanie i kondensację;
- oczyszczanie gazów odlotowych za pomocą filtrów przeciwpyłowych i filtrów z węglem aktywnym;
- powrót pyłu i zanieczyszczonego węgla z oczyszczania gazów do procesu.

Kiedy odpady zawierające rtęć są destylowane, destylat (woda i frakcje organiczne) jest przetwarzany przy użyciu następujących technik:

- Spalanie w spalarni odpadów.
- Przeprowadzanie gazów z destylacji przez dopalacz (w temperaturze około 850 °C) i kondensator. Gazy wylotowe są oczyszczane (np. płuczka, filtr przeciwpyłowy i filtr z węglem aktywnym). Oddzielony pył i zanieczyszczony węgiel są zwracane do naczynia destylacyjnego. Ta alternatywa podnosi wskaźnik odzysku.
- Oczyszczanie frakcji wody (po separacji) i zwracanie pozostałości do naczynia destylacyjnego. Ta alternatywa podnosi wskaźnik odzysku.

W procesie destylacji próżniowej odpady zawierające rtęć odparowuje się w warunkach próżni w temperaturze około 300-650 °C. Składniki płynne (np. rtęć, woda i olej) są destylowane z odpadów i kondensowane. W procesie kondensacji rtęć i destylat są oddzielane od siebie. Rtęć metaliczna jest odsączana i ewentualnie rafinowana. Rtęć jest poddawana recyklingowi jako surowiec wtórny, o ile jest to dozwolone.

Ze względu na niebezpieczny charakter oparów zawierających rtęć, wymagane są środki bezpieczeństwa. Należą do nich układy wydechowe, pomiary testowe, zamknięcia, procedury bezpieczeństwa napełniania, opróżniania i odłączania zbiorników próżniowych oraz urządzeń do dekontaminacji. Aby zminimalizować ryzyko wybuchu, stosowane są inne środki bezpieczeństwa, takie jak hermetyczna praca systemu, automatyczna kontrola ciśnienia oraz strefy wolne od dymu i iskier.

Po dekontaminacji, niezależnie od zastosowanej techniki lub ich kombinacji, wskaźnik usuwania rtęci wynosi powyżej 95 %.

### **Wsad oraz strumienie wyjściowe**

Materiałem wsadowym są szlamy zawierające rtęć z przemysłu naftowo-gazowego, baterie, katalizatory, filtry z węglem aktywnym, termometry, odpady z sektora stomatologicznego, lampy fluorescencyjne, monitory płaskie, piasek ścierny i gleba. Różne strumienie odpadów są przetwarzane oddzielnie w destylacji próżniowej. Wydajność przykładowych instalacji waha się od 300 t/rok do 600 t/rok dla odpadów zawierających rtęć.

W zakładzie termicznej rekultywacji gleby, o przepustowości 2 t/godz. gleby zawierającej rtęć oraz o stężeniu nieprzetworzonego gazu rtęciowego wynoszącym do 20 mg/Nm<sup>3</sup>, odnotowano maksymalny stopień usunięcia 99,9 %. Stwierdzono również, że zawartość rtęci w glebie (1-300 mg/kg) zmniejszyła się do mniej niż 5 mg/kg po obróbce termicznej. W wyniku innego przetwarzania zgłoszono, że odsetek rtęci emitowanej do atmosfery wynosi 0,0015 %. Emisje wynoszą od 0,04 mg/Nm<sup>3</sup> do 0,2 mg/Nm<sup>3</sup>.

W procesie destylacji próżniowej szlamu zawierającego rtęć (1-4 % rtęci) odzyskuje się 99,6 % rtęci. Około 0,1 % rtęci zostaje w pozostałościach, a około 0,15 % w destylacie, który ma zostać spalony. Ten ostatni procent kończy się w gazach wylotowych. Za pomocą filtra z węglem aktywnym oddziela się 99,9 % tej rtęci. Maksymalne stężenie rtęci w pozostałościach wynosi 50 mg/kg (sucha masa).

Zużycie energii elektrycznej na ogrzewanie zbiornika próżniowego i pompy próżniowej wynosi 3,5 GJ/tonę odpadów. Zużycie wody chłodzącej wynosi około 13 ton na tonę odpadów zawierających rtęć. Do przetwarzania osadu zawierającego 2 % rtęci potrzebny węgiel aktywny to 24 kg/tonę osadu.

### Produkty wyjściowe

Oddzielone pozostałości rtęci lub zawierające rtęć mogą być zarządzane w następujący sposób:

- Gdy rtęć jest poddawana recyklingowi w celu jej dozwolonego wykorzystania, czystość rtęci wynosi co najmniej 99,95 % i powinna być zgodna ze specyfikacjami użytkownika końcowego. Do osiągnięcia tego poziomu konieczna może być destylacja.
- Przetwarzanie pozostałych frakcji zawierających rtęć.
- Przetwarzanie ciekłej rtęci w celu przekształcenia jej w HgS przy współczynniku przekształcenia Hg/HgS powyżej 99,999 % przed wysłaniem jej do dedykowanego unieszkodliwiania.

Dwa zakłady w Belgii i w Zjednoczonym Królestwie przetwarzają lampy fluorescencyjne i wyładowcze za pomocą techniki rozdrabniania. Brytyjska fabryka ekstrahuje również pozostałości rtęci wewnątrz proszku fosforu w piecu retortowym i przetwarza zawierające rtęć płaskie wyświetlacze panelowe, które są rozdrabniane po usunięciu zasilania zewnętrznego. Jeden z zakładów we Francji przetwarza rury florescencyjne za pomocą technologii end cut/air-push.

Wymienione wyżej zakłady to zakłady 59, 146C, 588, 589 i 590.

### **Literatura źródłowa**

[\[86. VDI oraz Dechema 2002\]](#), [\[18. WT TWG 2004\]](#), [\[19. WT TWG 2004\]](#), [\[35. VROM 2004\]](#), [\[29. Podgrupa PCT 2015\]](#), [\[189. UNEP 2015\]](#), [\[197. CENELEC 2014\]](#)

### **5.8.2.2 Aktualne poziomy emisji oraz zużycia**

[\[42. WT TWG 2014\]](#)

Tabela 5.98 zawiera przegląd zakładów z listy referencyjnej przetwarzających odpady zawierające rtęć. Są to zakłady przetwarzające WEEE, takie jak lampy fluorescencyjne, lampy wyładowcze i monitory płaskie. Urządzenia te są przetwarzane w rozdrabniaczach lub przez maszynę do cięcia końcowego/przycinania powietrzem (end-cut/air-push).

Tabela 5.98: Zakłady z listy referencyjnej przetwarzające odpady zawierające rtęć

Numer zakładu	Opis wsadu odpadów	Opis produktów wyjściowych	Proces
059	Lampy fluorescencyjne i inne odpady zawierające rtęć	Metale nieżelazne, metale żelazne, szkło, proszek fluorescencyjny, tworzywo sztuczne	Rozdrabnianie
146C	Lampy fluorescencyjne	Odpady po sortowaniu, lampy ( bańki), rozbite maszyny, szkło, kapsle metalowe, proszek, woda do czyszczenia podłóg.	Maszyna do cięcia końcowego/przycinania powietrzem
588 <sup>(1)</sup>	Małogabarytowy sprzęt gospodarstwa domowego. Źródła pierwotne: odpady pochodzące z obiektów użyteczności publicznej oraz od użytkowników biznesowych	Rozdrobnione fragmenty metali żelaznych, zmieszane fragmenty polimerowe, fragmenty aluminiowe, bogate w miedź rozdrobnione fragmenty, mieszanina odpadów i tworzyw sztucznych, frakcja pyłowa/lekka, polichlorowane bifenyle (PCB) zawierające kondensatory, baterie, płytki obwodów drukowanych o powierzchni większej niż 10 cm <sup>2</sup> , kasety na toner, ciecz i ciała półpłynne, toner kolorowy, odpady azbestu i części składowe zawierające azbest, wyświetlacze ciekłokrystaliczne o powierzchni większej niż 100 cm <sup>2</sup> oraz wszystkie te podświetlane gazowymi lampami wyładowczymi, zewnętrzne kable elektryczne, części składowe zawierające ogniotrwałe włókna ceramiczne, części składowe zawierające substancje radioaktywne, kondensatory elektrolitowe zawierające substancje potencjalnie niebezpieczne (wysokość > 25 mm, średnica > 25 mm lub proporcjonalnie podobna objętość	Demontaż urządzeń małogabarytowych
589 <sup>(1)</sup>	Gazowe lampy wyładowcze WEEE zawierające rtęć	Rozdrobnione fragmenty aluminium, fragmenty z polimeru, fragmenty ze szkła, proszek fosforowy, rtęć	Rozdrabniacz i retortownia
590 <sup>(1)</sup>	Wyświetlacz płaski (FPD), WEEE zawierające rtęć. Źródła pierwotne: odpady pochodzące z obiektów użyteczności publicznej oraz od użytkowników biznesowych	Rozdrobnione fragmenty metali żelaznych, fragmenty aluminium, bogate w miedź rozdrobnione fragmenty, mieszane rozdrobnione fragmenty polimerowe, mieszane lekkie tworzywa sztuczne, mieszane tworzywa sztuczne i drobne materiały inne niż Fe, mieszane szkło i resztki z rozdrabniacza, pył/lekka frakcja	Rozdrabnianie

<sup>(1)</sup> Instalacje 588, 589 i 590 to trzy linie produkcyjne tego samego zakładu.

Tabele 5.99 i 5.100 przedstawiają przegląd emisji do atmosfery z zakładów przetwarzających odpady zawierające rtęć. Powietrze jest zazwyczaj wychwytywane u źródła (maszyna lub stacja robocza) przez lokalny system wentylacji wyciągowej (LEV) i oczyszczane za pomocą urządzenia odpylającego i adsorpcji z użyciem węgla aktywnego. Rtęć jest monitorowana w emisjach do atmosfery we wszystkich zakładach z wyjątkiem zakładu 588, który jest w rzeczywistości stanowiskiem pracy do ręcznego demontażu małych urządzeń.

Tabela 5.99: Emisje do atmosfery z zakładów przetwarzających odpady zawierające rtęć

Numer zakładu	Źródła emisji do atmosfery	Zastosowane techniki redukcji
059	Powietrze z zamkniętego procesu jest odsysane i kierowane przez filtr z węglem aktywnym impregnowanym siarką.	Filtr przeciwpylowy i adsorpcja z użyciem węgla aktywnego
146C_1	Przetwarzanie odpadów zawierających rtęć (z maszyny)	Cyklony i adsorpcja z użyciem węgla aktywnego
146C_2	Powietrze z hali	Filtr przeciwpylowy i adsorpcja z użyciem węgla aktywnego
588 <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>	Procesy mechaniczne	System filtrów workowo-tkaninowych, wysokosprawny system filtracji cząstek stałych (HEPA), adsorpcja z użyciem węgla aktywnego
589 <sup>(2)</sup>	Procesy mechaniczne	System filtrów workowo-tkaninowych, wysokosprawny system filtracji cząstek stałych (HEPA), adsorpcja z użyciem węgla aktywnego
590 <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>	Procesy mechaniczne	System filtrów workowo-tkaninowych, wysokosprawny system filtracji cząstek stałych (HEPA), adsorpcja z użyciem węgla aktywnego
(1) Zakłady 588 i 590 są podłączone do tego samego systemu wyciągowego. (2) Z tych trzech zakładów nie ma emisji do atmosfery. Powietrze odlotowe jest recyrkulowane.		

Tabela 5.100: Parametry mierzone w emisjach do atmosfery z zakładów przetwarzających odpady zawierające rtęć

Mierzony parametr	Rodzaj pomiaru	Uwzględnione zakłady	Zakres (mg/Nm <sup>3</sup> z wyjątkiem przepływu)
Przepływ (Nm <sup>3</sup> /h)	Ciągły	146_1, 146_2	2250–11 700
	Okresowy	059, 588, 589, 590	11 325–22 040
Hg	Ciągły	146_1, 146_2	0.0012–0.0016
	Okresowy	059, 589 <sup>(1)</sup> , 590	0.0031–0.0338
Pył	Ciągły	146_1	0.3
	Okresowy	059, 588, 589	0.5–0.7
Cd	Okresowy	588, 589	0.0028
Pb	Okresowy	588, 589	0.0052
OWO	Okresowy	059	< 1
<sup>(1)</sup> Jedna wartość przy 0,37 mg/Nm <sup>3</sup> odpowiada pomiarowi dokonanyemu przed zastosowaniem węgla aktywnego. Pozostałe 11 wartości są poniżej 0,018 mg/Nm <sup>3</sup> .			

Zobacz również ilustrację 2.5 dotyczącą emisji pyłu.

Nie odnotowano żadnych emisji do wody z tych zakładów.

#### Zużycie wody

Zużycie wody zostało zgłoszone przez jeden zakład jako około 20 m<sup>3</sup>/rok na sprzątanie podłóg.

#### Zużycie energii

Zgłoszone średnie zużycie energii na tonę przetworzonych odpadów wynosi około 180 kW/t, przy czym zakres ten wynosi 147-360 kW/t. Energia elektryczna jest głównym źródłem energii. Jedna z fabryk zgłosiła użycie propanu do tego procesu.

### 5.8.2.3 Techniki do rozważenia przy ustalaniu BAT

#### 5.8.2.3.1 Ograniczanie emisji pyłów oraz rtęci do atmosfery

##### Opis

Zbieranie u źródła, a następnie ograniczanie i monitorowanie emisji rtęci.

**Szczegóły techniczne**

- Urządzenia do przetwarzania WEEE zawierającego rtęć są obudowane, pod podciśnieniem i podłączone do lokalnego systemu wentylacji wyciągowej (LEV).
- Gaz odlotowy jest oczyszczany za pomocą technik odpylania, takich jak cyklony (zob. sekcja 2.3.4.2), filtry workowe (zob. sekcja 2.3.4.4) lub filtry HEPA (zob. sekcja 2.3.4.5), po których następuje adsorpcja z użyciem węgla aktywnego (zob. sekcja 2.3.4.9).
- Oczyszczone powietrze jest uwalniane na zewnątrz budynków lub poddawane recyklingowi.
- Skuteczność oczyszczania gazów odlotowych jest monitorowana.
- Poziomy rtęci są regularnie mierzone w miejscach przetwarzania i magazynowania (np. raz w tygodniu) w celu wykrycia potencjalnych wycieków.

**Korzyści dla środowiska**

- Ograniczenie emisji rtęci i pyłów do atmosfery.
- Redukcja emisji rozproszonej rtęci.

**Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Instalacja 588 jest zamknięta i generalnie pracuje w warunkach podciśnienia (ekstrakcja powietrza) przez większość procesu. To skutecznie eliminuje emisje ulotne z procesu, pyłu z ruchu pojazdów oraz z innych emisji poprzez dedykowany system LEV. Emisje pyłu z dedykowanego kanału wylotowego LEV uśrednione to  $0,48 \text{ mg/m}^3$  w ciągu trzech lat, z jednym wynikiem niepożądanym i negatywnie wpływającym na średnią. Przykładowo, średnia w 2012 r. wynosi  $0,23 \text{ mg/m}^3$ , przy zawartości ołowiu  $0,0051 \text{ mg/m}^3$  i kadmu  $0,0059 \text{ mg/m}^3$  w tym samym okresie.

Powietrze wydalone z dedykowanego LEV nie jest uwalniane do atmosfery, ale krąży w wewnętrznym obiegu przetwarzania. Powietrze to jest również przedmiotem wtórnego systemu LEV "zewnętrznego" dla potencjalnych emisji niezorganizowanych i ciągłej poprawy jakości powietrza w środowisku naturalnym. Frakcja pyłu z dedykowanego punktu jego zbierania LEV jest również oceniane na bieżąco i pokazuje skuteczne odsysanie, wychwytywanie i zatrzymywanie różnych elementów metalowych z powietrza odsysanego z procesu, w tym, ale nie tylko ołowiu i kadmu. Na przykład, wynik drugiego kwartału 2012 r. z analizy frakcji pyłowej to ołów  $780 \text{ mg/kg}$ , kadm  $19 \text{ mg/kg}$ , antymon  $406 \text{ mg/kg}$ , cynk  $3\ 900 \text{ mg/kg}$  itp.

Połączone systemy utrzymują wysoką jakość powietrza w środowisku przetwarzania, ale znaczącą korzyścią dla środowiska jest to, że nie ma potrzeby odprowadzania powietrza odlotowego do środowiska zewnętrznego, a tym samym nie istnieje ryzyko zanieczyszczenia.

W tabelach 5.101 i 5.102 przedstawiono efektywność środowiskową zakładów przetwarzających odpady zawierające rtęć, odpowiednio pod względem emisji rtęci i pyłów do atmosfery.



Tabela 5.101: Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzających odpady zawierające rtęć (emisje rtęci do atmosfery)

Zakład	Koncentracja minimalna (mg/Nm <sup>3</sup> )	Koncentracja średnia (mg/Nm <sup>3</sup> )	Koncentracja maksymalna (mg/Nm <sup>3</sup> )	Główne techniki unikania / ograniczania emisji	Rodzaj pomiaru	Liczba pomiarów podczas trzyletniego okresu referencyjnego (2010-2012)
59	< 0.005	0.006	0.007	Filtr workowy, węgiel aktywny impregnowany siarką	Okresowy	4
146C_1	0.0007	0.0012	0.0053	Filtr workowy, cyklony, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Ciągły	NA
146C_2	0	0.0016	0.0072	Filtr workowy, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Ciągły	NA
588 <sup>(1)</sup>	NI	NI	NI	System filtrów workowych, filtr HEPA, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	NI	NI
589 <sup>(1)</sup>	0.0002	0.0032	0.018	System filtrów workowych, filtr HEPA, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Okresowy	12
590 <sup>(1)</sup>	0.0003	0.003	0.005	System filtrów workowych, filtr HEPA, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Okresowy	3

<sup>(1)</sup> Z tych trzech zakładów nie dochodzi do emisji do atmosfery. Powietrze odlotowe jest recykulowane.

**Tabela 5.102: Efektywność środowiskowa zakładów przetwarzających odpady zawierające rtęć (emisje pyłów do atmosfery)**

Zakład	Koncentracja minimalna (mg/Nm <sup>3</sup> )	Koncentracja średnia (mg/Nm <sup>3</sup> )	Koncentracja maksymalna (mg/Nm <sup>3</sup> )	Główne techniki unikania / ograniczania emisji	Rodzaj pomiaru	Liczba pomiarów podczas trzyletniego okresu referencyjnego (2010-2012)
59	< 0.5	< 0.5	< 0.5	Filtr workowy, węgiel aktywny impregnowany siarką	Okresowy	4
146C_1	0.08	0.33	1.42	Filtr workowy, cyklony, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Ciągły	NA
146C_2	NA	NA	NA	Filtr workowy, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Nie monitorowano	NA
588 (1)	0.01	0.48	2.3	System filtrów workowych, filtr HEPA, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Okresowy	12
589 (1)	0.12	0.67	3.1	System filtrów workowych, filtr HEPA, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	Okresowy	12
590 (1)	NI	NI	NI	System filtrów workowych, filtr HEPA, adsorpcja z użyciem węgla aktywnego	NI	NI

(1) Z tych trzech zakładów nie dochodzi do emisji do atmosfery. Powietrze odlotowe jest recykulowane.

#### Oddziaływanie na procesy i środowisko

- Hałas emitowany przez wentylatory systemu LEV.
- Zwiększona konsumpcja energii.
- Zanieczyszczenia są koncentrowane w urządzeniach redukcyjnych.

#### Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania

Technika ta może być stosowana we wszystkich procesach typu rozdrabniacz/młyn młotkowy/kruszarka, jak również w maszynach typu end-cut/push-air oraz w urządzeniach do separacji.

Czynniki ograniczające mogą obejmować przestrzeń fizyczną potrzebną do wdrażania zaawansowanych systemów LEV.

#### Ekonomika

Nie dostarczono danych.

#### Siła napędowa wdrażania

- Prawodawstwo dotyczące zanieczyszczenia powietrza.
- Bezpieczeństwo pracy.

#### Przykładowe zakłady

Zakłady 59, 146, 588, 589 oraz 590.

## Literatura źródłowa

[29. Podgrupa PCT 2015], [198. Goodship i inni 2012], [42. WT TWG 2014]

5.8.3 Przetwarzanie odpadów zawierających heksafluorek siarki (SF<sub>6</sub>)

## Cel

Sześciofluorek siarki (SF<sub>6</sub>) jest stosowany w urządzeniach elektrycznych ze względu na swoje właściwości dielektryczne. Zadaniem procesu jest obróbka urządzeń celem oddzielenia SF<sub>6</sub>.

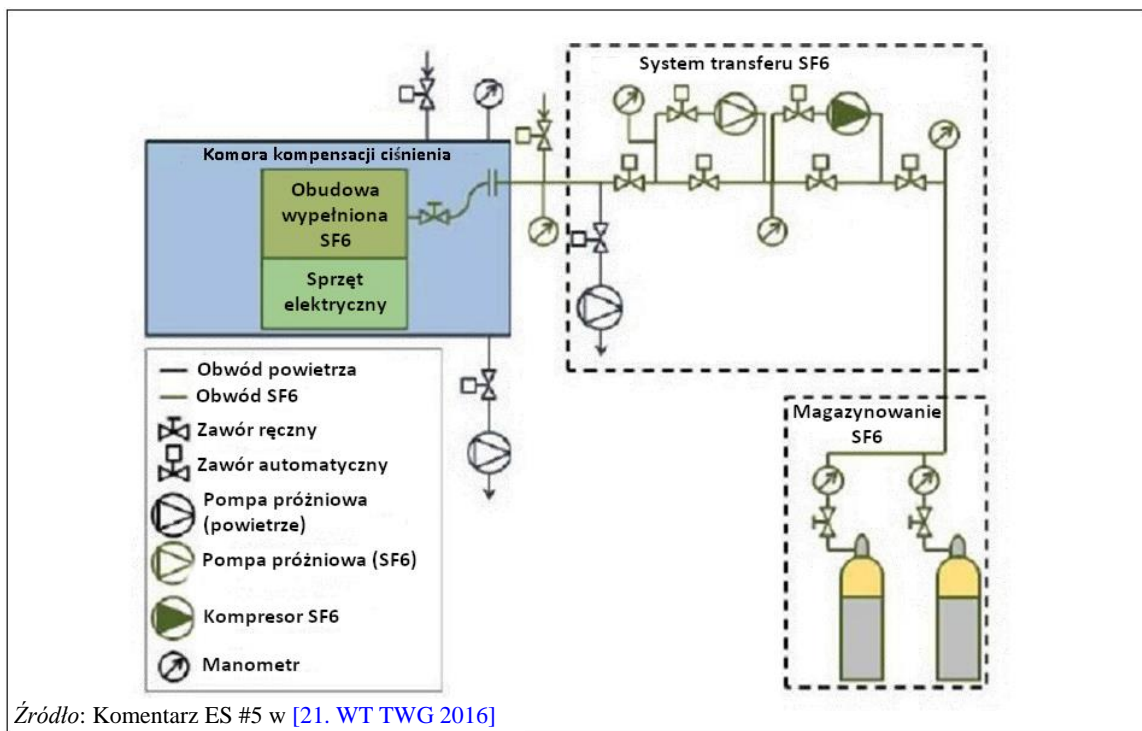
## Zasada działania

Wszystkie procesy mają na celu oddzielenie gazowych SF<sub>6</sub> oraz stałych produktów rozkładu od jednej/kilku innych frakcji. Bezpieczne zarządzanie tymi procesami wiąże się z unikaniem emisji SF<sub>6</sub> celem ochrony pracowników (ryzyko zamartwicy) i środowiska, ponieważ SF<sub>6</sub> ma wysoki potencjał w zakresie globalnego ocieplenia.

## Opis procesu

Proces dekontaminacji ma dwa główne etapy:

- proces odzysku SF<sub>6</sub> przez komorę kompensacji ciśnienia (patrz rysunek 5.49);
- usuwanie stałych produktów rozkładu z obudowy za pomocą maszyny myjącej.



Ilustracja 5.49: Dekontaminacja odpadów zawierających SF<sub>6</sub>

Proces odzysku SF<sub>6</sub> przez komorę kompensacji ciśnienia.

Przenoszenie SF<sub>6</sub> pomiędzy obudową a butlą/pojemnikiem na gaz odbywa się poprzez połączenie bezolejowej pompy próżniowej i bezolejowej sprężarki tłokowej. Pompa próżniowa opróżnia obudowę, a sprężarka tłokowa napęlnia wysokociśnieniowy zbiornik/cylinder gazu.

W zależności od typu, producenta i cyklu życia urządzeń elektrycznych, obudowa jest mniej lub bardziej odporna na wysokie podciśnienie. Jest też często uszkodzona lub została zaprojektowana tak, aby była odporna jedynie na niewielkie nadciśnienia, co stanowi duże ryzyko pęknięcia (z wynikającą stąd emisją SF<sub>6</sub> do atmosfery i mieszaniem SF<sub>6</sub> z powietrzem), co oznacza konieczność zastosowania komory kompensacji ciśnienia.

Komora kompensacji ciśnienia jest urządzeniem służącym do zmniejszania różnicy ciśnień pomiędzy zewnętrzną i wewnętrzną stroną obudowy podczas odzysku SF<sub>6</sub>. Próżnia wewnątrz komory i obudowy jest aplikowana jednocześnie.

Zasada działania komory kompensacji ciśnienia obejmuje trzy główne etapy:

- urządzenia elektryczne zawierające SF<sub>6</sub> wprowadza się do komory, a obudowę podłącza się do ssania SF<sub>6</sub>;
- SF<sub>6</sub> jest odsysany z obudowy, podczas gdy ciśnienie jest redukowane jednocześnie w komorze i w obudowie aż do uzyskania ostatecznej próżni;
- powietrze z otoczenia jest ponownie wprowadzane do komory i obudowy w celu przywrócenia ciśnienia atmosferycznego.

#### Usuwanie stałych produktów rozkładu z obudowy za pomocą maszyny myjącej

W warunkach wysokiej temperatury, które mogą wystąpić w przypadku wyładowań koronowych i iskrowych (z powodu wad izolacji) lub przełączania łuków elektrycznych (w wyłącznikach obciążenia lub z powodu awarii izolacji), SF<sub>6</sub> rozkłada się na produkty toksyczne i żrące, w postaci gazu lub proszku. Po ekstrakcji SF<sub>6</sub> produkty rozkładu w stanie stałym należy zebrać za pomocą odkurzacza lub wytrzeć czystą, niestrzępiącą się szmatką. Na koniec, roztwór alkaliczny jest używany do mycia i neutralizacji wszystkich części, które są następnie płukane czystą wodą.

### **Wsad oraz strumienie wyjściowe**

#### Wsad

Każdy sprzęt elektryczny zawierający SF<sub>6</sub>.

#### Produkty wyjściowe

W wyniku procesu dekontaminacji powstają trzy produkty:

- zużyty gaz SF<sub>6</sub>: odpad niebezpieczny, nadający się po oczyszczeniu do ponownego wykorzystania w komorach gazowych, co w konsekwencji zmniejsza zużycie nowego gazu;
- zdekontaminowany sprzęt elektryczny;
- używane roztwory myjące: po filtracji i usunięciu oddzielonych cząstek stałych roztwory te mogą być potencjalnie ponownie wykorzystane.

#### **Użytkownicy**

Jeden zakład w Hiszpanii przeprowadza ten proces. Niektórzy producenci sprzętu elektrycznego świadczą również usługi odzysku SF<sub>6</sub>.

#### **Literatura źródłowa**

[199. CIGRE 1997], [200. IEC 2013], [201. IEC 2004], [Komentarz ES #5 w [21. WT TWG 2016].

## **5.8.4 Przetwarzanie odpadów zawierających azbest**

### **Cel**

Technologia konwersji termo-chemicznej łączy obróbkę chemiczną i cieplną w celu remineralizacji azbestu i innych materiałów krzemianowych. Proces remineralizacji osiąga kilka celów, w tym:

- przekształcanie minerałów azbestu w minerały nieazbestowe, bez potrzeby przetapiania;
- niszczenie związków organicznych poprzez pirolizę i/lub utlenianie;
- immobilizację metali i nuklidów promieniotwórczych (radionuklidów).

### **Zasada działania**

Proces polega na rozdrabnianiu, a następnie mieszaniu materiału zawierającego azbest ze środkami topiącymi i podgrzewaniu takiej mieszanki. Obecność czynników topnikowych w podwyższonych temperaturach (około 1 200 °C) powoduje szybką remineralizację włókien

azbestu, które są przekształcane w minerały nieazbestowe, takie jak diopsyd, wollastonit, oliwin oraz niewielkie ilości szkła.

Technologia ta zapewnia skuteczność przetwarzania równą skuteczności zeszklenia bez konieczności topienia odpadów. W szczególności:

- przetwarza materiały azbestowe w obojętny, inny niż niebezpieczny materiał nadający się do recyklingu;
- prowadzi do znacznego zmniejszenia ilości odpadów; objętość przetworzonego produktu może zostać znacznie zmniejszona w stosunku do odpadów pierwotnych (do 90 %), ale ostatecznie może wymagać magazynowania na składowisku, jeżeli występują w nim zanieczyszczenia radioaktywne.

Proces ten prowadzi również do zniszczenia substancji organicznych, w tym PCB, z wydajnością usuwania 99,9999 %. Metale toksyczne są stabilizowane w spiekanej produkcie poprzez wiązanie molekularne, a twórca technologii wierzy, że na podstawie wstępnych testów proces ten będzie również skuteczny w przypadku nuklidów promieniotwórczych (na podstawie doświadczeń z substytutami radiologicznymi).

### **Wsad oraz strumienie wyjściowe**

Proces ten jest skuteczny w przypadku odpadów azbestu, a także innych odpadów, w tym gruzu z rozbiórki a głównie odpadów organicznych. Technologia ta ma zastosowanie do odpadów płynnych i stałych, które są w miarę jednorodne lub mogą być takie bez ponoszenia nadmiernych kosztów. W procesie można przetwarzać odpady zanieczyszczone różnymi rodzajami zanieczyszczeń, w tym lotnymi związkami organicznymi; pół-lotnymi związkami organicznymi; PCB i dioksynami; zanieczyszczeniami nieorganicznymi, takimi jak azbest i cyjanek; metalami, w tym arsenem, ołowiem, chromem, barem, cynkiem, selenem i kadmem; nuklidami promieniotwórczymi, które mogą być zeszklone, takimi jak pierwiastki transuranowe, cez, tor i uran; oraz mieszaninami tych zanieczyszczeń.

Odpady, co do których istnieją ograniczone dane lub co do których uważa się, że technologia nie jest ekonomicznie opłacalna lub technicznie kompatybilna, obejmują rtęć, gazowe nuklidy promieniotwórcze, takie jak  $^{14}\text{C}$ , materiały wybuchowe i niektóre środki chemiczne (choć w tym przypadku uważa się, że technologia może mieć zastosowanie, ale nie ma danych na poparcie takiego twierdzenia).

### **Opis procesu**

Sprzęt do przetwarzania składa się z czterech podstawowych systemów:

- przygotowanie wsadu;
- obrotowe palenisko konwertujące;
- oczyszczanie gazów wylotowych; oraz
- usuwanie produktu.

Piroliza lub utlenianie związków organicznych zachodzi w palenisku obrotowym. Produkty pirolizy i/lub utleniania są kierowane poprzez indukowany wyciąg do jednostki utleniania termicznego, która niszczy wszelkie pozostałości zanieczyszczeń organicznych, mogące występować w gazach wylotowych. Na wyjściu z termicznego utleniacza gazy wylotowe są schładzane i oczyszczane z cząstek stałych i składników kwaśnych, które mogą być jeszcze obecne. Obecność środków demineralizujących przyspiesza dyfuzję molekularną w odpadach nieorganicznych podczas ogrzewania, co niszczy związki nieorganiczne takie jak azbest i powoduje jednoczesne utlenianie oraz wiązanie molekularne metali i radionuklidów w odpadach. Powoduje to immobilizację metali i nuklidów promieniotwórczych. Proces ten skutkuje również znacznym zmniejszeniem ilości odpadów. Zakres redukcji objętości zależy od rodzaju przetwarzanego materiału i może wynosić od 10 % dla gleb do ponad 90 % dla materiałów zawierających łamliwy azbest lub głównie materiały organiczne.

Technologia ta zapewnia skuteczność przetwarzania równą skuteczności zeszklenia bez konieczności topienia odpadów. Dzięki temu technologia ta jest tańsza i bardziej uniwersalna niż zeszklenie (witryfikacja) niektórych odpadów. Koszt kapitałowy jednostki przetwarzającej

50 ton dziennie wynosi około 10 milionów USD. Liczba ta może się różnić w zależności od lokalnych kosztów oraz warunków rynkowych.

Trzy największe i najbardziej znaczące czynniki mające wpływ na całkowity koszt to paliwo, sprzęt i robocizna. Paliwo stanowi ok. 36 % całkowitych kosztów, sprzęt ok. 30 %, a robocizna ok. 22 %. Pozostałe pozycje, takie jak odczynniki, konserwacja, woda, energia elektryczna, sprzęt ochrony osobistej i filtry, stanowią pozostałe 12 % kosztów całkowitych. Te alokacje kosztów mogą się różnić w zależności od wydajności systemu oraz kosztów lokalnych. W zależności od tych zmiennych, koszty operacyjne mogą zazwyczaj wahać się od 200 USD do 500 USD za tonę.

#### **Użytkownicy**

W Tacoma (Waszyngton, USA) uruchomiono zakład na skalę przemysłową (15 ton dziennie), który przetworzył już ponad 1 000 ton odpadów azbestu. Obecnie proponuje się system 50 ton/dobę do wykorzystania na Bermudach oraz w innym zakładzie zlokalizowanym w Wielkiej Brytanii. W Afryce formalnie zaproponowano trzy dodatkowe zakłady o mocy 60 ton/dobę. [\[202. USA DoE 2002\]](#), [\[18. WT TWG 2004\]](#), [Komentarz UK #169 w [\[21. WT TWG 2016\]](#)].

### **5.8.5 Przetwarzanie odpadów medycznych**

#### **Cel**

Sterylizacja odpadów medycznych przed ich spaleniem.

#### **Zasada działania**

Wstępna obróbka odpadów medycznych może być przeprowadzona w drodze przetwarzania termicznego, na przykład w autoklawie lub za pomocą ślimaków termicznych (patrz punkt 5.3.2.1.1). Może być również przeprowadzana poprzez ozonowanie.

#### **Wsad oraz strumienie wyjściowe**

Różne strumienie odpadów medycznych zbierane są w kolorowych workach lub pojemnikach przede wszystkim z zakładów publicznych lub prywatnych świadczących usługi zdrowotne, w tym ze szpitali, klinik, domów opieki i żłobków/przedszkoli.

Produkty wyjściowe to pozostałości, które są wysyłane do spalarni w celu zniszczenia i/lub odzysku energii.

#### **Użytkownicy**

Sektor medyczny.

Termiczne przetwarzanie odbywa się w zakładach 507 i 508.

Ozonacja przeprowadzana jest w szpitalu Union Hospital w Terre Haute, Indiana, USA od 2008 roku.

#### **Literatura źródłowa**

[\[203. Ozonator Industries 2017\]](#), [Komentarz UK #169 w [\[21. WT TWG 2016\]](#)]

### **5.8.6 Regeneracja zużytych kwasów**

[\[5. Milton i inni 1998\]](#), [\[11. WT TWG 2003\]](#), [\[204. WT TWG 2002\]](#), [\[18. WT TWG 2004\]](#)

Regeneracja obejmuje wyłącznie odpady kwasów siarkowego i solnego.

#### **5.8.6.1 Regeneracja zużytego kwasu siarkowego**

Istnieją dwie metody regeneracji zużytego kwasu siarkowego.

Jednym z nich jest rozkład termiczny zużytego kwasu siarkowego w celu uzyskania SO<sub>2</sub>, osiągany w piecu w temperaturze około 1 000 °C. Wytworzony SO<sub>2</sub> jest następnie wykorzystywany jako surowiec do produkcji H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Oba procesy (rozkład termiczny i konwersja SO<sub>2</sub> na H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) są objęte dokumentem LVIC-AAF BREF [\[30. COM 2007\]](#). Istnieją pewne procesy przemysłowe, w których stosuje się kwas siarkowy (np. produkcja dwutlenku

tytanu). W takich przypadkach recykling zużytego kwasu siarkowego stanowi integralną część procesu i zostanie uwzględniony w dokumencie BREF, który obejmuje ten proces techniczny.

Drugi proces regeneracji zużytego kwasu siarkowego opiera się na ponownym stężeniu słabego/zużytego kwasu siarkowego, z lub bez oddzielenia potencjalnych zanieczyszczeń (np. soli).

### **Cel**

Ponowne wykorzystanie zużytego kwasu siarkowego w tym samym celu, w jakim został on pierwotnie użyty lub do nowego zastosowania.

### **Zasada działania**

Ponowne zagęszczenie słabego kwasu siarkowego poprzez odparowanie.

### **Wsad oraz strumienie wyjściowe**

Zużyty/słaby kwas siarkowy jest zagęszczany do silniejszego roztworu.

### **Opis procesu**

Stężenia bliskie 70 %  $H_2SO_4$  osiągnięto poprzez odparowanie. Zakres temperatur zmienia się w zależności od procesów. Istnieje wiele procesów, ale najczęstsze oparte są na parownikach z wymuszonym obiegiem, które umożliwiają bardzo stabilną pracę; ze względu na dużą cyrkulację, każda substancja stała w kwasie pozostanie w zawiesinie i może być oddzielona od kwasu stężonego, jeśli to konieczne.

Ponieważ koszt procesu jest w dużym stopniu uzależniony od energii (para o średnim ciśnieniu), wyparownik wielostopniowy może znacznie obniżyć koszty operacyjne; praca w próżni pozwala na obniżenie temperatury roboczej i zastosowanie bardziej standardowych materiałów do budowy urządzeń.

W innym procesie stężenia słabego kwasu wykorzystuje się gorące gazy (z kwasu siarkowego lub jakiegokolwiek innego procesu): poprzez kontakt z gorącymi gazami i słabym kwasem, woda zostaje odparowana w celu doprowadzenia do jej nasycenia. Proces ten odbywa się pod ciśnieniem atmosferycznym, ale ze względu na stosunkowo dużą objętość gazu, należy zapobiegać przenoszeniu się kwasu za pośrednictwem odmgławiaczy lub innych podobnych urządzeń.

Zanurzone procesy spalania (submerged combustion processes) polegają na wytwarzaniu gazów spalinowych w bardzo wysokich temperaturach (powyżej 1 500 °C) bezpośrednio nad zużytym kwasem; gazy spalinowe przechodzą przez zużyty kwas, umożliwiając odparowanie z niego wody i ulegając adiabatycznemu schłodzeniu do 150-250 °C. Przed odprowadzeniem do powietrza gazy są schładzane i oczyszczane; ogólnie rzecz biorąc, nie przewiduje się szczególnie wysokiej emisji  $SO_2$ , ale poziom  $NO_x$  może być istotny.

Inne procesy, takie jak Chemico, są stosowane od 70 lat w celu zwiększenia stężenia kwasu siarkowego; zasada jest podobna, z wyjątkiem tego, że spalanie nie odbywa się w obrębie zbiornika, a temperatura jest znacznie niższa (około 600 °C).

### **Użytkownicy**

Produkcja metali i przemysł przetwórczy.

#### **5.8.6.2 Regeneracja zużytego kwasu solnego**

Najczęściej kwas solny (HCl) jest wytwarzany jako produkt uboczny procesów chlorowania. HCl jest zazwyczaj otrzymywany w fazie gazowej i bezpośrednio ponownie wykorzystywany w procesie chemicznym. Można go również rozpuszczać w wodzie i wykorzystywać jako surowiec do produkcji innych substancji chemicznych, takich jak produkty do uzdatniania wody (np.  $FeCl_3$ ) w procesie elektrolizy lub jako środek neutralizujący. HCl może być stosowany w takich zastosowaniach jak wytrawianie metalu lub regeneracja jonowymienna.

Następnie zużyty kwas solny jest raczej neutralizowany niż regenerowany (zob. sekcja 2.3.6.2.2). Istnieją również inne metody regeneracji, na przykład ponowne użycie jako kwasu

trawiącego. Jednakże w przypadku tego zastosowania nie przeprowadza się żadnej obróbki dla tych strumieni, a więc nie są one objęte niniejszym dokumentem.

Tabela 5.103 przedstawia rodzaje emisji pochodzących z przetwarzania odpadów kwasów i zasad.

**Tabela 5.103: Emisje z przetwarzania odpadów kwasów oraz zasad**

Działanie	Powietrze	Woda	Gleba i odpady
Przetwarzanie odpadów kwasów	Fluorowce: HCl oraz HF NO <sub>x</sub>	Fluorowce: HCl oraz HF	NA
Przetwarzanie kwasu siarkowego	Tlenki siarki	NA	NA
Uwaga: NA = Nie dotyczy. Źródło: <a href="#">[9. UK EA 2001]</a>			

Dodatkowe informacje na temat regeneracji zużytego kwasu solnego można znaleźć w chemicznych dokumentach BREF.



## **6 KONKLUZJE DOTYCZĄCE NAJLEPSZYCH DOSTĘPNYCH TECHNIK (BAT) W ZAKRESIE PRZETWARZANIA ODPADÓW**

### **Zakres**

Niniejsze konkluzje dotyczące BAT dotyczą następujących rodzajów działalności określonych w załączniku I do dyrektywy 2010/75/UE, a mianowicie:

- 5.1. Przetwarzanie lub odzysk odpadów niebezpiecznych o wydajności przekraczającej 10 ton dziennie obejmujące co najmniej jeden z następujących rodzajów działalności:
  - (a) obróbka biologiczna;
  - (b) obróbka fizyczno-chemiczna;
  - (c) mielenie lub mieszanie przed poddaniem innemu rodzajowi działań wyszczególnionych w pkt 5.1. i 5.2 załącznika I do dyrektywy 2010/75/UE;
  - (d) przepakowanie przed poddaniem innemu rodzajowi działań wyszczególnionych w pkt 5.1. i 5.2 załącznika I do dyrektywy 2010/75/UE;
  - (e) odzysk/regeneracja rozpuszczalników;
  - (f) recykling/odzysk materiałów nieorganicznych innych niż metale lub związki metali;
  - (g) regeneracja kwasów lub zasad;
  - (h) odzysk składników stosowanych w celu ograniczenia zanieczyszczeń;
  - (i) odzysk składników z katalizatorów;
  - (j) powtórna rafinacja oleju lub inne sposoby ponownego wykorzystania oleju;
  
- 5.3. (a) Przetwarzanie odpadów innych niż niebezpieczne, o wydajności przekraczającej 50 ton dziennie obejmujące co najmniej jeden z następujących rodzajów działalności, z wyjątkiem działalności ujętej w dyrektywie Rady 91/271/EWG z dnia 21 maja 1991 r. dotyczącej oczyszczania ścieków komunalnych:
  - (i) obróbka biologiczna;
  - (ii) obróbka fizyczno-chemiczna;
  - (iii) obróbka wstępna odpadów przeznaczonych do spalania lub współspalania;
  - (iv) obróbka żużlu i popiołów;
  - (v) obróbka w strzępiarkach odpadów metalowych, w tym zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego oraz pojazdów wycofanych z eksploatacji i ich części.

(b) Odzysk, lub kombinacja odzysku i unieszkodliwiania, odpadów innych niż niebezpieczne o wydajności przekraczającej 75 ton dziennie z wykorzystaniem następujących działań i z wyłączeniem działań objętych przepisami dyrektywy 91/271/EWG:

  - (i) obróbka biologiczna;
  - (ii) obróbka wstępna odpadów przeznaczonych do spalania lub współspalania;
  - (iii) obróbka żużlu i popiołów;
  - (iv) obróbka w strzępiarkach odpadów metalowych, w tym zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego oraz pojazdów wycofanych z eksploatacji i ich części.

Jeżeli jedyną prowadzoną czynnością przetwarzania odpadów jest fermentacja beztlenowa, próg wydajności dla tej czynności wynosi 100 ton dziennie.

- 5.5. Czasowe magazynowanie odpadów niebezpiecznych nieujętych w pkt 5.4 w oczekiwaniu na działalność ujętą w pkt 5.1, 5.2, 5.4 i 5.6 o całkowitej pojemności

przekraczającej 50 ton, z wyjątkiem czasowego magazynowania w oczekiwaniu na zbiórkę w miejscu wytworzenia odpadów.

- Samodzielne oczyszczanie ścieków nieobjętych dyrektywą 91/271/EWG i odprowadzanych przez podmiot prowadzący działalność o której mowa w pkt 5.1, 5.3 lub 5.5, wymienionych powyżej.

Odnosząc się do niezależnie prowadzonego oczyszczania ścieków nieobjętych dyrektywą 91/271/EWG, niniejsze konkluzje dotyczące BAT obejmują również łączone oczyszczanie ścieków różnego pochodzenia, jeżeli główny ładunek zanieczyszczeń pochodzi z rodzajów działalności objętych pkt 5.1, 5.3 lub 5.5 wymienionych powyżej.

Niniejsze konkluzje dotyczące BAT nie odnoszą się do następujących kwestii:

- Retencja powierzchniowa.
- Przetwarzanie lub recykling zwłok zwierzęcych lub odpadów zwierzęcych objętych opisem działalności w pkt 6.5 załącznika I do dyrektywy 2010/75/UE, jeżeli jest to objęte konkluzjami dotyczącymi BAT w sprawie rzeźni i sektorów przemysłu produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego (SA).
- Przetwarzanie obornika w gospodarstwie rolnym, jeżeli jest to objęte konkluzjami dotyczącymi BAT dla intensywnej hodowli drobiu lub świń (IRPP).
- Bezpośredni odzysk (tj. bez wstępnej obróbki) odpadów jako substytutu surowców w instalacjach prowadzących działalność objętą innymi konkluzjami dotyczącymi BAT, np.:
  - Bezpośredni odzysk ołowiu (np. z baterii), soli cynku lub aluminium lub odzysk metali z katalizatorów. Może to zostać uwzględnione w konkluzjach dotyczących BAT dla przemysłu metali nieżelaznych (NFM).
  - Przetwarzanie papieru do recyklingu. Może to zostać uwzględnione w konkluzjach dotyczących BAT w odniesieniu do produkcji masy papierniczej, papieru i tektury (PP).
  - Wykorzystanie odpadów jako paliwa/surowca w piecach cementowych. Może to zostać uwzględnione w konkluzjach dotyczących BAT dla produkcji cementu, wapna i tlenku magnezu (CLM).
- Spalanie i współspalanie odpadów, piroliza i zgazowanie. Może to zostać uwzględnione w konkluzjach dotyczących BAT dla spalania odpadów (WI) lub konkluzjach dotyczących BAT dla dużych obiektów energetycznego spalania (LCP).
- Magazynowanie odpadów. Jest to objęte dyrektywą 1999/31/WE w sprawie składowania odpadów. W szczególności dyrektywa 1999/31/WE obejmuje stałe i długoterminowe magazynowanie podziemne ( $\geq 1$  rok przed unieszkodliwieniem,  $\geq 3$  lata przed odzyskiem).
- Oczyszczanie zanieczyszczonej gleby *in situ* (tj. gleby niewydobytej).
- Obróbka żużli i popiołów dennych. Może to zostać uwzględnione w konkluzjach dotyczących BAT dla spalania odpadów (WI) i/lub konkluzjach dotyczących BAT dla dużych obiektów energetycznego spalania (LCP).
- Wytop złomu metali i materiałów zawierających metale. Może to zostać uwzględnione w konkluzjach dotyczących BAT dla przemysłu metali nieżelaznych (NFM), konkluzjach dotyczących BAT dla produkcji żelaza i stali (IS) i/lub konkluzjach dotyczących BAT dla przemysłu kuźniczego i odlewniczego (SF).
- Regeneracja zużytych kwasów i zasad, gdy jest to objęte konkluzjami BAT dla przetwarzania metali żelaznych.
- Spalanie paliw, gdy nie wytwarza się w nich gorących gazów, które mają bezpośredni kontakt z odpadami. Może to zostać uwzględnione w konkluzjach dotyczących BAT dla dużych obiektów energetycznego spalania (LCP) lub w dyrektywie 2015/2193/UE.

Inne konkluzje dotyczące BAT oraz dokumenty referencyjne, które mogłyby mieć znaczenie dla działalności objętej tymi konkluzjami, są następujące:

- Ekonomia oraz oddziaływanie na procesy i środowisko (ECM);

- Emisje pochodzące z magazynowania (EFS);
- Efektywność energetyczna (ENE);
- Monitorowanie emisji do atmosfery i wody z instalacji IED (ROM);
- Produkcja cementu, wapna i tlenku magnezu (CLM);
- Wspólne systemy oczyszczania ścieków i gazów odlotowych w sektorze chemicznym (CWW);
- Intensywna chów i hodowla drobiu lub świń (IRPP).

Niniejsze konkluzje dotyczące BAT mają zastosowanie bez uszczerbku dla odpowiednich przepisów prawodawstwa UE, np. hierarchii postępowania z odpadami.

## Definicje

Do celów niniejszych konkluzji dotyczących BAT stosuje się następujące **definicje**:

Użyty termin	Definicja
<b>Terminy ogólne</b>	
Emisje zorganizowane	Emisje zanieczyszczeń do środowiska poprzez dowolny przewód, rurę, komin itp. Obejmuje to również emisje z biofiltrów z otwarciami u góry.
Pomiar ciągły	Pomiar z wykorzystaniem "zautomatyzowanego systemu pomiarowego" zainstalowanego na stałe w zakładzie.
Poświadczenie czystości	Pisemny dokument dostarczony przez wytwórcę/posiadacza odpadów zaświadczający, że dane puste opakowania po odpadach (np. beczki, pojemniki) są czyste pod względem kryteriów ich przyjęcia.
Emisje rozproszone	Emisje inne niż emisje zorganizowane (np. pyłów, związków organicznych, odorów), które mogą pochodzić ze źródeł "obszarowych" (np. zbiorniki) lub źródeł "punktowych" (np. kołnierze do rur). Obejmuje również emisje z kompostowania na wolnym powietrzu.
Bezpośredni zrzut (odprowadzenie)	Odprowadzenie do zbiornika wodnego bez dalszego oczyszczania ścieków.
Wskaźnik emisji (współczynnik emisji)	Liczby, które można pomnożyć przez znane dane, takie jak dane dotyczące zakładu/procesu lub dane dotyczące przepustowości w celu oszacowania emisji.
Istniejący zespół urządzeń	Zespół urządzeń który nie jest nowo wybudowanym zakładem
Spalanie (gazu) w pochodniach	Wysokotemperaturowe utlenianie w celu spalania palnych związków gazów odlotowych z operacji przemysłowych z otwartym płomieniem. Spalanie na pochodniach jest stosowane przede wszystkim do spalania gazów palnych ze względów bezpieczeństwa lub w warunkach odbiegających od normalnych.
Popioły lotne	Cząsteczki z komory spalania lub powstałe w strumieniu gazów spalinowych, które są przenoszone w gazach spalinowych.
Emisje ulotne (niezorganizowane)	Emisje rozproszone z źródeł punktowych
Odpady niebezpieczne	Odpady określone jak niebezpieczne w art. 3 pkt 2 dyrektywy 2008/98/WE.
Pośredni zrzut (odprowadzenie)	Zrzut który nie jest zrzutem bezpośrednim
Odpady płynne ulegające biodegradacji	Odpady pochodzenia biologicznego o stosunkowo wysokiej zawartości wody (np. zawartość separatorów tłuszczu, osady organiczne, odpady gastronomiczne).
Poważna modernizacja zespołu urządzeń	Poważna zmiana w projekcie lub technologii zakładu z istotnymi dostosowaniami lub wymianami procesu i/lub technologii redukcji emisji oraz związanych z tym urządzeń.
Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne (MBT)	Przetwarzanie mieszanych odpadów stałych łączące obróbkę mechaniczną z obróbką biologiczną, taką jak przetwarzanie tlenowe lub beztlenowe.
Nowy zespół urządzeń	Zespół urządzeń, który po raz pierwszy uzyskał pozwolenie na terenie instalacji po opublikowaniu niniejszych konkluzji dotyczących BAT lub całkowita wymiana zespołu urządzeń po opublikowaniu niniejszych konkluzji dotyczących BAT.
Odpady z przetworzenia	Przetworzone odpady wychodzące z zakładu przetwarzania odpadów.
Odpad półpłynny	Szlam/osad, który nie jest płynny.
Pomiar okresowy	Pomiar w określonych odstępach czasu z wykorzystaniem metod manualnych lub zautomatyzowanych.
Odzysk	Odzysk zgodnie z definicją zawartą w art. 3 pkt 15 dyrektywy 2008/98/WE.
Powtórna rafinacja	Przetwarzanie oleju odpadowego w celu przekształcenia go w olej bazowy.
Regeneracja (odnowienie)	Obróbki i procesy zaprojektowane głównie w taki sposób, aby poddane obróbce materiały (np. zużyty węgiel aktywny lub zużyty rozpuszczalnik)

	nadawały się ponownie do podobnego zastosowania.
--	--------------------------------------------------

Obiekt wrażliwy	Obszar, który wymaga specjalnej ochrony, np.: - obszary mieszkalne; - obszary, na których prowadzona jest działalność człowieka (np. miejsca pracy w sąsiedztwie, szkoły, ośrodki opieki dziennej, tereny rekreacyjne, szpitale lub domy opieki).
Retencja powierzchniowa	Umieszczenie odpadów płynnych lub szlamów w dołach, stawach, lagunach itp.
Przetwarzanie odpadów kalorycznych	Obróbka zużytego drewna, zużytego oleju, zużytych tworzyw sztucznych, zużytych rozpuszczalników itp. w celu uzyskania paliwa lub umożliwienia lepszego odzysku jego wartości opałowej.
Lotny (wodoro)fluorowęglowodór (VFC)	Lotne (wodoro)fluorowęglowodory: LZO składające się z fluorowanych (wodoro)węgli, w szczególności chlorofluorowęglowodórów (CFC), wodorochlorofluorowęglowodórów (HCFC) i wodorofluorowęglowodórów (HFC).
Lotny węglowodór (VHC)	Lotne węglowodory: LZO składające się całkowicie z wodoru i węgla (np. etan, propan, izobutan, cyklopentan).
LZO	Lotny związek organiczny tak jak został zdefiniowany w art. 3 pkt 45 dyrektywy 2010/75/UE.
Posiadacz (właściciel) odpadów	Posiadacz odpadów tak jak to określono w art. 3 ust. 6 dyrektywy 2008/98/WE.
Odpady dostarczone do przetworzenia	Odpady przychodzące, które mają być przetwarzane w zakładzie przetwarzania odpadów.
Odpady płynne na bazie wody	Odpady składające się z cieczy wodnych, kwasów/zasad lub nadających się do pompowania osadów (np. emulsje, odpady kwasowe, wodne odpady morskie), które nie są odpadami ulegającymi biodegradacji w stanie ciekłym.
<b>Zanieczyszczenia/parametry</b>	
Adsorbowalne związki chloroorganiczne (AOX)	Adsorbowalne organicznie związane fluorowce, wyrażone jako Cl, obejmują adsorbowalny organicznie związany chlor, brom i jod.
Arsen	Arsen, wyrażony jako As, obejmuje wszystkie nieorganiczne i organiczne związki arsenu, rozpuszczone lub związane z cząstkami.
BZT	Biochemiczne zapotrzebowanie na tlen (biochemiczne zapotrzebowanie tlenu). Ilość tlenu potrzebna do biochemicznego utleniania substancji organicznych i/lub nieorganicznych w ciągu pięciu (BZT5) lub siedmiu (BZT7) dni.
Kadm	Kadm, wyrażony jako Cd, obejmuje wszystkie nieorganiczne i organiczne związki kadmu, rozpuszczone lub związane z cząsteczkami.
CFC	Chlorofluorowęglowodór: LZO składające się z węgla, chloru i fluoru.
Chrom	Chrom, wyrażony jako Cr, obejmuje wszystkie nieorganiczne i organiczne związki chromu, rozpuszczone lub związane z cząsteczkami.
CR6+ lub Cr(VI)	Sześciowartościowy chrom, wyrażony jako CR6+ lub Cr(VI), obejmuje wszystkie związki chromu, w których chrom znajduje się w stanie utlenienia +6.
ChZT	Chemiczne zapotrzebowanie na tlen (chemiczne zapotrzebowanie tlenu). Ilość tlenu potrzebna do całkowitego chemicznego utleniania materii organicznej do dwutlenku węgla. ChZT jest wskaźnikiem stężenia masowego związków organicznych.
Miedź	Miedź, wyrażona jako Cu, obejmuje wszystkie nieorganiczne i organiczne związki miedzi, rozpuszczone lub związane z cząstkami.
Cyjanek	Wolny cyjanek, wyrażony jako CN-.
Pył	Całkowita zawartość cząstek zawieszonych (w powietrzu).
HOI	Indeks oleju węglowodorowego. Suma związków możliwych do wyekstrahowania rozpuszczalnikiem węglowodorowym (w tym długołańcuchowe lub rozgałęzione węglowodory alifatyczne, alicykliczne, aromatyczne lub zastępowalne alkilami węglowodory aromatyczne).
HCl	Wszystkie nieorganiczne gazowe związki chloru, wyrażone jako HCl (kwas solny, kwas chlorowodorowy).
HF	Wszystkie nieorganiczne gazowe związki fluoru, wyrażone jako HF (kwas fluorowodorowy).
H <sub>2</sub> S	Siarczek wodoru (siarkowodor). Siarczek karbonylu i merkaptany nie są uwzględnione.
Ołów	Ołów, wyrażony jako Pb, obejmuje wszystkie nieorganiczne i organiczne związki ołowiu, rozpuszczone lub związane z cząstkami.
Rtęć	Rtęć, wyrażona jako Hg, obejmuje rtęć elementarną oraz wszystkie nieorganiczne i organiczne związki rtęci, gazowe, rozpuszczone lub związane z cząstkami.
NH <sub>3</sub>	Amoniak.
Nikiel	Nikiel, wyrażony jako Ni, obejmuje wszystkie nieorganiczne i organiczne związki niklu, rozpuszczone lub związane z cząstkami.
Stężenie odorów	Liczba europejskich jednostek odoru (ouE) w jednym metrze sześciennym w warunkach normalnych, mierzona za pomocą dynamicznej olfaktometrii zgodnie z normą EN 13725.

PCB	Polichlorowany bifenyl.
Dioksynopodobny PCB (dioksynopodobny polichlorowany bifenyl)	Polichlorowane bifenyle wymienione w rozporządzeniu Komisji (WE) nr 199/2006.
PCDD/F	Polichlorowane dibenzo-p-dioksyny i furany
PFOA	Kwas perfluorooktanowy
PFOS	Perfluorooktanosulfonian
Indeks fenolowy	Suma związków fenolowych wyrażona jako stężenie fenolu i zmierzona zgodnie z normą EN ISO 14402.
OWO	Ogólny węgiel organiczny (całkowity węgiel organiczny), wyrażony jako C (w wodzie), obejmuje wszystkie związki organiczne.
Azot ogólny	Azot ogólny, wyrażony jako N, obejmuje wolny amoniak i azot amonowy (NH <sub>4</sub> -N), azotynowy (NO <sub>2</sub> -N), azotanowy (NO <sub>3</sub> -N) i azot związany organicznie.
Fosfor ogólny	Fosfor ogólny, wyrażony jako P, obejmuje wszystkie nieorganiczne i organiczne związki fosforu, rozpuszczone lub związane z cząstkami
TSS	Zawiesina ogólna. Stężenie masowe wszystkich zawiesin (w wodzie), mierzone poprzez filtrację przez filtry z włókna szklanego oraz grawimetrię.
Całkowite LZO	Całkowita zawartość lotnych związków organicznych (całkowita zawartość LZO), wyrażona jako C (w powietrzu).
Cynk	Cynk, wyrażony jako Zn, obejmuje wszystkie nieorganiczne i organiczne związki cynku, rozpuszczone lub związane z cząstkami.

Do celów niniejszych konkluzji dotyczących BAT stosuje się następujące **akronimy**:

Akronim	Definicja
EMS	System zarządzania środowiskowego.
EoLV	Pojazd wycofany z eksploatacji (zgodnie z definicją zawartą w art. 2 ust. 2 dyrektywy 2000/53/WE).
HEPA	Wysokosprawny filtr powietrza (filtr HEPA).
DPPL	Duży pojemnik do przewozu luzem (zbiornik IBC, pojemnik do ładunków masowych, średniej wielkości)
LDAR	Wykrywanie nieszczelności i naprawa
LEV	Miejscowa wentylacja wyciągowa
TZO	Trwałe zanieczyszczenie organiczne (wymienione w rozporządzeniu (WE) nr 850/2004)
WEEE	Zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny (zdefiniowany w art. 3 ust. 1 dyrektywy 2012/19/UE)

## Uwagi ogólne

### Najlepsza Dostępna technika (BAT)

Techniki wymienione i opisane w niniejszych konkluzjach dotyczących BAT nie są ani nakazowe, ani wyczerpujące. Można stosować inne techniki, które zapewniają co najmniej równoważny poziom ochrony środowiska.

O ile nie stwierdzono inaczej, konkluzje dotyczące BAT mają ogólne zastosowanie.

### Poziomy emisji powiązane z najlepszymi dostępnymi technikami (BAT-AEL) dla emisji do atmosfery

O ile nie stwierdzono inaczej, poziomy emisji powiązane z najlepszymi dostępnymi technikami (BAT-AEL) dla emisji do atmosfery podane w niniejszych konkluzjach dotyczących BAT odnoszą się do stężeń (masa emitowanych substancji na objętość gazu odlotowego) w następujących warunkach standardowych: gaz suchy w temperaturze 273,15 K i pod ciśnieniem 101,3 kPa, bez poprawki na zawartość tlenu, oraz wyrażone w µg/Nm<sup>3</sup> lub mg/Nm<sup>3</sup>.

W przypadku okresów uśredniania BAT-AEL dla emisji do atmosfery stosuje się następujące definicje.

Rodzaj pomiaru	Okres uśredniania	Definicja
Ciągły	Średnia dobową (dzienna)	Średnia w okresie jednego dnia w oparciu o ważne średnie wartości godzinowe lub półgodzinne.
Okresowy	Średnia w okresie pobierania próbek	Średnia wartość trzech kolejnych pomiarów, z których każdy trwa co najmniej 30 minut. (1).

(<sup>1</sup>) Dla każdego parametru, w przypadku którego, ze względu na ograniczenia w pobieraniu próbek lub ograniczenia analityczne, 30-minutowy pomiar jest niewłaściwy, można zastosować bardziej odpowiedni okres pomiaru (np. dla stężenia odoru). W przypadku PCDD/F lub dioksynopodobnych PCB stosuje się jeden okres pobierania próbek wynoszący od 6 do 8 godzin.

W przypadku stosowania pomiarów ciągłych wartości BAT-AEL mogą być wyrażone jako średnie dzienne.

### **Poziomy emisji powiązane z najlepszymi dostępnymi technikami (BAT-AEL) dla emisji do wody**

O ile nie stwierdzono inaczej, poziomy emisji powiązane z najlepszymi dostępnymi technikami (BAT-AEL) dla emisji do wody podane w niniejszych konkluzjach dotyczących BAT odnoszą się do stężeń (masa emitowanych substancji na objętość wody), wyrażonych w  $\mu\text{g/l}$  lub  $\text{mg/l}$ .

O ile nie stwierdzono inaczej, okresy uśredniania związane z BAT-AEL odnoszą się do jednego z poniższych dwóch przypadków:

- w przypadku zrzutu ciągłego, średnie wartości dzienne, np. próbka zbiorcza z 24-godzinnego przepływu;
- w przypadku zrzutu partiami, średnie wartości w okresie uwalniania pobrane jako próbki złożone proporcjonalnie do przepływu lub, pod warunkiem że ścieki są odpowiednio wymieszane i jednorodne, próbka chwilowa pobrana przed zrzutem.

Można stosować próbki zbiorcze, proporcjonalne do czasu, pod warunkiem wykazania wystarczającej stabilności przepływu.

Wszystkie wartości BAT-AEL dla emisji do wody mają zastosowanie do punktu, w którym emisja opuszcza instalację.

### **Efektywność redukcji emisji**

Obliczenie średniej efektywności redukcji emisji, o której mowa w niniejszych konkluzjach dotyczących BAT (zob. tabela 6.1), nie obejmuje, w odniesieniu do ChZT i TOC, wstępnych etapów przetwarzania mających na celu oddzielenie masowej zawartości organicznej od odpadów płynnych na bazie wody, takich jak parowanie, rozbijanie emulsji lub rozdzielanie faz.

## 6.1 Ogólne konkluzje dotyczące BAT

### 6.1.1 Ogólna efektywność środowiskowa

**BAT 1. W celu poprawy ogólnej efektywności środowiskowej, BAT mają na celu wdrożenie i przestrzeganie systemu zarządzania środowiskowego (EMS), który zawiera wszystkie poniższe cechy:**

- I. zaangażowanie kierownictwa, w tym kierownictwa wyższego szczebla;
- II. zdefiniowanie przez kierownictwo polityki środowiskowej, która obejmuje ciągłą poprawę ekologiczności instalacji;
- III. planowanie i ustanawianie niezbędnych procedur, celów i zadań, w powiązaniu z planowaniem finansowym oraz inwestycjami;
- IV. wdrażanie procedur ze zwróceniem szczególnej uwagi na:
  - (a) strukturę i odpowiedzialność,
  - (b) rekrutację, szkolenia, świadomość i kompetencje,
  - (c) komunikację,
  - (d) zaangażowanie zatrudnionych,
  - (e) dokumentację,
  - (f) skuteczny proces kontroli,
  - (g) harmonogramy konserwacji,
  - (h) gotowość oraz odpowiednie reagowanie w sytuacjach kryzysowych,
  - (i) zapewnienie zgodności z prawodawstwem w zakresie ochrony środowiska;
- V. sprawdzanie rezultatów oraz podejmowanie działań naprawczych, ze zwróceniem szczególnej uwagi na:
  - (a) monitorowanie i pomiary (zob. również sprawozdanie JRC z monitorowania emisji do atmosfery i wody z instalacji IED - ROM),
  - (b) działania naprawcze i zapobiegawcze,
  - (c) prowadzenie dokumentacji,
  - (d) niezależny (tam, gdzie jest to możliwe) audyt wewnętrzny lub zewnętrzny w celu ustalenia, czy EMS jest zgodny z zaplanowanymi ustaleniami oraz czy został właściwie wdrożony i jest utrzymywany;
- VI. dokonywanie przez kierownictwo wyższego szczebla przeglądu EMS oraz jego ciągłej przydatności, adekwatności i skuteczności;
- VII. podążanie za rozwojem czystszych technologii;
- VIII. uwzględnienie wpływu na środowisko wynikającego z ostatecznej likwidacji zakładu już na etapie projektowania nowego zakładu oraz przez cały okres jego eksploatacji;
- IX. regularne stosowanie branżowej analizy porównawczej;
- X. zarządzanie strumieniem odpadów (zob. BAT 2);
- XI. wykaz strumieni ścieków i gazów odlotowych (patrz: BAT 3);
- XII. plan zarządzania pozostałościami (zob. opis w sekcji 6.6.5);
- XIII. plan zarządzania wypadkami (zob. opis w sekcji 6.6.5);
- XIV. plan zarządzania odorami (zob. BAT 12);
- XV. plan zarządzania hałasem i wibracjami (patrz: BAT 17).

#### **Zastosowanie**

Zakres (np. poziom szczegółowości) i charakter EMS (np. znormalizowany lub nie znormalizowany) będą zasadniczo związane z charakterem, skalą i złożonością instalacji oraz zakresem oddziaływań na środowisko, jakie może ona wywierać (określonych również przez rodzaj oraz ilość przetwarzanych odpadów).

**BAT 2. W celu poprawy ogólnej efektywności środowiskowej zakładu, BAT mają wykorzystywać wszystkie techniki podane poniżej.**

Technika		Opis
a.	Opracowanie i wdrożenie procedur charakteryzowania i wstępnej akceptacji odpadów.	Procedury te mają na celu zapewnienie technicznej (i prawnej) odpowiedniości operacji przetwarzania odpadów dla konkretnych odpadów przed ich przybyciem do zakładu. Obejmują one procedury zbierania informacji na temat wsadu odpadów i mogą obejmować pobieranie próbek i charakteryzowanie odpadów w celu uzyskania wystarczającej wiedzy na temat ich składu. Procedury wstępnej akceptacji odpadów opierają się na analizie ryzyka, uwzględniając na przykład niebezpieczne właściwości odpadów, ryzyko stwarzane przez odpady w zakresie bezpieczeństwa procesu, bezpieczeństwa pracy i wpływu na środowisko naturalne, jak również informacje dostarczone przez poprzedniego posiadacza lub poprzednich posiadaczy odpadów.
b.	Opracowanie i wdrożenie procedur przyjmowania odpadów.	Procedury przyjęcia mają na celu potwierdzenie właściwości odpadów, zidentyfikowanych na etapie wstępnej akceptacji. Procedury te określają elementy, które należy zweryfikować po przybyciu odpadów do zakładu, jak również kryteria przyjęcia i odrzucenia odpadów. Mogą one obejmować pobieranie próbek odpadów, kontrolę i analizę. Procedury przyjmowania odpadów opierają się na analizie ryzyka, uwzględniając na przykład niebezpieczne właściwości odpadów, ryzyko stwarzane przez odpady w zakresie bezpieczeństwa procesu, bezpieczeństwa pracy i wpływu na środowisko naturalne, jak również informacje dostarczone przez poprzedniego posiadacza lub poprzednich posiadaczy odpadów.
c.	Stworzenie i wdrożenie systemu śledzenia odpadów oraz ich inwentaryzacji.	System śledzenia odpadów i ich inwentaryzacji ma na celu śledzenie lokalizacji i ilości odpadów w zakładzie. Przechowuje on wszystkie informacje wygenerowane podczas procedur przyjmowania odpadów (np. datę przybycia do zakładu i niepowtarzalny numer referencyjny odpadów, informacje dotyczące poprzedniego(-ich) posiadacza(-y) odpadów, wyniki analizy wstępnej akceptacji i przyjęcia, planowaną metodę przetwarzania, charakter i ilość odpadów przechowywanych na terenie zakładu, w tym wszystkie zidentyfikowane zagrożenia), przyjęcie, magazynowanie, przetwarzanie i/lub przekazanie poza teren zakładu. System śledzenia odpadów opiera się na analizie ryzyka, uwzględniając na przykład niebezpieczne właściwości odpadów, zagrożenia stwarzane przez odpady pod względem bezpieczeństwa procesu, bezpieczeństwa pracy i wpływu na środowisko naturalne, a także informacje dostarczone przez poprzedniego posiadacza lub poprzednich posiadaczy odpadów.
d.	Stworzenie i wdrożenie systemu zarządzania jakością produkcji	Technika ta obejmuje ustanowienie i wdrożenie systemu zarządzania jakością produkcji, tak aby zagwarantować, że wydajność przetwarzania odpadów będzie zgodna z oczekiwaniami, wykorzystując na przykład istniejące normy EN. Ten system zarządzania umożliwi również monitorowanie i optymalizację wydajności przetwarzania odpadów i w tym celu może obejmować analizę przepływu materiałów w odniesieniu do odpowiednich komponentów w trakcie przetwarzania odpadów. Zastosowanie analizy przepływu materiałów opiera się na analizie ryzyka, uwzględniając na przykład niebezpieczne właściwości odpadów, ryzyko stwarzane przez odpady pod względem bezpieczeństwa procesu, bezpieczeństwa pracy i wpływu na środowisko naturalne, jak również informacje dostarczone przez poprzedniego posiadacza lub poprzednich posiadaczy odpadów.
e.	Dopilnowanie segregacji odpadów	Odpady są segregowane w zależności od ich właściwości, aby umożliwić łatwiejsze i bezpieczniejsze dla środowiska magazynowanie oraz przetwarzanie. Segregacja odpadów opiera się na fizycznej segregacji odpadów oraz na procedurach, które określają, kiedy i gdzie odpady są magazynowane.
f.	Zapewnienie kompatybilności odpadów przed ich mieszaniem lub łączeniem	Zgodność (kompatybilność) zapewnia zestaw środków i testów weryfikacyjnych w celu wykrycia wszelkich niepożądanych i/lub potencjalnie niebezpiecznych reakcji chemicznych pomiędzy odpadami (np. polimeryzacja, wydzielanie się gazu, reakcja egzotermiczna, dekompozycja, krystalizacja, strącanie) podczas mieszania, łączenia lub przeprowadzania innych operacji przetwarzania. Testy zgodności opierają się na analizie ryzyka, uwzględniając na przykład niebezpieczne właściwości odpadów, ryzyko stwarzane przez odpady pod względem bezpieczeństwa procesu, bezpieczeństwa pracy i wpływu na środowisko naturalne, jak również informacje dostarczone przez poprzedniego posiadacza lub poprzednich posiadaczy odpadów.
g.	Sortowanie przychodzących odpadów stałych	Sortowanie przychodzących odpadów stałych (1) ma na celu zapobieganie przedostawaniu się niepożądanego materiału do kolejnych procesów ich przetwarzania. Może obejmować: <ul style="list-style-type: none"> <li>• separację manualną wzrokową;</li> <li>• separację metali żelaznych, metali nieżelaznych lub wszystkich metali;</li> <li>• separację optyczną, np. za pomocą spektroskopii w bliskiej podczerwieni lub systemów rentgenowskich;</li> <li>• separację densymetryczną, np. poprzez separację powietrzną, w separatorach flotacyjno-sedymentacyjnych, stosując stoły wibracyjne;</li> <li>• separacja według wielkości poprzez przesiewanie.</li> </ul>

(1) Techniki sortowania opisano w sekcji 6.6.4.



**BAT 3. Celem wspierania redukcji emisji do wody i atmosfery, BAT mają na celu ustanowienie i prowadzenie inwentaryzacji ścieków i strumieni gazów odlotowych, jako części systemu zarządzania środowiskowego (zob. BAT 1), które obejmuje wszystkie poniższe cechy:**

- (i) informacje na temat właściwości odpadów, które mają być przetwarzane, oraz procesów ich przetwarzania, w tym:
  - (a) uproszczone arkusze przepływu procesów, które pokazują pochodzenie emisji;
  - (b) opisy technik zintegrowanych z procesem oraz przetwarzania ścieków/gazów odlotowych u źródła, w tym ich wydajności;
- (ii) informacje o charakterystyce strumieni ścieków, takie jak:
  - (a) wartości średnie oraz zmienność przepływu, pH, temperaturę i konduktywność;
  - (b) średnie wartości stężenia i obciążenia konkretnymi substancjami oraz ich zmienność (np. ChZT/OWO, azot, fosfor, metale, substancje priorytetowe / mikrozanieczyszczenia);
  - (c) dane dotyczące możliwości eliminacji biologicznej (np. BZT, stosunek BZT do ChZT, test Zahna-Wellensa, potencjał hamowania biologicznego (np. hamowanie osadu czynnego)) (zob. BAT 52);
- (iii) informacje o charakterystyce strumieni gazów odlotowych, takie jak:
  - (a) wartości średnie oraz zmienność przepływu i temperatury;
  - (b) średnie wartości stężenia i obciążenia konkretnymi substancjami oraz ich zmienność (np. związki organiczne, TZO, takie jak PCB);
  - (c) palność, niższe i wyższe limity wybuchowości, reaktywność;
  - (d) obecność innych substancji, które mogą mieć wpływ na system oczyszczania gazów odlotowych lub bezpieczeństwo zakładu (np. tlen, azot, para wodna, pył).

**Zastosowanie**

Zakres (np. poziom szczegółowości) i charakter inwentaryzacji będą zasadniczo związane z charakterem, skalą i złożonością instalacji oraz zakresem oddziaływań na środowisko, jakie może ona wywierać (określonych również przez rodzaj i ilość przetwarzanych odpadów).

**BAT 4. W celu zmniejszenia ryzyka dla środowiska naturalnego związanego z przechowywaniem odpadów, BAT mają wykorzystywać wszystkie wymienione poniżej techniki.**

Technika		Opis	Zastosowanie
a.	Zoptymalizowane miejsce przechowywania	Obejmuje techniki takie jak: <ul style="list-style-type: none"> <li>• lokalizowanie magazynów, o ile jest to technicznie i ekonomicznie możliwe, z dala od wrażliwych receptorów, cieków wodnych itp.;</li> <li>• lokalizowanie składowisk w taki sposób, aby wyeliminować lub zminimalizować zbędne postępowanie z odpadami w obrębie zakładu (np. te same odpady będą przetwarzane dwukrotnie lub częściej lub trasy transportu odpadów na terenie zakładu są zbyt długie).</li> </ul>	Ma zastosowanie szczególnie w przypadku nowo budowanych zakładów
b.	Odpowiednia pojemność magazynowa	Podejmowane są środki mające na celu uniknięcie gromadzenia się odpadów, takie jak: <ul style="list-style-type: none"> <li>• maksymalna pojemność magazynowania odpadów jest wyraźnie określona i nie może być przekraczana, biorąc pod uwagę charakterystykę odpadów (np. w odniesieniu do ryzyka pożaru) oraz wydajność przetwarzania;</li> <li>• ilość magazynowanych odpadów jest regularnie monitorowana pod względem maksymalnej dozwolonej ilości.</li> <li>• maksymalny czas przebywania odpadów jest wyraźnie określony.</li> </ul>	Ma ogólne zastosowanie.
c.	Bezpieczne przechowywanie	Obejmuje środki takie jak: <ul style="list-style-type: none"> <li>• sprzęt używany do załadunku, rozładunku i magazynowania odpadów jest wyraźnie udokumentowany i oznakowany;</li> <li>• odpady, o których wiadomo, że są wrażliwe na ciepło, światło, powietrze, wodę itp. są chronione przed takimi warunkami otoczenia;</li> <li>• pojemniki i beczki są odpowiednie do wyznaczonych im celów oraz bezpiecznie przechowywane.</li> </ul>	
d.	Oddzielna strefa do przechowywania i obchodzenia się z opakowanymi odpadami niebezpiecznymi.	W stosownych przypadkach do przechowywania i postępowania z opakowanymi odpadami niebezpiecznymi wykorzystywana jest specjalna strefa.	

**BAT 5. W celu zmniejszenia ryzyka środowiskowego związanego z obchodzeniem się z odpadami oraz ich przemieszczaniem, BAT mają na celu ustanowienie i wdrożenie procedur postępowania z odpadami i ich transportu.**

#### Opis

Procedury obchodzenia się z odpadami i ich transferu mają na celu zapewnienie bezpiecznego postępowania z odpadami i przekazywania ich na odpowiednie składowisko lub do odpowiedniego przetwarzania. Obejmują one następujące elementy:

- postępowanie z odpadami i ich przemieszczanie odbywa się za pośrednictwem kompetentnego personelu;
- postępowanie z odpadami i ich przemieszczanie są należycie udokumentowane, zatwierdzone przed wykonaniem i zweryfikowane po wykonaniu;
- podejmowane są środki mające na celu zapobieganie, wykrywanie i łagodzenie skutków wycieków;
- Podczas mieszania lub łączenia odpadów (np. odkurzanie odpadów pylistych/proszkowych) podejmowane są środki ostrożności w zakresie planowania oraz wykonania.

Procedury obsługi i transferu są oparte na ocenie ryzyka z uwzględnieniem prawdopodobieństwa wystąpienia wypadków i incydentów oraz ich wpływu na środowisko naturalne.

### 6.1.2 Monitorowanie

**BAT 6.** W odniesieniu do odpowiednich emisji do wody, określonych w wykazie strumieni ścieków (zob. BAT 3), BAT mają na celu monitorowanie kluczowych parametrów procesu (np. przepływu ścieków, pH, temperatury, konduktywności, BZT) w kluczowych miejscach (np. na wlocie i/lub wylocie oczyszczania wstępnego, na wlocie do końcowego oczyszczania, w punkcie, w którym emisja opuszcza instalację).

**BAT 7.** BAT mają na celu monitorowanie emisji do wody z częstotliwością co najmniej podaną poniżej i zgodnie z normami EN. Jeżeli normy EN nie są dostępne, BAT mają wykorzystywać normy ISO, normy krajowe lub inne normy międzynarodowe, które zapewniają dostarczanie danych o równoważnej jakości technicznej.

Substancja/parametr	Standard/norma	Proces przetwarzania odpadów	Minimalna częstotliwość monitorowania <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>	Monitorowanie związane z
Adsorbowalne związki chloroorganiczne (AOX) <sup>(3)</sup> <sup>(4)</sup>	EN ISO 9562	Oczyszczanie odpadów płynnych na bazie wody	Raz dziennie	BAT 20
Benzen, toluen, etylobenzen, ksylen (BTEX) <sup>(3)</sup> <sup>(4)</sup>	EN ISO 15680	Oczyszczanie odpadów płynnych na bazie wody	Raz na miesiąc	
chemiczne zapotrzebowanie na tlen (ChZT) <sup>(5)</sup> <sup>(6)</sup>	Brak dostępnych norm EN	Wszystkie rodzaje przetwarzania z wyjątkiem oczyszczania odpadów płynnych na bazie wody	Raz na miesiąc	
		Oczyszczanie odpadów płynnych na bazie wody	Raz dziennie	
Wolny cyjanek (CN <sup>-</sup> ) <sup>(3)</sup> <sup>(4)</sup>	Dostępne są różne normy EN (np. EN ISO 14403-1 oraz -2)	Oczyszczanie odpadów płynnych na bazie wody	Raz dziennie	

Indeks oleju węglowodorowego (HOI) <sup>(4)</sup>	EN ISO 9377-2	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Raz na miesiąc
		Przetwarzanie WEEE zawierającego VFC i/lub VHC	
		Powtórna rafinacja zużytych olejów	
		Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej	
		Mycie wodą wydobytej zanieczyszczonej gleby.	
		Oczyszczanie odpadów płynnych na bazie wody	Raz dziennie
Arsen (As), Kadm (Cd), Chrom (Cr), Miedź (Cu), Nikiel (Ni), Ołów (Pb), Cynk (Zn) <sup>(3)</sup> <sup>(4)</sup>	Dostępne są różne normy EN (np. EN ISO 11885, EN ISO 17294-2, EN ISO 15586)	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Raz na miesiąc
		Przetwarzanie WEEE zawierającego VFC i/lub VHC	
		Mechaniczno-biologiczne przetwarzanie odpadów	
		Powtórna rafinacja zużytych olejów	
		Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej	
		Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych	
		Regeneracja zużytych rozpuszczalników	
		Mycie wodą wydobytej zanieczyszczonej gleby.	
		Oczyszczanie odpadów płynnych na bazie wody	Raz dziennie
Mangan (Mn) <sup>(3)</sup> <sup>(4)</sup>		Oczyszczanie odpadów płynnych na bazie wody	Raz dziennie
Cr6+ (Cr(VI)) <sup>(3)</sup> <sup>(4)</sup>	Dostępne są różne normy EN (np. EN ISO 10304-3, EN ISO 23913)	Oczyszczanie odpadów płynnych na bazie wody	Raz dziennie
Rtęć (Hg) <sup>(3)</sup> <sup>(4)</sup>	Dostępne są różne normy EN (np. EN ISO 17852, EN ISO 12846)	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Raz na miesiąc
		Przetwarzanie WEEE zawierającego VFC i/lub VHC	

		Mechaniczno-biologiczne przetwarzanie odpadów	
		Powtórna rafinacja zużytych olejów	
		Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej	
		Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych	
		Regeneracja zużytych rozpuszczalników	
		Mycie wodą wydobytej zanieczyszczonej gleby.	
		Oczyszczanie odpadów płynnych na bazie wody	Raz dziennie
PFOA <sup>(3)</sup>	Brak dostępnych norm EN	Wszystkie rodzaje przetwarzania odpadów	Raz na 6 miesięcy
PFOS <sup>(3)</sup>			
Wskaźnik fenolu <sup>(6)</sup>	EN ISO 14402	Powtórna rafinacja zużytych olejów	Raz na miesiąc
		Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej	
		Oczyszczanie odpadów płynnych na bazie wody	Raz dziennie
Azot ogólny <sup>(6)</sup>	EN 12260, EN ISO 11905-1	Biologiczne przetwarzanie odpadów	Raz na miesiąc
		Powtórna rafinacja zużytych olejów	
		Oczyszczanie odpadów płynnych na bazie wody	Raz dziennie
Ogólny węgiel organiczny (OWO) <sup>(5)</sup> <sup>(6)</sup>	EN 1484	Wszystkie rodzaje przetwarzania z wyjątkiem oczyszczania odpadów płynnych na bazie wody	Raz na miesiąc
		Oczyszczanie odpadów płynnych na bazie wody	Raz dziennie
Fosfor ogólny <sup>(6)</sup>	Dostępne są różne normy EN (np. EN ISO 15681-1 oraz -2, EN ISO 6878, EN ISO 11885)	Biologiczne przetwarzanie odpadów	Raz na miesiąc
		Oczyszczanie odpadów płynnych na bazie wody	Raz dziennie
Zawiesina ogólna (TSS) <sup>(6)</sup>	EN 872	Wszystkie rodzaje przetwarzania z wyjątkiem oczyszczania odpadów płynnych na bazie wody	Raz na miesiąc
		Oczyszczanie odpadów płynnych na bazie wody	Raz dziennie

- (1) Częstotliwości monitorowania mogą zostać zmniejszone, jeżeli zostanie udowodnione, że poziomy emisji są wystarczająco stabilne.
- (2) W przypadku zrzutów partiami rzadziej niż minimalna częstotliwość monitorowania, monitorowanie przeprowadza się raz na każde odprowadzenie.
- (3) Monitorowanie ma zastosowanie wyłącznie w przypadku, gdy dana substancja została zidentyfikowana jako istotna w wykazie ścieków, o którym mowa w BAT 3.
- (4) W przypadku pośredniego zrzutu do wód przyjmujących, częstotliwość monitorowania może zostać zmniejszona, jeżeli oczyszczalnia ścieków znajdująca się dalej w łańcuchu przetwarzania zmniejszy ilość danych zanieczyszczeń.
- (5) OWO jest wariantem preferowanym, ponieważ jego monitorowanie nie opiera się na wykorzystaniu bardzo toksycznych związków chemicznych.
- (6) Monitorowanie stosuje się wyłącznie w przypadku bezpośredniego zrzutu do wód przyjmujących.

**BAT 8.** BAT mają na celu monitorowanie emisji zorganizowanych do atmosfery z częstotliwością co najmniej podaną poniżej i zgodnie z normami EN. Jeżeli normy EN nie są dostępne, BAT mają wykorzystywać normy ISO, normy krajowe lub inne normy międzynarodowe, które zapewniają dostarczanie danych o równoważnej jakości technicznej.

Substancja / parametr	Standard / norma	Proces przetwarzania odpadów	Minimalna częstotliwość monitorowania <sup>(1)</sup>	Monitorowanie związane z
Bromowane środki zmniejszające palność <sup>(2)</sup>	Brak dostępnych norm EN	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Raz na rok	BAT 25
CFC	Brak dostępnych norm EN	Przetwarzanie WEEE zawierającego VFC i/lub VHC	Raz na 6 miesięcy	BAT 29
Dioksynopodobne PCB	EN 1948-1, -2, oraz -4 <sup>(3)</sup>	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych <sup>(2)</sup>	Raz na rok	BAT 25
		Dekontaminacja urządzeń zawierających PCB	Raz na 3 miesiące	BAT 51
Pył	EN 13284-1	Mechaniczne przetwarzanie odpadów	Raz na 6 miesięcy	BAT 25
		Mechaniczno-biologiczne przetwarzanie odpadów		BAT 34
		Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych		BAT 41
		Termiczna obróbka zużytego węgla aktywnego, zużytych katalizatorów i wydobytej zanieczyszczonej gleby		
		Mycie wodą wydobytej zanieczyszczonej gleby.		BAT 50
HCl	EN 1911	Termiczna obróbka zużytego węgla aktywnego, zużytych katalizatorów i wydobytej zanieczyszczonej gleby <sup>(2)</sup>	Raz na 6 miesięcy	BAT 49
		Oczyszczanie odpadów płynnych na bazie wody <sup>(2)</sup>		BAT 53
HF	Brak dostępnych norm EN	Termiczna obróbka zużytego węgla aktywnego, zużytych katalizatorów i wydobytej zanieczyszczonej gleby <sup>(2)</sup>	Raz na 6 miesięcy	BAT 49
Hg	EN 13211	Przetwarzanie WEEE zawierającego rtęć	Raz na 3 miesiące	BAT 32
H <sub>2</sub> S	Brak dostępnych norm EN	Biologiczne przetwarzanie odpadów <sup>(4)</sup>	Raz na 6 miesięcy	BAT 34
Metale i metaloidy, z wyjątkiem rtęci (np. As, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Tl, V) <sup>(2)</sup>	EN 14385	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Raz na rok	BAT 25

NH <sub>3</sub>	Brak	Biologiczne przetwarzanie odpadów	Raz na 6	BAT 34
-----------------	------	-----------------------------------	----------	--------

	dostępnych norm EN	( <sup>4</sup> )	miesiące		
		Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych	Raz na 6 miesięcy	BAT 41	
		Oczyszczanie odpadów płynnych na bazie wody ( <sup>2</sup> )		BAT 53	
Stężenie (koncentracja) odoru	EN 13725	Biologiczne przetwarzanie odpadów ( <sup>5</sup> )	Raz na 6 miesięcy	BAT 34	
PCDD/F ( <sup>2</sup> )	EN 1948-1, -2 oraz -3 ( <sup>3</sup> )	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Raz na rok	BAT 25	
Całkowite LZO	EN 12619	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych	Raz na 6 miesięcy	BAT 25	
		Przetwarzanie WEEE zawierającego VFC i/lub VHC	Raz na 6 miesięcy	BAT 29	
		Przetwarzanie mechaniczne odpadów o wartości opałowej ( <sup>2</sup> )	Raz na 6 miesięcy	BAT 31	
		Mechaniczno-biologiczne przetwarzanie odpadów	Raz na 6 miesięcy	BAT 34	
		Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych ( <sup>2</sup> )	Raz na 6 miesięcy	BAT 41	
		Powtórna rafinacja zużytego oleju		BAT 44	
		Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej		BAT 45	
		Regeneracja zużytych rozpuszczalników		BAT 47	
		Termiczna obróbka zużytego węgla aktywnego, zużytych katalizatorów i wydobytej zanieczyszczonej gleby		BAT 49	
		Mycie wodą wydobytej zanieczyszczonej gleby.		BAT 50	
		Oczyszczanie odpadów płynnych na bazie wody ( <sup>2</sup> )		BAT 53	
		Dekontaminacja urządzeń zawierających PCB ( <sup>6</sup> )		Raz na 3 miesiące	BAT 51
<p>(1) Częstotliwości monitorowania mogą zostać zmniejszone, jeżeli zostanie udowodnione, że poziomy emisji są wystarczająco stabilne.</p> <p>(2) Monitorowanie ma zastosowanie wyłącznie w przypadku, gdy daną substancję zidentyfikowano jako istotną w strumieniu gazów odlotowych na podstawie wykazu, o którym mowa w BAT 3.</p> <p>(3) Zamiast normy EN 1948-1, pobieranie próbek może być również przeprowadzane zgodnie z CEN/TS 1948-5.</p> <p>(4) Zamiennie można monitorować stężenie odoru.</p> <p>(5) Monitorowanie NH<sub>3</sub> i H<sub>2</sub>S może być stosowane jako alternatywa dla monitorowania stężenia odoru.</p> <p>(6) Monitorowanie ma zastosowanie tylko wtedy, gdy rozpuszczalnik jest używany do czyszczenia skażonego sprzętu.</p>					

**BAT 9. BAT mają na celu monitorowanie emisji rozproszonych związków organicznych do atmosfery z regeneracji zużytych rozpuszczalników, odkażania urządzeń zawierających TZO rozpuszczalnikami oraz fizyczno-chemicznej obróbki rozpuszczalników w celu odzyskania ich wartości opałowej, co najmniej raz w roku przy użyciu jednej z poniższych technik lub ich kombinacji.**

	Technika	Opis
a	Pomiar	Metody detekcji LZO, optyczne obrazowanie gazów, przepuszczalność promieniowania słonecznego lub absorpcja różnicowa. Zob. opisy w sekcji 6.6.2.
b	Współczynniki emisji	Obliczanie emisji w oparciu o wskaźniki emisji, okresowo zatwierdzone (np. raz na dwa lata) za pomocą pomiarów.
c	Bilans masy	Obliczanie emisji rozproszonych przy użyciu bilansu masy z uwzględnieniem wsadu rozpuszczalnika, emisji zorganizowanych do atmosfery, emisji do wody, rozpuszczalnika na wyjściu z procesu oraz pozostałości z procesu (np. destylacji).

**BAT 10. BAT mają na celu okresowe monitorowanie emisji odorów.**

**Opis**

Emisja odorów może być monitorowana przy użyciu:

- Norm EN (np. dynamiczna olfaktometria zgodnie z EN 13725 w celu określenia stężenia odoru lub EN 16841-1 lub -2 w celu określenia narażenia na działanie odoru);
- metod alternatywnych, dla których nie są dostępne normy EN (np. szacowanie wpływu odoru), normy ISO, normy krajowe lub inne normy międzynarodowe, które zapewniają dostarczanie danych o równoważnej jakości technicznej.

Częstotliwość monitorowania jest określona w planie zarządzania odorem (patrz: BAT 12).

**Zastosowanie**

Zastosowanie jest ograniczone do przypadków, w których uciążliwość odoru w przypadku wrażliwych receptorów jest spodziewana i/lub została uzasadniona.

**BAT 11. BAT mają na celu monitorowanie rocznego zużycia wody, energii i surowców, jak również rocznego wytwarzania pozostałości i ścieków, z częstotliwością co najmniej raz w roku.**

**Opis**

Monitorowanie obejmuje pomiary bezpośrednie, obliczenia lub rejestrację, np. z wykorzystaniem odpowiednich mierników lub faktur. Monitorowanie jest ustalane na najbardziej odpowiednim poziomie (np. na poziomie procesu lub zakładu/instalacji) i uwzględnia wszelkie istotne zmiany w zakładzie/instalacji.

**6.1.3 Emisje do atmosfery**

**BAT 12. W celu zapobiegania lub, w przypadku gdy nie jest to wykonalne, ograniczenia emisji odorów, BAT polega na ustanowieniu, wdrożeniu i regularnym przeglądzie planu zarządzania odorem, jako części systemu zarządzania środowiskowego (zob. BAT 1), który obejmuje wszystkie poniższe elementy:**

- protokół zawierający działania i ich harmonogramy;
- protokół prowadzenia monitorowania odorów zgodnie z BAT 10;
- protokół reagowania na zidentyfikowane incydenty związane z odorami, np. skargi;
- program zapobiegania powstawaniu odorów i ograniczania ich ilości, mający na celu identyfikację źródła (źródeł), scharakteryzowanie udziału tych źródeł oraz wdrożenie środków zapobiegawczych i/lub redukcyjnych.

**Zastosowanie**

Zastosowanie jest ograniczone do przypadków, w których uciążliwość odoru w przypadku wrażliwych receptorów jest spodziewana i/lub została uzasadniona.

**BAT 13. W celu zapobiegania lub, w przypadku gdy nie jest to wykonalne, ograniczenia emisji odorów, w ramach BAT należy stosować jedną z poniższych technik lub ich kombinacji.**



	Technika	Opis	Zastosowanie
a.	Minimalizacja czasu narażenia	Minimalizacja czasu narażenia na (potencjalnie) uciążliwe odpady w magazynach lub systemach obsługi (np. rury, zbiorniki, pojemniki), w szczególności w warunkach beztlenowych. W stosownych przypadkach wprowadza się odpowiednie przepisy dotyczące przyjmowania sezonowych szczytowych ilości odpadów	Dotyczy tylko systemów otwartych
b.	Stosowanie obróbki chemicznej	Stosowanie środków chemicznych do niszczenia lub ograniczania powstawania związków wydzielających odory (np. do utleniania lub strącania siarkowodoru).	Nie dotyczy, jeśli może to utrudnić uzyskanie pożądanej jakości produktu wyjściowego.
c.	Optymalizacja obróbki tlenowej	W przypadku tlenowego przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody może obejmować: - stosowanie czystego tlenu; - usuwanie szumowin w zbiornikach; - częste konserwacje systemu napowietrzania. W przypadku tlenowego oczyszczania odpadów innych niż odpady płynne na bazie wody, zob. BAT 36.	Ogólnie dostępna

**BAT 14. W celu zapobiegania lub, w przypadku gdy jest to niewykonalne, ograniczenia emisji rozproszonych do atmosfery, w szczególności pyłów, związków organicznych i odorów, w ramach BAT należy stosować odpowiednią kombinację poniższych technik.**

W zależności od ryzyka stwarzanego przez odpady w zakresie emisji rozproszonych do atmosfery, BAT 14d ma szczególne znaczenie.

Technika		Opis	Zastosowanie
a.	Minimalizacja liczby potencjalnych źródeł emisji rozproszonych	Obejmuje techniki takie jak: - odpowiednie zaprojektowanie układu rurociągów (np. minimalizacja długości przebiegu rur, zmniejszenie liczby kołnierzy i zaworów, zastosowanie złązek i rur spawanych); - preferowanie zastosowania przenoszenia siłą ciężkości zamiast stosowania pomp; - ograniczenie wysokości zrzutu materiału; - ograniczenie prędkości ruchu drogowego; - wiatrolapy.	Ogólnie dostępna
b.	Wybór i stosowanie urządzeń o wysokiej integralności	Obejmuje techniki takie jak: - zawory z podwójnym uszczelnieniem lub równie wydajnym wyposażeniem; - uszczelki o wysokiej integralności (takie jak uszczelki spiralne lub pierścieniowe) do zastosowań krytycznych; - pompy/sprężarki/mieszadła wyposażone w uszczelnienia mechaniczne; - pompy/sprężarki/mieszadła z napędem magnetycznym; - odpowiednie przyłącza serwisowe do węży, szczypce do przebijania, głowice do wiertarek, np. podczas odgazowywania WEEE zawierającego VFC i/lub VHC.	Stosowanie może być ograniczone w przypadku istniejących obiektów ze względu na wymogi operacyjne.
c.	Zapobieganie korozji	Obejmuje techniki takie, jak: - odpowiedni dobór materiałów budowlanych; - wyłożenie lub powlekanie urządzeń i malowanie rur środkami przeciw korozji.	Ogólnie dostępna
d.	Ograniczanie, zbieranie i przetwarzanie emisji rozproszonych	Obejmuje techniki takie jak: - magazynowanie, przetwarzanie i postępowanie z odpadami i materiałami, które mogą powodować emisje rozproszone w zamkniętych budynkach i/lub zamkniętym sprzęcie (np. zabudowane przenośniki taśmowe); - utrzymywanie zamkniętych urządzeń lub budynków pod odpowiednim ciśnieniem; - zbieranie i kierowanie emisji do odpowiedniego systemu redukcji emisji (zob. sekcja 6.6.1) poprzez system ekstrakcji powietrza i/lub systemy odsysania powietrza znajdujące się w pobliżu źródeł emisji.	Stosowanie zamkniętego sprzętu lub budynków może być ograniczone względami bezpieczeństwa, takimi jak ryzyko wybuchu lub wyczerpania tlenu. Stosowanie zamkniętego sprzętu lub budynków może również ograniczać ilość wsadu odpadów do przetworzenia/magazynowania.
e.	Tłumienie	Tłumienie potencjalnych źródeł emisji rozproszonych pyłów (np. magazynowanie odpadów, obszary komunikacyjne i procesy otwartego przeładunku) wodą lub mgłą wodną.	Ogólnie dostępna
f.	Konserwacja	Obejmuje techniki takie jak: - zapewnienie dostępu do potencjalnie nieszczelnych urządzeń; - regularne kontrolowanie wyposażenia ochronnego, takiego jak kurtyny lamelarne, drzwi szybkiego działania.	Ogólnie dostępna
g.	Czyszczenie obszarów przetwarzania i magazynowania odpadów	Obejmuje techniki takie jak regularne czyszczenie całego obszaru przetwarzania odpadów (hale, obszary komunikacyjne, obszary magazynowania itp.), przenośników taśmowych, urządzeń i pojemników.	Ogólnie dostępna
h.	Program wykrywania i naprawy nieszczelności	Patrz sekcja 6.6.2. W przypadku gdy spodziewane są emisje związków organicznych, program LDAR jest ustanawiany i wdrażany z zastosowaniem podejścia	Ogólnie dostępna

(LDAR)	opartego na analizie ryzyka, uwzględniającego w szczególności projekt zakładu oraz ilość i charakter danych związków organicznych.	
--------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

**BAT 15. BAT mają na celu stosowanie spalania wyłącznie ze względów bezpieczeństwa lub w przypadku odbiegających od normalnych warunków pracy (np. rozruchy, wyłączenia) przy użyciu obu poniższych technik.**

	Technika	Opis	Zastosowanie
a.	Poprawne zaprojektowanie zakładu	Obejmuje to między innymi zapewnienie systemu odzysku gazu o wystarczającej wydajności oraz zastosowanie zaworów nadmiarowych o wysokiej integralności.	Ogólnie rzecz biorąc, ma zastosowanie do nowych zakładów. System odzysku gazu w istniejących zakładach może zostać zmodernizowany.
b.	Zarządzanie zakładem	Obejmuje to zbilansowanie systemu gazowego oraz zastosowanie zaawansowanego sterowania procesem.	Ogólnie dostępna.

**BAT 16. W celu ograniczenia emisji do atmosfery z pochodni, gdy nie da się uniknąć spalania, w ramach BAT należy stosować obie poniższe techniki.**

	Technika	Opis	Zastosowanie
a.	Prawidłowe zaprojektowanie pochodni	Optymalizacja wysokości i ciśnienia, wspomaganie przez parę, powietrze lub gaz, rodzaj końcówek pochodni itp. w celu umożliwienia bezdymnej i niezawodnej pracy oraz zapewnienia efektywnego spalania nadmiaru gazów.	Ogólnie rzecz biorąc, ma zastosowanie do nowych pochodni. W istniejących zakładach zastosowanie może być ograniczone, np. ze względu na dostępność czasu na konserwację.
b.	Monitorowanie i rejestracja w ramach zarządzania pochodniami	Obejmuje to ciągłe monitorowanie ilości gazu przesyłanego do pochodni. Może obejmować oszacowanie innych parametrów (np. skład strumienia gazu, zawartość ciepła, współczynnik wspomaganie, prędkość, szybkość przepływu gazu oczyszczonego, emisje zanieczyszczeń (np. NO <sub>x</sub> , CO, węglowodory, hałas). Rejestracja zdarzeń związanych ze spalaniem paliwa zwykle obejmuje czas trwania i liczbę zdarzeń oraz pozwala na kwantyfikację emisji oraz potencjalne zapobieganie przyszłym zdarzeniom związanym ze spalaniem w pochodniach.	Ogólnie dostępna

#### 6.1.4 Hałas oraz wibracje

**BAT 17. W celu zapobiegania lub, w przypadku gdy nie jest to możliwe, ograniczenia emisji hałasu i wibracji, BAT mają na celu ustanowienie, wdrożenie i regularny przegląd planu zarządzania hałasem i wibracjami, jako części systemu zarządzania środowiskowego (zob. BAT 1), obejmującego wszystkie poniższe elementy:**

- I. protokół zawierający odpowiednie działania i harmonogramy;
- II. protokół prowadzenia monitoringu hałasu i wibracji;
- III. protokół reagowania na zidentyfikowane zdarzenia związane z hałasem i wibracjami, np. skargi;

IV. program redukcji hałasu i wibracji, mający na celu identyfikację źródła (źródeł), pomiar/ocenę narażenia na hałas i wibracje, określenie udziału źródeł oraz wdrożenie środków zapobiegawczych i/lub redukcyjnych.

V.

### Zastosowanie

Możliwość zastosowania jest ograniczona do przypadków, w których oczekuje się wystąpienia hałasu lub uciążliwości związanych z wibracjami na wrażliwych receptorach (np. okoliczni mieszkańcy) i/lub gdy zostało to uzasadnione.

**BAT 18. W celu zapobiegania lub, w przypadku gdy nie jest to wykonalne, ograniczenia emisji hałasu i wibracji, BAT mają wykorzystywać jedną lub kombinację technik wymienionych poniżej.**

Technika		Opis	Zastosowanie
a.	Właściwa lokalizacja urządzeń i budynków	Poziom hałasu można zmniejszyć poprzez zwiększenie odległości między emitentem a odbiornikiem, wykorzystanie budynków jako ekranów akustycznych oraz poprzez przeniesienie wyjść lub wejść do budynków.	W przypadku istniejących zakładów przeniesienie urządzeń i wyjść lub wejść do budynków może być ograniczone brakiem miejsca lub nadmiernymi kosztami.
b.	Środki operacyjne	Obejmuje techniki takie, jak: i. kontrola i konserwacja sprzętu; ii. zamykanie drzwi i okien obszarów zamkniętych, jeżeli jest to możliwe; iii. obsługa sprzętu przez doświadczony personel; iv. unikanie hałaśliwych działań w nocy, jeśli to możliwe; v. przepisy dotyczące kontroli hałasu podczas czynności związanych z utrzymaniem, ruchem, obsługą i przetwarzaniem.	Ogólnie dostępna
c.	Urządzenia o niskim poziomie hałasu	Może to dotyczyć silników z napędem bezpośrednim, sprzężarek, pomp oraz pochodni.	
d.	Urządzenia do kontroli hałasu i wibracji	Obejmuje techniki takie jak: i. reduktory hałasu; ii. izolacja akustyczna i wibracyjna urządzeń; iii. obudowa hałaśliwych urządzeń; iv. izolacja akustyczna budynków.	Stosowanie może być ograniczone brakiem miejsca (w przypadku istniejących zakładów).
e.	Tłumienie hałasu	Rozprzestrzenianie się hałasu można ograniczyć poprzez umieszczenie przeszkód pomiędzy "nadajnikami i odbiornikami" (np. ściany ochronne, nasypy i budynki).	Dotyczy to tylko istniejących zakładów, ponieważ projektowanie nowych zakładów powinno sprawić, że technika ta stanie się zbędna. W przypadku istniejących zakładów wprowadzanie przeszkód może być ograniczone brakiem miejsca. W przypadku obróbki mechanicznej w rozdrabniaczach odpadów metalowych ma ona zastosowanie w ramach ograniczeń związanych z ryzykiem deflagracji w rozdrabniaczach.

### 6.1.5 Emisje do wody

**BAT 19. W celu optymalizacji zużycia wody, zmniejszenia ilości wytwarzanych ścieków oraz zapobiegania lub, w przypadku gdy jest to niewykonalne, ograniczenia emisji do gleby i wody, w ramach BAT należy stosować odpowiednią kombinację technik podanych w tabeli.**

Technika		Opis	Zastosowanie
a.	Gospodarka wodna	Zużycie wody jest optymalizowane poprzez zastosowanie środków, które mogą obejmować: - plany oszczędzania wody (np. ustanowienie celów w zakresie oszczędnego gospodarowania wodą, schematy przepływu i bilanse masy wody); - optymalizacja wykorzystania wody do mycia (np. czyszczenie na sucho zamiast opróżniania węża, sterowanie spustem na wszystkich urządzeniach myjących); - zmniejszenie zużycia wody do wytwarzania próżni (np. stosowanie pomp z pierścieniem cieczowym z cieczami o wysokiej temperaturze wrzenia).	Ogólnie dostępna
b.	Recykulacja wody	Strumienie wody są recykulowane w obrębie zakładu, w razie potrzeby po oczyszczeniu. Stopień recykulacji jest ograniczony przez bilans wodny zakładu, zawartość zanieczyszczeń (np. związków wydzielających odory) i/lub właściwości strumieni wodnych (np. zawartość składników biogennych).	Ogólnie dostępna
c.	Powierzchnia nieprzepuszczalna	W zależności od ryzyka związanego z zanieczyszczeniem gleby i/lub wody, powierzchnia całego obszaru przetwarzania odpadów (np. obszary odbioru, przeładunku, magazynowania, oczyszczania i wysyłki odpadów) powinna być nieprzepuszczalna dla określonych cieczy.	Ogólnie dostępna
d.	Techniki mające na celu zmniejszenie prawdopodobieństwa i wpływu przelewów i awarii zbiorników czy cystern oraz ich skutków.	W zależności od ryzyka, jakie stwarzają płyny znajdujące się w zbiornikach i cysternach pod względem zanieczyszczenia gleby i/lub wody, obejmuje to następujące techniki: - detektory przepełnienia; - rury przelewowe, które są kierowane do zamkniętego systemu odwadniania (tj. odpowiedniej zabezpieczającej obudowy wtórnej lub innego zbiornika); - zbiorniki na płyny, które znajdują się w odpowiedniej wtórnej obudowie; objętość jest zwykle dobrana tak, aby pomieścić stratę największego zbiornika w zabezpieczającej obudowie wtórnej; - izolacja zbiorników, cystern oraz zabezpieczającej obudowy wtórnej (np. zamykanie zaworów).	Ogólnie dostępna
e.	Zadaszenie obszarów magazynowania i przetwarzania odpadów	W zależności od ryzyka związanego z zanieczyszczeniem gleby i/lub wody, odpady są magazynowane i oczyszczane w zadaszonych obszarach, aby zapobiec kontaktowi z wodą deszczową, a tym samym zminimalizować ilość zanieczyszczonej wody odpływowej.	Zastosowanie może być ograniczone w przypadku magazynowania lub przetwarzania dużych ilości odpadów (np. obróbka mechaniczna w rozdrabniaczach odpadów metalowych).
f.	Segregacja strumieni wodnych	Każdy strumień wody (np. woda powierzchniowa, woda technologiczna) jest zbierany i oczyszczany oddzielnie, w oparciu o zawartość zanieczyszczeń i kombinację technik oczyszczania. W szczególności	Ogólnie rzecz biorąc, ma zastosowanie do nowych zakładów. Ma również zastosowanie do istniejących zakładów w ramach ograniczeń

		nieskażone strumienie ścieków są oddzielane od strumieni ścieków wymagających oczyszczenia.	związanych z układem systemu zbierania wody.
--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------

g.	Odpowiednia infrastruktura drenażowa	Teren przetwarzania odpadów powinien być połączony z infrastrukturą drenażową. Deszczówka opadająca na obszary oczyszczania i magazynowania jest zbierana w infrastrukturze odwadniającej wraz z wodą do mycia, sporadycznymi wyciekami itp. oraz, w zależności od zawartości substancji zanieczyszczających, wprowadzana z powrotem do obiegu lub wysyłana do dalszego oczyszczenia.	Ogólnie rzecz biorąc, ma zastosowanie do nowych zakładów. Ma również zastosowanie do istniejących zakładów w ramach ograniczeń związanych z układem systemu zbierania wody.
h.	Przepisy dotyczące projektowania i konserwacji umożliwiające wykrywanie i naprawę nieszczelności	Regularne monitorowanie potencjalnych wycieków opiera się na analizie ryzyka, a w razie potrzeby sprzęt jest naprawiany. Zastosowanie elementów podziemnych powinno być zminimalizowane. W przypadku stosowania komponentów podziemnych oraz w zależności od ryzyka, jakie stwarzają odpady zawarte w tych komponentach pod względem zanieczyszczenia gleby i/lub wody, wprowadza się wtórne uszczelnienie tych komponentów.	Zastosowanie elementów naziemnych ma na ogół znaczenie dla nowych zakładów. Może ono być jednak ograniczone przez ryzyko zamarznięcia. Instalacja wtórnego zamknięcia może być limitowana w przypadku istniejących instalacji.
i.	Odpowiednia pojemność magazynowa bufora	Dla ścieków wytwarzanych w innych niż normalne warunki eksploatacji zapewnia się odpowiednią pojemność magazynowania buforowego przy zastosowaniu podejścia opartego na analizie ryzyka (np. z uwzględnieniem charakteru zanieczyszczeń, skutków oczyszczenia ścieków w dalszym łańcuchu przetwarzania oraz środowiska, do którego odprowadzane są ścieki). Zrzut ścieków z magazynu buforowego jest możliwy tylko po podjęciu odpowiednich środków (np. monitorowanie, oczyszczanie, ponowne wykorzystanie).	Ogólnie rzecz biorąc, ma zastosowanie do nowych zakładów. W przypadku istniejących zakładów zastosowanie może być ograniczone przez dostępność miejsca i układ systemu zbierania wody.

**BAT 20. W celu ograniczenia emisji do wody, BAT mają na celu oczyszczanie ścieków przy użyciu odpowiedniej kombinacji poniżej przedstawionych technik.**

Technika ( <sup>1</sup> )		Typowe zanieczyszczenia z którymi walczy	Możliwość zastosowania
<b>Obróbka wstępna i pierwotna, np.</b>			
a.	Wyrównywanie	Wszystkie zanieczyszczenia	Ogólnie dostępna
b.	Neutralizacja	Kwasy, zasady	
c.	Separacja fizyczna, np. sita, separatory piaskiem, separatory tłuszczu, separatory oleju i wody lub osadniki pierwotne.	Większość ciał stałych, substancje stałe w zawiesinie, olej/smary	
<b>Przetwarzanie fizyczno-chemiczne np.</b>			
d.	Adsorpcja	Zanieczyszczenia adsorbowalne, rozpuszczalne, nie ulegające biodegradacji lub zanieczyszczenia inhibitujące, np. węglowodory, rtęć, AOX	Ogólnie dostępna
e.	Destylacja/odzysk	Zanieczyszczenia rozpuszczalne, nie ulegające biodegradacji lub zanieczyszczenia inhibitujące, które mogą być destylowane, np. niektóre rozpuszczalniki	
f.	Strącanie (wytrącanie)	Zanieczyszczenia strącalne, rozpuszczalne, nie ulegające biodegradacji lub zanieczyszczenia inhibitujące, np. metale, fosfor	
g.	Utlenianie chemiczne	Zanieczyszczenia utleniające, rozpuszczalne, nie ulegające biodegradacji lub zanieczyszczenia inhibitujące, np. azotyn, cyjanek.	
h.	Redukcja chemiczna	Zanieczyszczenia redukowalne, rozpuszczalne, nie ulegające biodegradacji lub zanieczyszczenia inhibitujące, np. Cr <sup>6+</sup> (Cr(VI))	
i.	Odparywanie	Zanieczyszczenia rozpuszczalne	
j.	Wymiana jonowa	Zanieczyszczenia rozpuszczalne w jonach, nie ulegające biodegradacji lub zanieczyszczenia inhibitujące, np. metale.	
k.	Odpędzanie (desorpcja)	Zanieczyszczenia możliwe do oczyszczenia, np. siarkowodor (H <sub>2</sub> S), amoniak (NH <sub>3</sub> ), niektóre adsorbowalne związki chloroorganiczne (AOX), węglowodory	
<b>Przetwarzanie biologiczne np.</b>			
l.	Proces z osadem aktywnym	Składniki organiczne ulegające biodegradacji	Ogólnie dostępna
m.	Bioreaktor membranowy		
<b>Usuwanie azotu</b>			
	Nitryfikacja/denitryfikacja, jeżeli zabieg obejmuje obróbkę biologiczną	Azot całkowity, amoniak	Nitryfikacja może nie mieć zastosowania w przypadku wysokich stężeń chlorków (np. powyżej 10 g/l) oraz gdy zmniejszenie stężenia chlorków przed nitryfikacją nie byłoby uzasadnione korzyściami dla środowiska. Nitryfikacja nie ma zastosowania, gdy temperatura ścieków jest niska (np. poniżej 12 °C).
<b>Usuwanie ciał stałych, np.</b>			
o.	Koagulacja i flokulacja	Zawiesinowe substancje stałe oraz metale zawarte w pyle	Ogólnie dostępna
p.	Osadzanie (sedymentacja)		
q.	Filtracja (np. filtracja piaskiem, mikrofiltracja, ultrafiltracja)		

r.	Flotacja	
( <sup>1</sup> ) Opis tej techniki został podany w sekcji 6.6.3.		

**Tabela 6.1: Poziomy emisji związane z najlepszymi dostępnymi technikami (BAT-AEL) dla bezpośredniego uwolnienia do wód przyjmujących**

Substancja/parametr	BAT-AEL ( <sup>1</sup> )	Proces przetwarzania odpadów, do którego stosuje się BAT-AEL	
Ogólny węgiel organiczny (OWO) ( <sup>2</sup> )	10–60 mg/l	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wszystkie procesy przetwarzania odpadów, z wyjątkiem przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody.</li> </ul>	
	10–100 mg/l ( <sup>3</sup> ) ( <sup>4</sup> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody</li> </ul>	
Chemiczne zapotrzebowanie na tlen (ChZT) ( <sup>2</sup> )	30–180 mg/l	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wszystkie procesy przetwarzania odpadów, z wyjątkiem przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody.</li> </ul>	
	30–300 mg/l ( <sup>3</sup> ) ( <sup>4</sup> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody</li> </ul>	
Zawiesina ogólna (TSS)	5–60 mg/l	<ul style="list-style-type: none"> <li>Przetwarzanie wszystkich odpadów</li> </ul>	
Indeks oleju węglowodorowego (HOI)	0.5–10 mg/l	<ul style="list-style-type: none"> <li>Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych</li> <li>Przetwarzanie WEEE zawierającego VFC i/lub VHC</li> <li>Powtórna rafinacja zużytych olejów</li> <li>Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej</li> <li>Mycie wodą wydobytej i zanieczyszczonej gleby</li> <li>Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody</li> </ul>	
Azot ogólny	1–25 mg/l ( <sup>5</sup> ) ( <sup>6</sup> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>Biologiczne przetwarzanie odpadów</li> <li>Powtórna rafinacja zużytych olejów</li> </ul>	
	10–60 mg/l ( <sup>5</sup> ) ( <sup>6</sup> ) ( <sup>7</sup> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody</li> </ul>	
Fosfor ogólny	0.3–2 mg/l	<ul style="list-style-type: none"> <li>Biologiczne przetwarzanie odpadów</li> </ul>	
	1–3 mg/l ( <sup>4</sup> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody</li> </ul>	
Wskaźnik fenolu	0.05–0.2 mg/l	<ul style="list-style-type: none"> <li>Powtórna rafinacja zużytych olejów</li> <li>Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej</li> </ul>	
	0.05–0.3 mg/l	<ul style="list-style-type: none"> <li>Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody</li> </ul>	
Cyjanek (CN) ( <sup>8</sup> )	0.02–0.1 mg/l	<ul style="list-style-type: none"> <li>Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody</li> </ul>	
Adsorbowalne związki chloroorganiczne (AOX) ( <sup>8</sup> )	0.2–1 mg/l	<ul style="list-style-type: none"> <li>Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody</li> </ul>	
Metale i metaloidy ( <sup>8</sup> )	Arsen (As)	0.01–0.05 mg/l	<ul style="list-style-type: none"> <li>Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych</li> <li>Przetwarzanie WEEE zawierającego VFC i/lub VHC</li> <li>Mechaniczno-biologiczne przetwarzanie odpadów</li> <li>Powtórna rafinacja zużytych olejów</li> <li>Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej</li> <li>Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych</li> <li>Regeneracja zużytych rozpuszczalników</li> <li>Mycie wodą wydobytej i zanieczyszczonej gleby</li> </ul>
	Kadm (Cd)	0.01–0.05 mg/l	
	Chrom (Cr)	0.01–0.15 mg/l	
	Miedź (Cu)	0.05–0.5 mg/l	
	Ołów (Pb)	0.05–0.1 mg/l ( <sup>9</sup> )	
	Nikiel (Ni)	0.05–0.5 mg/l	
	Rtęć (Hg)	0.5–5 µg/l	
	Cynk (Zn)	0.1–1 mg/l ( <sup>10</sup> )	
	Arsen(As)	0.01–0.1 mg/l	<ul style="list-style-type: none"> <li>Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody</li> </ul>
	Kadm (Cd)	0.01–0.1 mg/l	
	Chrom (Cr)	0.01–0.3 mg/l	
	CR6+ (Cr(VI))	0.01–0.1 mg/l	
	Miedź (Cu)	0.05–0.5 mg/l	
	Ołów (Pb)	0.05–0.3 mg/l	
Nikiel (Ni)	0.05–1 mg/l		
Rtęć (Hg)	1–10 µg/l		
Cynk (Zn)	0.1–2 mg/l		



- (1) Okresy uśredniania są określone w rozważaniach ogólnych.
- (2) Stosuje się albo BAT-AEL dla ChZT, albo BAT-AEL dla OWO. Monitorowanie zawartości OWO jest wariantem preferowanym, ponieważ nie opiera się na stosowaniu bardzo toksycznych związków chemicznych.
- (3) Górny koniec zakresu może nie mieć zastosowania:
  - gdy efektywność redukcji emisji wynosi  $\geq 95\%$  jako średnia krocząca roczna, a wsad odpadów wykazuje następujące cechy: OWO  $> 2$  g/l (lub ChZT  $> 6$  g/l) jako średnia dobowa oraz wysoki udział ogniotrwałych związków organicznych (tj. trudnych do biodegradacji); lub
  - w przypadku wysokich stężeń chlorków (np. powyżej 5 g/l w wsadach odpadów).
- (4) BAT-AEL może nie mieć zastosowania do zakładów zajmujących się obróbką płuczek wiertniczych.
- (5) BAT-AEL może nie mieć zastosowania, gdy temperatura ścieków jest niska (np. poniżej 12 °C).
- (6) BAT-AEL może nie mieć zastosowania w przypadku wysokich stężeń chlorków (np. powyżej 10 g/l w wsadach odpadów).
- (7) BAT-AEL ma zastosowanie wyłącznie w przypadku stosowania biologicznego oczyszczania ścieków.
- (8) BAT-AEL mają zastosowanie wyłącznie w przypadku, gdy dana substancja została określona jako istotna w wykazie ścieków, o którym mowa w BAT 3.
- (9) Górna granica zakresu wynosi 0,3 mg/l dla przetwarzania mechanicznego w rozdrabniaczach odpadów metalowych.
- (10) Górna granica zakresu wynosi 2 mg/l dla przetwarzania mechanicznego w rozdrabniaczach odpadów metalowych.

Związane z tym monitorowanie zostało podane w BAT 7.

**Tabela 6.2: Poziomy emisji związane z najlepszymi dostępnymi technikami (BAT-AEL) dla zrzutów pośrednich do odbiornika wodnego**

Substancja/parametr		BAT-AEL ( <sup>1</sup> ) ( <sup>2</sup> )	Proces przetwarzania odpadów, do którego stosuje się BAT-AEL
Indeks oleju węglowodorowego (HOI)		0.5–10 mg/l	<ul style="list-style-type: none"> <li>Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych</li> <li>Przetwarzanie WEEE zawierającego VFC i/lub VHC</li> <li>Powtórna rafinacja zużytych olejów</li> <li>Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej</li> <li>Mycie wodą wydobytej i zanieczyszczonej gleby</li> <li>Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody</li> </ul>
Cyjanek (CN <sup>-</sup> ) ( <sup>3</sup> )		0.02–0.1 mg/l	<ul style="list-style-type: none"> <li>Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody</li> </ul>
Adsorbowalne związki chloroorganiczne (AOX) ( <sup>3</sup> )		0.2–1 mg/l	<ul style="list-style-type: none"> <li>Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody</li> </ul>
Metale i metaloidy ( <sup>3</sup> )	Arsen (As)	0.01–0.05 mg/l	<ul style="list-style-type: none"> <li>Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych</li> <li>Przetwarzanie WEEE zawierającego VFC i/lub VHC</li> <li>Mechaniczno-biologiczne przetwarzanie odpadów</li> <li>Powtórna rafinacja zużytych olejów</li> <li>Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej</li> <li>Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych</li> <li>Regeneracja zużytych rozpuszczalników</li> <li>Mycie wodą wydobytej i zanieczyszczonej gleby</li> </ul>
	Kadm (Cd)	0.01–0.05 mg/l	
	Chrom (Cr)	0.01–0.15 mg/l	
	Miedź (Cu)	0.05–0.5 mg/l	
	Ołów (Pb)	0.05–0.1 mg/l ( <sup>4</sup> )	
	Nikiel (Ni)	0.05–0.5 mg/l	
	Rtęć (Hg)	0.5–5 µg/l	
	Cynk (Zn)	0.1–1 mg/l ( <sup>5</sup> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody</li> </ul>
	Arsen(As)	0.01–0.1 mg/l	
	Kadm (Cd)	0.01–0.1 mg/l	
	Chrom (Cr)	0.01–0.3 mg/l	
	CR6+ (Cr(VI))	0.01–0.1 mg/l	
	Miedź (Cu)	0.05–0.5 mg/l	
	Ołów (Pb)	0.05–0.3 mg/l	
Nikiel (Ni)	0.05–1 mg/l		
Rtęć (Hg)	1–10 µg/l		
Cynk (Zn)	0.1–2 mg/l		

(1) Okresy uśredniania są określone w rozważaniach ogólnych.

(2) BAT-AEL nie mają zastosowania, jeżeli oczyszczalnia ścieków znajdująca się dalej w łańcuchu przetwarzania zmniejsza ilość danych zanieczyszczeń, pod warunkiem że nie prowadzi to do wyższego poziomu zanieczyszczenia środowiska.

(3) BAT-AEL mają zastosowanie wyłącznie w przypadku, gdy dana substancja została określona jako istotna w wykazie ścieków, o którym mowa w BAT 3.

(4) Górna granica zakresu wynosi 0,3 mg/l dla przetwarzania mechanicznego w rozdrabniaczach odpadów metalowych.

(5) Górna granica zakresu wynosi 2 mg/l dla przetwarzania mechanicznego w rozdrabniaczach odpadów metalowych.

Związane z tym monitorowanie zostało podane w BAT 7.

### 6.1.6 Emisje z wypadków oraz incydentów

**BAT 21. Celem zapobiegania skutkom wypadków i incydentów dla środowiska lub ograniczania tych skutków, BAT mają wykorzystywać wszystkie poniższe techniki jako część planu zarządzania wypadkami (zob. BAT 1).**

Technika		Opis
a.	Środki ochronne	Obejmują one środki takie jak: - ochrona zakładu przed szkodliwym działaniem; - system ochrony przeciwpożarowej i przeciwwybuchowej, zawierający urządzenia do zapobiegania, wykrywania oraz gaszenia; - dostępność i sprawność odpowiednich urządzeń kontrolnych w sytuacjach awaryjnych.
b.	Zarządzanie emisjami przypadkowymi lub powstającymi wskutek wypadku w zakładzie	Ustanowiono procedury i wprowadzono przepisy techniczne w celu zarządzania (pod względem możliwego ograniczenia emisji) emisjami z wypadków i incydentów, takich jak emisje z wycieków, wody używanej do gaszenia pożaru lub zaworów bezpieczeństwa.
c.	System rejestracji i oceny incydentów oraz wypadków	Obejmuje następujące techniki: - dziennik/zapis służący do rejestrowania wszystkich wypadków, incydentów, zmian procedur oraz wyników inspekcji; - procedury identyfikacji incydentów i wypadków, reagowania na nie oraz wyciągania wniosków z nich wynikających.

### 6.1.7 Efektywność materiałowa

**BAT 22. Aby efektywnie wykorzystywać materiały, BAT ma zastępować materiały odpadami.**

#### Opis

Odpady są wykorzystywane zamiast innych materiałów do przetwarzania odpadów (np. odpady zasad lub kwasów wykorzystywane są do regulacji pH, popioły lotne wykorzystywane są jako spoiwa).

#### Zastosowanie

Niektóre ograniczenia możliwości zastosowania wynikają z ryzyka zanieczyszczenia spowodowanego obecnością zanieczyszczeń (np. metali ciężkich, TZO, soli, patogenów) w odpadach zastępujących inne materiały. Innym ograniczeniem jest zgodność odpadów zastępujących inne materiały z wsadem odpadów (zob. BAT 2).

### 6.1.8 Efektywność energetyczna

**BAT 23. Aby efektywnie wykorzystywać energię, BAT muszą stosować obie poniższe techniki.**

Technika		Opis
a.	Plan na rzecz efektywności energetycznej	Plan na rzecz efektywności energetycznej obejmuje zdefiniowanie i obliczenie konkretnego zużycia energii przez dane działanie (lub działania), ustalenie kluczowych wskaźników efektywności energetycznej na bazie rocznej (na przykład określone zużycie energii wyrażone w kWh/tonę przetworzonych odpadów) oraz planowanie okresowych celów poprawy sytuacji i związanych z tym działań. Plan jest dostosowany do specyfiki przetwarzania odpadów pod względem realizowanych procesów, przetwarzanych strumieni odpadów itp.
b.	Rejestr bilansu energetycznego	Rejestr bilansu energetycznego przedstawia podział zużycia i wytwarzania energii (w tym jej eksportu) według rodzaju źródła (tj. energii elektrycznej, gazu, konwencjonalnych paliw płynnych, konwencjonalnych paliw stałych oraz odpadów). Dotyczy to również: (i) informacje na temat zużycia energii w kategoriach energii dostarczonej; (ii) informacje na temat energii eksportowanej z zakładu; (iii) informacje o przepływie energii (np. wykresy Sankeya lub bilanse energetyczne) pokazujące sposób wykorzystania energii w całym procesie. Rejestr bilansu energetycznego jest dostosowany do specyfiki przetwarzania odpadów pod względem realizowanych procesów, przetwarzanych strumieni odpadów itp.

### **6.1.9 Ponowne wykorzystanie opakowań**

**BAT 24. W celu zmniejszenia ilości odpadów kierowanych do usunięcia, BAT mają na celu maksymalizację ponownego wykorzystania opakowań, jako część planu zarządzania pozostałościami ( zob. BAT 1).**

#### **Opis**

Opakowania (beczki, pojemniki, DPPL, palety itp.) są ponownie wykorzystywane do przechowywania odpadów, gdy są w dobrym stanie i wystarczająco czyste, w zależności od kontroli zgodności zawartych w nich substancji (w kolejnych zastosowaniach). W razie potrzeby opakowanie jest wysyłane do odpowiedniej obróbki przed ponownym użyciem (np. odnowienie, oczyszczenie).

#### **Zastosowanie**

Niektóre ograniczenia dotyczące możliwości zastosowania wynikają z ryzyka skażenia odpadów, jakie stwarza ponowne wykorzystanie opakowań.

## 6.2 Konkluzje dotyczące BAT dla mechanicznego przetwarzania odpadów

O ile nie stwierdzono inaczej, konkluzje dotyczące BAT przedstawione w sekcji 6.2 mają zastosowanie do mechanicznego przetwarzania odpadów, jeżeli nie jest ono połączone z przetwarzaniem biologicznym, oraz dodatkowo uzupełniają ogólne konkluzje dotyczących BAT z sekcji 6.1.

### 6.2.1 Ogólne konkluzje dotyczące BAT dla mechanicznego przetwarzania odpadów

#### 6.2.1.1 Emisje do atmosfery

**BAT 25.** W celu ograniczenia emisji do atmosfery pyłów i metali zawartych w pyle, PCDD/F i dioksynopodobnych PCB, należy zastosować BAT 14d oraz zastosować jedną z poniższych technik lub ich kombinację.

Technika		Opis	Zastosowanie
a.	Cyklon	Zob. pkt 6.6.1. Cyklony stosowane są głównie jako separatory wstępne dla gruboziarnistych cząstek pyłu.	Ogólnie dostępna
b.	Filtr tkaninowy	Zob. sekcja 6.6.1.	Może nie mieć zastosowania do kanałów powietrza odlotowego podłączonych bezpośrednio do rozdrabniacza, gdy nie można złagodzić skutków deflagracji filtra tkaninowego (np. poprzez zastosowanie zaworów nadmiarowych ciśnieniowych).
c.	Płukanie na mokro (oczyszczanie na mokro)	Zob. sekcja 6.6.1.	Ogólnie dostępna
d.	Wtrysk wody do rozdrabniacza	Odpady przeznaczone do rozdrobnienia są zwilżane poprzez wstrzyknięcie wody do rozdrabniacza. Ilość wtryskiwanej wody jest regulowana w zależności od ilości rozdrabnianych odpadów (które mogą być monitorowane za pomocą energii używanej przez silnik rozdrabniacza). Gaz odlotowy zawierający pył resztkowy jest kierowany do cyklonu (cyklonów) i/lub płuczki gazowej mokrej.	Ma zastosowanie wyłącznie w ramach ograniczeń związanych z warunkami lokalnymi (np. niska temperatura, susza).

**Tabela 6.3:** Poziomy emisji związane z najlepszymi dostępnymi technikami (BAT-AEL) dla emisji pyłów kierowanych do atmosfery z mechanicznego przetwarzania odpadów

Parametr	Jednostka	BAT-AEL (Średnia w okresie pobierania próbek)
Pył	mg/Nm <sup>3</sup>	2–5 <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Gdy filtr tkaninowy nie jest stosowany, górna granica zakresu wynosi 10 mg/Nm<sup>3</sup>.

Związane z tym monitorowanie zostało podane w BAT 8.

## 6.2.2 Konkluzje dotyczące BAT dla mechanicznego przetwarzania w rozdrabniaczach odpadów metalowych

O ile nie stwierdzono inaczej, konkluzje dotyczące BAT przedstawione w niniejszej sekcji mają zastosowanie do obróbki mechanicznej w rozdrabniaczu odpadów metalowych, w uzupełnieniu do BAT 25.

### 6.2.2.1 Ogólna efektywność środowiskowa

**BAT 26. W celu poprawy ogólnej ekologiczności oraz zapobiegania emisjom spowodowanym wypadkami i incydentami, BAT mają wykorzystywać BAT 14g oraz wszystkie wymienione poniżej techniki:**

- wdrożenie szczegółowej procedury kontrolnej dla odpadów belowanych przed rozdrobieniem;
- usuwanie niebezpiecznych elementów ze strumienia wejściowego odpadów oraz ich bezpieczne usuwanie (np. butle gazowe, nie odczyszczone EoLV, nie odczyszczane WEEE, elementy zanieczyszczone PCB lub rtęcią, elementy radioaktywne);
- przetwarzanie pojemników tylko wtedy, gdy towarzyszy im deklaracja czystości.

### 6.2.2.2 Deflagracja

**BAT 27. W celu zapobiegania deflagracjom i zmniejszenia emisji w przypadku wystąpienia deflagracji, BAT stosuje technikę a. oraz jedną lub obie techniki b. i c. podane poniżej.**

Technika		Opis	Zastosowanie
a.	Plan zarządzania deflagracją	Zawiera: - program redukcji deflagracji mający na celu zidentyfikować źródło(-a) oraz wdrożyć środki zapobiegające wystąpieniu deflagracji, np. kontrola ilości wprowadzanych odpadów, jak to opisano w BAT 26a, usuwanie elementów niebezpiecznych, jak to opisano w BAT 26b; - przegląd historycznych przypadków deflagracji i środków zaradczych oraz upowszechnianie wiedzy na temat deflagracji; - protokół reagowania na incydenty deflagracji.	Ogólnie dostępna.
b.	Ciśnieniowe klapy bezpieczeństwa	W celu odciążenia skoków ciśnienia pochodzących z deflagracji, które w przeciwnym razie spowodowałyby poważne szkody oraz późniejsze emisje, instalowane są ciśnieniowe klapy bezpieczeństwa.	
c.	Rozdrabnianie wstępne	Zastosowanie rozdrabniacza wolnoobrotowego zainstalowanego przed rozdrabniaczem głównym.	Ogólnie rzecz biorąc, ma zastosowanie do nowych instalacji, w zależności od materiału wejściowego. Stosuje się do dużych modernizacji instalacji, w przypadku których potwierdzono znaczną liczbę deflagracji.

### 6.2.2.3 Efektywność energetyczna

**BAT 28. Aby efektywnie wykorzystywać energię, BAT ma na celu utrzymanie stabilnego zasilania rozdrabniacza.**

**Opis**

Wsad do rozdrabniacza jest wyrównywany poprzez unikanie przestojów w podawaniu lub przeciążenia odpadami, co mogłoby prowadzić do niepożądanych wyłączeń i konieczności ponownego rozruchu rozdrabniacza.

### 6.2.3 Konkluzje dotyczące BAT dla przetwarzania zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego (WEEE) zawierającego lotne węglowodory (VHC) i/lub wodorofluorowęglowodory (VFC)

O ile nie stwierdzono inaczej, konkluzje dotyczące BAT przedstawione w niniejszej sekcji mają zastosowanie do przetwarzania WEEE zawierającego VFC i/lub VHC, w uzupełnieniu do BAT 25.

#### 6.2.3.1 Emisje do atmosfery

**BAT 29.** W celu zapobiegania lub, w przypadku gdy jest to niewykonalne, ograniczenia emisji związków organicznych do atmosfery, stosuje się BAT 14d, BAT 14h oraz stosuje się technikę a. i jedną lub obie z poniższych metod b. i c.

Technika		Opis
a.	Zoptymalizowane usuwanie i wychwytywanie czynników chłodniczych i olejów.	Wszystkie czynniki chłodnicze i oleje są usuwane z WEEE zawierającego VFC i/lub VHC i wychwytywane przez system ssania próżniowego (umożliwia osiągnięcie usunięcia czynnika chłodniczego w wysokości co najmniej 90 %). Czynniki chłodnicze są oddzielane od olejów, a oleje są odgazowywane. Ilość oleju pozostająca w sprężarce jest zredukowana do minimum (tak, aby ze sprężarki nie kapało).
b.	Kondensacja kriogeniczna	Gaz odlotowy zawierający związki organiczne, takie jak VFC/VHC, jest przesyłany do jednostki kondensacji kriogenicznej, gdzie jest on skraplany (zob. opis w sekcji 6.6.1). Skroplony gaz jest przechowywany w zbiornikach ciśnieniowych w celu dalszej obróbki.
c.	Adsorpcja	Gaz odlotowy zawierający związki organiczne takie jak VFC/VHC jest wprowadzany do systemów adsorpcyjnych (zob. opis w sekcji 6.6.1). Zużyty węgiel aktywny jest regenerowany za pomocą podgrzanego powietrza pompowanego do filtra w celu odsączenia związków organicznych. Następnie gaz odlotowy poddawany jest sprężaniu i chłodzeniu w celu skroplenia związków organicznych (w niektórych przypadkach poprzez kondensację kriogeniczną). Skroplony gaz jest następnie przechowywany w zbiornikach ciśnieniowych. Pozostałe gazy odlotowe ze stopnia sprężania są zazwyczaj odprowadzane z powrotem do systemu adsorpcyjnego w celu zminimalizowania emisji VFC/VHC.

**Tabela 6.4:** Poziomy emisji związane z najlepszymi dostępnymi technikami (BAT-AEL) dla emisji całkowitych LZO i CFC kierowanych do atmosfery z przetwarzania WEEE zawierającego VFC i/lub VHC

Parametr	Jednostka	BAT-AEL (Średnia w okresie pobierania próbek)
Całkowite LZO	mg/Nm <sup>3</sup>	3–15
CFC	mg/Nm <sup>3</sup>	0.5–10

Związane z tym monitorowanie zostało podane w BAT 8.

#### 6.2.3.2 Eksplozje

**BAT 30.** Aby zapobiec emisjom spowodowanym eksplozjami podczas przetwarzania WEEE zawierającego VFC i/lub VHC, należy zastosować jedną z poniższych technik.

Technika		Opis
a.	Atmosfera obojętna	Wtryskiwanie gazu obojętnego (np. azotu) zmniejsza stężenie tlenu w zamkniętych urządzeniach (np. w zamkniętych rozdrabniaczach, kruszarkach, odpylaczach i kolektorach piany) (np. do 4 % obj.).
b.	Wentylacja wymuszona	Dzięki zastosowaniu wentylacji wymuszonej stężenie węglowodorów w

	zamkniętych urządzeniach (np. w zamkniętych rozdrabniaczach, kruszarkach, odpylaczach i kolektorach piany) zostaje zredukowane do < 25 % dolnej granicy wybuchowości.
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 6.2.4 Konkluzje dotyczące BAT dla mechanicznego przetwarzania odpadów o wartości opałowej

Oprócz BAT 25 konkluzje dotyczące BAT przedstawione w niniejszej sekcji mają zastosowanie do mechanicznego przetwarzania odpadów o wartości opałowej objętej pkt 5.3 lit. a) ppkt (iii) oraz pkt 5.3 lit. b) ppkt (ii) załącznika I do dyrektywy 2010/75/UE.

### 6.2.4.1 Emisje do atmosfery

**BAT 31.** W celu ograniczenia emisji związków organicznych do atmosfery, BAT mają na celu zastosowanie BAT 14d oraz jednej z poniższych technik lub ich kombinacji.

Technika	Opis
a) Adsorpcja	Zob. sekcja 6.6.1.
b) Filtr biologiczny (biofiltr)	
c) Utlenianie termiczne (spalanie termiczne)	
d) Płukanie na mokro	

**Tabela 6.5:** Poziomy emisji związane z najlepszymi dostępnymi technikami (BAT-AEL) dla emisji całkowitych LZO kierowanych do atmosfery z mechanicznego przetwarzania odpadów o wartości opałowej

Parametr	Jednostka	BAT-AEL (Średnia w okresie pobierania próbek)
Całkowite LZO	mg/Nm <sup>3</sup>	10–30 ( <sup>1</sup> )

(<sup>1</sup>) BAT-AEL ma zastosowanie wyłącznie w przypadku, gdy związki organiczne zostały zidentyfikowane jako istotne w strumieniu gazów odlotowych, w oparciu o wykaz, o którym mowa w BAT 3.

Związane z tym monitorowanie zostało podane w BAT 8.

## 6.2.5 Konkluzje dotyczące BAT dla mechanicznego przetwarzania WEEE zawierającego rtęć

O ile nie stwierdzono inaczej, konkluzje dotyczące BAT przedstawione w tej sekcji mają zastosowanie do mechanicznego przetwarzania WEEE zawierającego rtęć (w uzupełnieniu do BAT 25).

### 6.2.5.1 Emisje do atmosfery

**BAT 32.** W celu ograniczenia emisji rtęci do atmosfery, BAT mają na celu zbieranie emisji rtęci u źródła, przesyłanie ich do redukcji oraz prowadzenie odpowiedniego monitoringu.

#### Opis

Obejmuje wszystkie poniższe środki:

- sprzęt używany do przetwarzania WEEE zawierającego rtęć jest obudowany, pod ujemnym ciśnieniem i podłączony do lokalnego systemu wentylacji wyciągowej (LEV);
- gaz odlotowy z procesów jest przetwarzany za pomocą techniki odpylania, takich jak cyklony, filtry tkaninowe i filtry HEPA, a następnie stosuje się adsorpcję przy użyciu węgla aktywnego (zob. sekcja 6.6.1);
- monitorowana jest skuteczność przetwarzania gazów odlotowych;
- poziomy rtęci w miejscach przetwarzania i magazynowania są często mierzone (np. raz w tygodniu) w celu wykrycia potencjalnych wycieków.



**Tabela 6.6: Poziomy emisji związane z najlepszymi dostępnymi technikami (BAT-AEL) dla zorganizowanych emisji rtęci do atmosfery z mechanicznego przetwarzania WEEE zawierającego rtęć**

Parametr	Jednostka	BAT-AEL (Średnia w okresie pobierania próbek)
Rtęć (Hg)	µg/Nm <sup>3</sup>	2–7

Związane z tym monitorowanie zostało podane w BAT 8.

### 6.3 Konkluzje dotyczące BAT dla biologicznego przetwarzania odpadów

O ile nie stwierdzono inaczej, konkluzje dotyczące BAT przedstawione w sekcji 6.3 mają zastosowanie do biologicznego przetwarzania odpadów oraz dodatkowo uzupełniają ogólne konkluzje dotyczące BAT z sekcji 6.1. Wnioski dotyczące BAT w sekcji 3 nie mają zastosowania do przetwarzania płynnych odpadów na bazie wody.

#### 6.3.1 Ogólne konkluzje dotyczące BAT dla biologicznego przetwarzania odpadów

##### 6.3.1.1 Ogólna efektywność środowiskowa

**BAT 33.** W celu zmniejszenia emisji odorów oraz poprawy ogólnej efektywności środowiskowej, BAT polega na doborze wsadu odpadów.

##### Opis

Technika ta polega na wstępnej akceptacji, przyjęciu i sortowaniu wsadu odpadów (zob. BAT 2), tak aby zapewnić ich przydatność do przetwarzania, np. pod względem bilansu substancji biogennych, wilgotności lub związków toksycznych, które mogą ograniczyć aktywność biologiczną.

##### 6.3.1.2 Emisje do atmosfery

**BAT 34.** W celu ograniczenia kierowanej do atmosfery emisji pyłów, związków organicznych i wydzielających odory, w tym H<sub>2</sub>S i NH<sub>3</sub>, BAT stosuje jedną z poniższych technik lub ich kombinację.

Technika	Opis
a. Adsorpcja	Zob. sekcja 6.6.1.
b. Filtr biologiczny (biofiltr)	Zob. sekcja 6.6.1. W przypadku wysokiej zawartości NH <sub>3</sub> (np. 5-40 mg/Nm <sup>3</sup> ) może być konieczne wstępne oczyszczanie gazów odlotowych przed biofiltrem (np. przy użyciu wody lub płuczki kwaśnej) w celu kontrolowania pH oraz ograniczenia powstawania N <sub>2</sub> O w biofiltrze. Niektóre inne związki wydzielające odory (np. merkaptany, H <sub>2</sub> S) mogą powodować zakwaszenie biofiltra i wymagają użycia wody lub płuczki alkalicznej (zasadowej) do wstępnej obróbki gazów odlotowych przed biofiltrem.
c. Filtr tkaninowy	Zob. sekcja 6.6.1. Filtr tkaninowy stosowany jest w przypadku mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów.
d. Utlenianie termiczne	Zob. sekcja 6.6.1.
e. Płukanie na mokro	Zob. sekcja 6.6.1. Wodę, płuczki kwasowe lub zasadowe stosuje się w połączeniu z biofiltrem, utlenianiem termicznym lub adsorpcją z użyciem

	węgla aktywnego.
--	------------------

**Tabela 6.7: Poziomy emisji związane z najlepszymi dostępnymi technikami (BAT-AEL) dla emisji zorganizowanych NH<sub>3</sub>, odorów, pyłu i całkowitych LZO do atmosfery z biologicznego przetwarzania odpadów**

Parametr	Jednostka	BAT-AEL (Średnia w okresie pobierania próbek)	Rodzaj przetwarzania odpadów
NH <sub>3</sub> <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	0.3–20	Wszystkie biologiczne procesy przetwarzania odpadów
Stężenie odorów <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>	ou <sub>E</sub> /Nm <sup>3</sup>	200–1 000	
Pył	mg/Nm <sup>3</sup>	2–5	Mechaniczno-biologiczne przetwarzanie odpadów
Całkowite LZO	mg/Nm <sup>3</sup>	5–40 <sup>(3)</sup>	

(1) Stosuje się albo BAT-AEL dla NH<sub>3</sub>, albo BAT-AEL dla stężenia odoru.  
(2) Niniejszego BAT-AEL nie stosuje się do przetwarzania odpadów składających się głównie z obornika.  
(3) Dolny koniec zakresu można osiągnąć poprzez zastosowanie utleniania termicznego.

Związane z tym monitorowanie zostało podane w BAT 8.

### 6.3.1.3 Emisje do wody oraz zużycie wody

**BAT 35. W celu zmniejszenia ilości wytwarzanych ścieków oraz zmniejszenia zużycia wody, BAT mają na celu wykorzystanie wszystkich poniższych technik.**

Technika	Opis	Zastosowanie
a. Segregacja strumieni wodnych	Odsączany ze stosów kompostu i przyzmy odciek jest oddzielany od powierzchniowych wód spływowych (zob. BAT 19f).	Zasadniczo ma zastosowanie do nowych zakładów ale także do istniejących instalacji w ramach ograniczeń związanych z układem obiegów wodnych.
b. Recykulacja wody	Recykulacja strumieni wody technologicznej (np. z odwadniania płynnych produktów pofermentacyjnych z procesów beztlenowych) lub wykorzystanie w jak największym stopniu innych strumieni wody (np. wody pochodzącej z kondensacji, wody z płukania, wody powierzchniowo spływowej). Stopień recykulacji jest ograniczony przez bilans wodny zakładu, zawartość zanieczyszczeń (np. metali ciężkich, soli, patogenów, związków wydzielających odory) i/lub właściwości strumieni wodnych (np. zawartość substancji biogennej).	Ogólnie dostępna.
c. Minimalizacja powstawania odcieku	Optymalizacja zawartości wilgoci w odpadach w celu zminimalizowania powstawania odcieku.	Ogólnie dostępna.

### 6.3.2 Konkluzje dotyczące BAT dla uzdatniania tlenowego

O ile nie stwierdzono inaczej, konkluzje dotyczące BAT przedstawione w niniejszej sekcji mają zastosowanie do tlenowego przetwarzania odpadów oraz służą jako uzupełnienie ogólnych

konkluzji dotyczących BAT dla biologicznego przetwarzania odpadów zawartych w sekcji 6.3.1.

### 6.3.2.1 Ogólna efektywność środowiskowa

**BAT 36. W celu ograniczenia emisji do atmosfery i poprawy ogólnej efektywności środowiskowej, BAT mają na celu monitorowanie i/lub kontrolę kluczowych parametrów odpadów oraz procesów.**

#### Opis

Monitorowanie i/lub kontrola kluczowych parametrów odpadów i procesów, w tym:

- charakterystyki wsadu odpadów (np. stosunek C do N, wielkość cząsteczek);
- temperatury i wilgotności w różnych punktach pryzmy;
- napowietrzania pryzmy (np. poprzez częstotliwość obracania), stężenia O<sub>2</sub> i/lub CO<sub>2</sub> w pryzmie, temperaturę strumieni powietrza w przypadku napowietrzania wymuszonego);
- porowatość pryzmy, wysokość i szerokość.

#### Zastosowanie

Monitorowanie zawartości wilgoci w pryzmie nie ma zastosowania do procesów w warunkach zamkniętych, w których zidentyfikowano problemy związane ze zdrowiem i/lub bezpieczeństwem. W takim przypadku zawartość wilgoci może być monitorowana przed załadunkiem odpadów do zamkniętego etapu kompostowania i korygowana po wyjściu z zamkniętego etapu kompostowania

### 6.3.2.2 Emisje odorów oraz emisje rozproszone do atmosfery

**BAT 37. W celu ograniczenia emisji rozproszonych do atmosfery pyłów, odorów i bioaerozoli z etapów przetwarzania na wolnym powietrzu, BAT mają wykorzystywać jedną lub obie poniższe techniki.**

Technika		Opis	Zastosowanie
a.	Zastosowanie półprzepuszczalnych osłon membranowych	Aktywne pryzmy kompostujące są pokryte membranami półprzepuszczalnymi.	Ogólnie dostępna.
b.	Dostosowanie działań do warunków meteorologicznych	Obejmuje techniki takie, jak: - Uwzględnienie warunków pogodowych i prognoz podczas podejmowania głównych działań w zakresie procesów zachodzących na wolnym powietrzu. Na przykład unikanie tworzenia się lub obracania pryzm lub stosów, ekranowanie lub rozdrabnianie w przypadku niekorzystnych pod względem rozproszenia emisji warunków meteorologicznych (np. prędkość wiatru jest zbyt niska lub zbyt wysoka lub wiatr wieje w kierunku wrażliwych receptorów). - Ukierunkowanie pryzm tak aby jak najmniejsza możliwa powierzchnia masy kompostującej była wystawiona na działanie dominującego wiatru, celem zmniejszenia rozproszenia zanieczyszczeń z powierzchni pryzmy. Najlepiej aby pryzmy i stosy były zlokalizowane są na najniższej wysokości w ramach ogólnego układu terenu.	Ogólnie dostępna.

### 6.3.3 Konkluzje dotyczące BAT dla uzdatniania beztlenowego

O ile nie stwierdzono inaczej, konkluzje dotyczące BAT przedstawione w niniejszej sekcji mają zastosowanie do beztlenowego przetwarzania odpadów oraz służą jako uzupełnienie ogólnych konkluzji dotyczących BAT dla biologicznego przetwarzania odpadów zawartych w sekcji 6.3.1.

### 6.3.3.1 Emisje do atmosfery

**BAT 38. W celu ograniczenia emisji do atmosfery oraz poprawy ogólnej efektywności środowiskowej, BAT mają na celu monitorowanie i/lub kontrolę kluczowych parametrów odpadów i procesów.**

#### Opis

Wdrożenie ręcznego i/lub automatycznego systemu monitorowania celem:

- zapewnienia stabilnej pracy komory fermentacyjnej;
- zminimalizowania trudności operacyjnych, takich jak spienianie, które mogą prowadzić do emisji odorów;
- zapewnienia wystarczającego wczesnego ostrzeżenia o awariach systemu, które mogą prowadzić do utraty bariery ochronnej oraz wybuchów

Podejmowane działania obejmują monitorowanie i/lub kontrolę kluczowych parametrów odpadów i procesów, np.:

- pH i zasadowości wsadu do komory fermentacyjnej;
- temperatury pracy komory fermentacyjnej;
- współczynników hydraulicznego i organicznego obciążenia wsadem komory fermentacyjnej;
- stężenia lotnych kwasów tłuszczowych (VFA) i amoniaku w komorze fermentacyjnej i w produkcie pofermentacyjnym;
- ilości biogazu, składu (np. H<sub>2</sub>S) oraz ciśnienia;
- poziomu cieczy i piany w komorze fermentacyjnej.

### 6.3.4 Konkluzje dotyczące BAT dla mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów (MBT)

O ile nie stwierdzono inaczej, konkluzje dotyczące BAT przedstawione w niniejszej sekcji mają zastosowanie do MBT oraz dodatkowo do ogólnych konkluzji dotyczących BAT w odniesieniu do biologicznego przetwarzania odpadów określonych w sekcji 6.3.1.

Konkluzje dotyczące BAT dla przetwarzania tlenowego (sekcja 6.3.2) i beztlenowego (sekcja 6.3.3) odpadów mają zastosowanie, w stosownych przypadkach również do mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów.

#### 6.3.4.1 Emisje do atmosfery

**BAT 39. W celu ograniczenia emisji do atmosfery, BAT mają wykorzystywać obie poniższe techniki.**

Technika		Opis	Zastosowanie
a.	Segregacja strumieni gazów odlotowych	Podział całkowitego strumienia gazów odlotowych na strumienie gazów o wysokiej zawartości zanieczyszczeń i strumienie gazów o niskiej zawartości zanieczyszczeń, zgodnie z wykazem, o którym mowa w BAT 3.	Ogólnie rzecz biorąc, ma zastosowanie do nowych zakładów oraz do istniejących zakładów w ramach ograniczeń związanych z układem obiegów powietrza.
b.	Recykulacja gazów odlotowych	Recykulacja gazów o niskiej zawartości zanieczyszczeń w procesie biologicznym, a następnie ich przetwarzanie dostosowane do stężenia zanieczyszczeń ( zob. BAT 34). Wykorzystanie gazu odlotowego w procesie biologicznym może być ograniczone przez jego temperaturę i/lub zawartość substancji zanieczyszczających. Przed ponownym użyciem konieczne może być skondensowanie pary wodnej zawartej w gazie odlotowym. W takim przypadku konieczne będzie chłodzenie, a skroplona woda będzie w miarę możliwości recykulowana (zob. BAT 35) lub uzdatniana przed wypuszczeniem.	

## 6.4 Konkluzje dotyczące BAT dla fizyczno-chemicznego przetwarzania odpadów

O ile nie stwierdzono inaczej, konkluzje dotyczące BAT przedstawione w sekcji 6.4 mają zastosowanie do fizyczno-chemicznego przetwarzania odpadów oraz służą jako uzupełnienie ogólnych konkluzji dotyczących BAT podanych w sekcji 6.1.

### 6.4.1 Konkluzje dotyczące BAT dla fizyczno-chemicznego przetwarzania odpadów stałych oraz półpłynnych

#### 6.4.1.1 Ogólna efektywność środowiskowa

**BAT 40.** W celu poprawy ogólnej efektywności środowiskowej, BAT mają na celu monitorowanie ilości wprowadzanych odpadów w ramach procedur wstępnej akceptacji oraz przyjmowania odpadów (zob. BAT 2).

##### Opis

Monitorowanie ilości wsadu odpadów, np. pod względem:

- zawartości substancji organicznych, utleniaczy, metali (np. rtęci), soli, związków wydzielających odory;
- Potencjału tworzenia H<sub>2</sub> po zmieszaniu pozostałości z oczyszczania gazów odlotowych, np. popiołów lotnych, z wodą.

#### 6.4.1.2 Emisje do atmosfery

**BAT 41.** W celu zmniejszenia emisji pyłu, związków organicznych i NH<sub>3</sub> do atmosfery, BAT mają na celu zastosowanie BAT 14d oraz jednej z poniższych technik lub ich kombinacji.

Technika		Opis
a.	Adsorpcja	Zob. sekcja 6.6.1.
b.	Biofiltr	
c.	Filtr tkaninowy	
d.	Płukanie na mokro	

**Tabela 6.8:** Poziomy emisji związane z najlepszymi dostępnymi technikami (BAT-AEL) dla zorganizowanych emisji pyłu do atmosfery z fizyczno-chemicznego przetwarzania odpadów stałych i/lub półpłynnych

Parametr	Jednostka	BAT-AEL (Średnia w okresie pobierania próbek)
Pył	mg/Nm <sup>3</sup>	2–5

Związane z tym monitorowanie zostało podane w BAT 8.

### 6.4.2 Konkluzje dotyczące BAT dla powtórnej rafinacji odpadów olejowych

#### 6.4.2.1 Ogólna efektywność środowiskowa

**BAT 42.** W celu poprawy ogólnej efektywności środowiskowej, BAT mają na celu monitorowanie ilości wprowadzanych odpadów w ramach procedur ich wstępnej akceptacji oraz przyjmowania (zob. BAT 2).

##### Opis

Monitorowanie wsadu odpadów pod względem zawartości substancji chlorowanych (np. rozpuszczalników chlorowanych lub PCB).

**BAT 43. W celu zmniejszenia ilości odpadów kierowanych do unieszkodliwienia, BAT stosuje jedną lub obie poniższe techniki.**

Technika		Opis
a.	Odzysk materiału	Wykorzystanie pozostałości organicznych np. z destylacji próżniowej, ekstrakcji z użyciem rozpuszczalników, wyparki cienkowarstwowej w produktach asfaltowych itp.
b.	Odzysk energii	Wykorzystanie pozostałości organicznych np. z destylacji próżniowej, ekstrakcji z użyciem rozpuszczalników, wyparki cienkowarstwowej do odzysku energii.

#### 6.4.2.2 Emisje do atmosfery

**BAT 44. W celu ograniczenia emisji związków organicznych do atmosfery, BAT mają na celu zastosowanie BAT 14d oraz jednej z poniższych technik lub ich kombinacji.**

Technika		Opis
a.	Adsorpcja	Zob. sekcja 6.6.1.
b.	Utlenianie termiczne	Zob. sekcja 6.6.1. Dotyczy to również sytuacji, gdy gaz odlotowy jest wysyłany do pieca technologicznego lub kotła.
c.	Płukanie na mokro	Zob. sekcja 6.6.1.

Zastosowanie ma BAT-AEL określony w sekcji 6.4.5.

Związane z tym monitorowanie zostało podane w BAT 8.

#### 6.4.3 Konkluzje dotyczące BAT dla fizyczno-chemicznego przetwarzania odpadów o wartości opałowej

##### 6.4.3.1 Emisje do atmosfery

**BAT 45. W celu ograniczenia emisji związków organicznych do atmosfery, BAT mają na celu zastosowanie BAT 14d oraz jednej z poniższych technik lub ich kombinacji.**

Technika		Opis
a.	Adsorpcja	Zob. sekcja 6.6.1
b.	Kondensacja kriogeniczna	
c.	Utlenianie termiczne	
d.	Płukanie na mokro	

Zastosowanie ma BAT-AEL określony w sekcji 6.4.5.

Związane z tym monitorowanie zostało podane w BAT 8.

#### 6.4.4 Konkluzje dotyczące BAT dla regeneracji zużytych rozpuszczalników

##### 6.4.4.1 Ogólna efektywność środowiskowa

**BAT 46. W celu poprawy ogólnej efektywności środowiskowej podczas regeneracji zużytych rozpuszczalników, BAT mają na celu zastosowanie jednej lub obu poniższych technik.**

Technika		Opis	Zastosowanie
a.	Odzysk materiału	Rozpuszczalniki zostają odzyskane z pozostałości po destylacji poprzez odparowanie.	Stosowanie może być ograniczone, gdy zapotrzebowanie na energię jest nadmierne w stosunku do ilości odzyskanego rozpuszczalnika.
b.	Odzysk energii	Do odzysku energii wykorzystuje się pozostałości z destylacji.	Ogólnie dostępna.

### 6.4.4.2 Emisje do atmosfery

**BAT 47. W celu ograniczenia emisji związków organicznych do atmosfery, BAT mają na celu zastosowanie BAT 14d oraz kombinacji technik podanych poniżej.**

Technika	Opis	Zastosowanie
a. Recykulacja gazów odlotowych w kotle parowym	Gazy odlotowe z skraplaczy są przesyłane do kotła parowego zasilającego zakład.	Może nie mieć zastosowania do przetwarzania fluorowcowanych odpadów rozpuszczalników w celu uniknięcia wytwarzania i emisji PCB i/lub PCDD/F.
b. Adsorpcja	Zob. sekcja 6.6.1.	Stosowanie tej techniki może być ograniczone ze względów bezpieczeństwa (np. łoża z węglem aktywnym mają tendencję do samozapłonu, gdy są obciążone ketonami).
c. Utlenianie termiczne	Zob. sekcja 6.6.1.	Może nie mieć zastosowania do przetwarzania fluorowcowanych odpadów rozpuszczalników w celu uniknięcia wytwarzania i emisji PCB i/lub PCDD/F.
d. Kondensacja lub kondensacja kriogeniczna	Zob. sekcja 6.6.1.	Ogólnie dostępna.
e. Płukanie na mokro	Zob. sekcja 6.6.1.	Ogólnie dostępna

Zastosowanie ma BAT-AEL określony w sekcji 6.4.5.

Związane z tym monitorowanie zostało podane w BAT 8.

### 6.4.5 Poziomy emisji powiązane z najlepszymi dostępnymi technikami (BAT-AEL) dla emisji związków organicznych do atmosfery z powtórnej rafinacji olejów odpadowych, fizyczno-chemicznego przetwarzania odpadów o wartości opałowej oraz regeneracji zużytych rozpuszczalników

**Tabela 6.9: Poziomy emisji związane z najlepszymi dostępnymi technikami (BAT-AEL) dla zorganizowanych emisji całkowitych LZO kierowanych do atmosfery z powtórnej rafinacji olejów odpadowych, fizyczno-chemicznego przetwarzania odpadów o wartości opałowej oraz regeneracji zużytych rozpuszczalników**

Parametr	Jednostka	BAT-AEL <sup>(1)</sup> (Średnia w okresie pobierania próbek)
Całkowite LZO	mg/Nm <sup>3</sup>	5–30

<sup>(1)</sup> BAT-AEL nie ma zastosowania, gdy obciążenie emisyjne wynosi poniżej 2 kg/godz. w punkcie emisji, pod warunkiem że nie zidentyfikowano, w oparciu o wykaz wymieniony w BAT 3, w strumieniu gazów odlotowych żadnych istotnych substancji CMR.

### 6.4.6 Konkluzje dotyczące BAT dla obróbki termicznej zużytego węgla aktywnego, zużytych katalizatorów oraz wydobytej skażonej gleby

#### 6.4.6.1 Ogólna efektywność środowiskowa

**BAT 48. W celu poprawy ogólnej efektywności środowiskowej obróbki termicznej zużytego węgla aktywnego, zużytych katalizatorów i wydobytej zanieczyszczonej gleby, BAT mają wykorzystywać wszystkie przedstawione poniżej techniki.**



Technika		Opis	Zastosowanie
a.	Odzysk ciepła z gazów wylotowych z pieca	Odzyskane ciepło może być wykorzystywane na przykład do wstępnego podgrzewania powietrza do spalania lub do wytwarzania pary wodnej, która jest również wykorzystywana do reaktywacji zużytego węgla aktywnego.	Ogólnie dostępna.
b.	Piec ogrzewany (opalaný) pośrednio	Piec opalany pośrednio jest stosowany w celu uniknięcia kontaktu pomiędzy zawartością pieca a spalinami z palnika(-ów).	Piece opalane pośrednio są zwykle konstruowane z rurką metalową, a ich zastosowanie może być ograniczone ze względu na problemy z korozją. Mogą istnieć również ograniczenia ekonomiczne dotyczące modernizacji istniejących zakładów.
c.	Zintegrowane z procesem techniki redukcji emisji do atmosfery	Obejmuje techniki takie jak: - kontrola temperatury pieca i prędkości obrotowej pieca obrotowego; - wybór paliwa; - zastosowanie zamkniętego pieca lub eksploatacja pieca przy zmniejszonym ciśnieniu w celu uniknięcia emisji rozproszonych do atmosfery.	Ogólnie dostępna.

#### 6.4.6.2 Emisje do atmosfery

**BAT 49.** W celu zmniejszenia emisji HCl, HF, pyłu i związków organicznych do atmosfery, BAT mają na celu zastosowanie BAT 14d oraz jednej z poniższych technik lub ich kombinacji.

Technika		Opis
a.	Cyklon	Zob. sekcja 6.6.1. Technika ta stosowana jest w połączeniu z innymi technikami redukcji.  Zob. sekcja 6.6.1.
b.	Filtr elektrostatyczny (ESP)	
c.	Filtr tkaninowy	
d.	Płukanie na mokro	
e.	Adsorpcja	
f.	Kondensacja	
g.	Utlenianie termiczne <sup>(1)</sup>	
<sup>(1)</sup> Utlenianie termiczne przeprowadza się w minimalnej temperaturze 1 100 °C i przy dwusekundowym czasie przebywania w celu regeneracji węgla aktywnego stosowanego w zastosowaniach przemysłowych, w którym mogą występować ogniotrwałe substancje fluorowcowane lub inne substancje odporne termicznie. W przypadku węgla aktywnego wykorzystywanego do zastosowań związanych z wodą pitną i żywnością wystarczy dopalacz z minimalną temperaturą grzewczą 850 °C i dwusekundowym czasem przebywania (zob. sekcja 6.6.1).		

Związane z tym monitorowanie zostało podane w BAT 8.

#### 6.4.7 Konkluzje dotyczące BAT dla mycia wydobytej skażonej gleby

##### 6.4.7.1 Emisje do atmosfery

**BAT 50.** W celu ograniczenia emisji pyłu i związków organicznych do atmosfery z etapów magazynowania, obsługi i mycia, BAT mają na celu zastosowanie BAT 14d oraz jednej z poniższych technik lub ich kombinacji.

Technika		Opis
a.	Adsorpcja	Zob. sekcja 6.6.1.
b.	Filtr tkaninowy	
c.	Płukanie na mokro	

Związane z tym monitorowanie zostało podane w BAT 8.

## 6.4.8 Konkluzje dotyczące BAT dla dekontaminacji urządzeń zawierających polichlorowany bifenyl (PCB)

### 6.4.8.1 Ogólna efektywność środowiskowa

**BAT 51. W celu poprawy ogólnej efektywności środowiskowej oraz ograniczenia ukierunkowanych emisji PCB i związków organicznych do atmosfery, BAT mają wykorzystywać wszystkie przedstawione poniżej techniki.**

Technika		Opis
a.	Powlekanie obszarów magazynowania i przetwarzania	Obejmuje techniki takie jak: - nanoszenie powłoki żywicznej na posadzkę betonową całego obszaru magazynowania i przetwarzania.
b.	Wdrożenie zasad regulujących dostęp pracowników w celu zapobiegania rozprzestrzenianiu się zanieczyszczeń.	Obejmuje techniki takie jak: - punkty dostępu do magazynów i miejsc przetwarzania są zamykane; - wymagane są specjalne uprawnienia w celu uzyskania dostępu do obszaru, w którym zanieczyszczone urządzenia są przechowywane i obsługiwane; - oddzielne szatnie "czyste" i "brudne" do zakładania/zdejmowania indywidualnego stroju ochronnego.
c.	Zoptymalizowane czyszczenie oraz odwadnianie urządzeń	Obejmuje techniki takie jak: - powierzchnie zewnętrzne zanieczyszczonego sprzętu są czyszczone detergentem anionowym; - opróżnianie urządzeń następuje za pomocą pompy lub w warunkach próżni zamiast opróżniania grawitacyjnego; - zostały zdefiniowane procedury napełniania, opróżniania oraz podłączania/odłączania zbiornika próżniowego; - zapewniony jest długi okres odwadniania (co najmniej 12 godzin) w celu uniknięcia kapania zanieczyszczonej cieczy podczas dalszych operacji przetwarzania, po oddzieleniu rdzenia od obudowy transformatora elektrycznego.
d.	Kontrola i monitorowanie emisji do atmosfery	Obejmuje techniki takie jak: - powietrze w obszarze odkażania jest zbierane i poddawane działaniu filtrów z węglem aktywnym; - wydech pompy próżniowej, o której mowa w punkcie c. powyżej, jest połączony z układem redukcyjnym końca rury (np. spalarnia wysokotemperaturowa, utlenianie termiczne lub adsorpcja z użyciem węgla aktywnego); - emisje zorganizowane są monitorowane (zob. BAT 8); - monitorowana jest depozycja atmosferyczna PCB (np. poprzez pomiary fizyczno-chemiczne lub biomonitoring).
e.	Unieszkodliwianie pozostałości po przetwarzaniu odpadów	Obejmuje techniki takie jak: - porowate, zanieczyszczone części transformatora elektrycznego (drewno i papier) kierowane są do spalania w wysokiej temperaturze; - PCB w olejach są niszczone (np. odchlorowanie, uwodornienie, rozpuszczalne procesy elektronowe, spalanie w wysokiej temperaturze).
f.	Odzysk rozpuszczalnika w przypadku stosowania płukania rozpuszczalnikiem	Rozpuszczalnik organiczny jest zbierany i destylowany w celu ponownego wykorzystania w procesie.

Związane z tym monitorowanie zostało podane w BAT 8.

## 6.5 Konkluzje dotyczące BAT dla przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody

O ile nie stwierdzono inaczej, konkluzje dotyczące BAT przedstawione w sekcji 6.5 mają zastosowanie do przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody oraz uzupełniają ogólne konkluzje dotyczące BAT zawarte w sekcji 6.1.

### 6.5.1 Ogólna efektywność środowiskowa

**BAT 52.** W celu poprawy ogólnej efektywności środowiskowej, BAT mają na celu monitorowanie ilości wprowadzanych odpadów w ramach procedur ich wstępnej akceptacji oraz przyjmowania (zob. BAT 2).

#### Opis

Monitorowanie ilości wprowadzanych odpadów, np. pod względem:

- bioeliminowalności (np. BZT, stosunek BZT do ChZT, test Zahna-Wellensa, potencjał inhibicji biologicznej (np. inhibicja osadu czynnego));
- możliwości rozbicia emulsji, np. za pomocą testów w skali laboratoryjnej.

### 6.5.2 Emisje do atmosfery

**BAT 53.** W celu ograniczenia emisji HCl, NH<sub>3</sub> i związków organicznych do atmosfery, BAT mają na celu zastosowanie BAT 14d oraz jednej z poniższych technik lub ich kombinacji.

Technika		Opis
a.	Adsorpcja	Zob. sekcja 6.6.1.
b.	Biofiltr	
c.	Utlenianie termiczne	
d.	Płukanie na mokro	

**Tabela 6.10:** Poziomy emisji związane z najlepszymi dostępnymi technikami (BAT-AEL) dla zorganizowanych emisji do atmosfery HCl i całkowitego LZO z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody

Parametr	Jednostka	BAT-AEL <sup>(1)</sup> (Średnia w okresie pobierania próbek)
Chlorowódor (HCl)	mg/Nm <sup>3</sup>	1–5
Całkowite LZO		3–20 <sup>(2)</sup>
<p>(1) Powyższe BAT-AEL mają zastosowanie wyłącznie w przypadku, gdy dana substancja została określona jako istotna w strumieniu gazów odlotowych, na podstawie wykazu wspomnianego w BAT 3.</p> <p>(2) Górna granica zakresu wynosi 45 mg/Nm<sup>3</sup>, gdy obciążenie emisyjne w punkcie emisji wynosi poniżej 0,5 kg/h.</p>		

Związane z tym monitorowanie zostało podane w BAT 8.

## 6.6 Opis technik

### 6.6.1 Emisje zorganizowane do atmosfery

Technika	Redukowane zanieczyszczenia	Opis
Adsorpcja	Rtęć, lotne związki organiczne, siarkowodor, związki wydzielające odory	Adsorpcja jest reakcją heterogeniczną, w której cząsteczki gazu są zatrzymywane na powierzchni stałej lub ciekłej, która preferuje określone związki od innych, a tym samym usuwa je ze strumieni ścieków. Kiedy powierzchnia adsorbuje tyle, ile może, adsorbent jest wymieniany lub zawartość adsorbentu jest desorbowana w ramach jego regeneracji. Po desorpcji zanieczyszczenia znajdują się zazwyczaj w wyższym stężeniu i mogą zostać odzyskane lub usunięte. Najpopularniejszym adsorbentem jest granulowany węgiel aktywny.
Filtr biologiczny (biofiltr)	Amoniak, siarkowodor, lotne związki organiczne, związki wydzielające odory	Strumień gazów odlotowych przepływa przez łożę z materiałem organicznym (takim jak torf, wrzos, kompost, korzenie, kora drzew, drewno miękkie oraz różne kombinacje zamieszczonych) lub materiałem obojętnym (takim jak glina, węgiel aktywny czy poliuretan), gdzie jest biologicznie utleniany przez naturalnie występujące mikroorganizmy do dwutlenku węgla, wody, soli nieorganicznych i biomasy. Biofiltr jest projektowany z uwzględnieniem rodzaju (rodzajów) odpadów wejściowych. Wybrany zostaje odpowiedni materiał łoża, np. pod względem zdolności zatrzymywania wody, gęstości nasypowej, porowatości, integralności strukturalnej. Ważna jest również odpowiednia wysokość i powierzchnia łoża filtracyjnego. Biofiltr jest podłączony do odpowiedniego systemu wentylacji i obiegu powietrza w celu zapewnienia równomiernej dystrybucji powietrza w łożu i wystarczającego czasu przebywania gazów odlotowych wewnątrz łoża.
Kondensacja oraz kondensacja kriogeniczna	Lotne związki organiczne	Kondensacja jest techniką, która eliminuje opary rozpuszczalników ze strumienia gazów odlotowych poprzez obniżenie ich temperatury poniżej punktu rosy. W przypadku kondensacji kriogenicznej temperatura robocza może wynosić do $-120\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ale w praktyce często mieści się w zakresie od $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ wewnątrz urządzenia kondensacyjnego. Kriogeniczna kondensacja może poradzić sobie ze wszystkimi lotnymi zanieczyszczeniami organicznymi i nieorganicznymi, niezależnie od ich indywidualnych ciśnień pary. Niskie temperatury pozwalają na bardzo wysoką wydajność kondensacji, co sprawia, że doskonale nadaje się jako końcowa technika kontroli emisji LZO.
Cyklon	Pył	Filtry cyklonowe stosowane są do usuwania cięższych cząstek stałych, które "wypadają", ponieważ gazy odlotowe są zmuszane do ruchu obrotowego, zanim opuszczą separator. Cyklony są wykorzystywane do kontroli cząstek stałych, głównie $\text{PM}_{10}$ .
Filtr elektrostatyczny (ESP)	Pył	Elektrostatyczne wytrączacze działają w taki sposób, że cząstki są ładowane i separowane pod wpływem pola elektrycznego. Elektrostatyczne wytrączacze są zdolne do pracy w szerokim zakresie warunków. W suchym ESP zebrany materiał jest usuwany mechanicznie (np. przez wstrząsy, wibracje, sprężone powietrze), podczas gdy w mokrym ESP jest on wypłukiwany odpowiednią cieczą, zwykle wodą.
Filtr tkaninowy	Pył	Filtry tkaninowe, często nazywane filtrami workowymi, zbudowane są z porowatej tkaniny lub filcu, przez który przepuszczane są gazy w celu usunięcia cząstek stałych. Zastosowanie filtra tkaninowego wymaga doboru tkaniny odpowiedniej do właściwości gazów odlotowych oraz maksymalnej temperatury roboczej.
Filtr HEPA	Pył	Filtry HEPA (wysokosprawne filtry powietrza) są filtrami absolutnymi. Medium filtracyjne składa się z papieru lub matowego włókna szklanego o dużej gęstości upakowania. Strumień gazów odlotowych przepływa przez czynnik filtrujący, gdzie zbierane są cząstki stałe.

Utlenianie termiczne	Lotne związki organiczne	Utlenianie gazów palnych i odorów w strumieniu gazów odlotowych poprzez podgrzewanie mieszanki zanieczyszczeń powietrzem lub tlenem do temperatury powyżej punktu samozapłonu w komorze spalania i utrzymywanie jej w wysokiej temperaturze na tyle długo, aby zakończyć jej spalanie do dwutlenku węgla i wody.
Płukanie na mokro (płuczka gazowa mokra)	Pył, lotne związki organiczne, gazowe związki kwaśne (płuczka zasadowa), gazowe związki zasadowe (płuczka kwaśna)	Usuwanie zanieczyszczeń gazowych lub cząstek stałych ze strumienia gazu poprzez masowy transfer do ciekiego rozpuszczalnika, często wody lub roztworu wodnego. Może to być reakcja chemiczna (np. w płuczce kwaśnej czy zasadowej). W niektórych przypadkach związki mogą zostać odzyskane z rozpuszczalnika.

### 6.6.2 Emisje rozproszone związków organicznych do atmosfery

Program wykrywania nieszczelności i naprawy (LDAR)	Lotne związki organiczne	<p>Usystematyzowane podejście mające na celu ograniczenie emisji ulotnych związków organicznych poprzez wykrywanie, a następnie naprawę lub wymianę nieszczelnych części składowych instalacji. Obecnie dostępne są metody detekcji LZO (opisane w normie EN 15446) i optycznego obrazowania gazów w celu identyfikacji nieszczelności.</p> <p><b>Metoda detekcji LZO</b> (metoda detekcji odorów, metoda detekcji odorów): Pierwszym krokiem jest wykrywanie za pomocą ręcznych analizatorów związków organicznych mierząc stężenie w pobliżu urządzenia (np. za pomocą jonizacji płomieniowej lub fotojonizacji). Drugi etap polega na zamknięciu elementu w nieprzepuszczalnym worku w celu przeprowadzenia bezpośredniego pomiaru u źródła emisji. Ten drugi krok jest czasami zastępowany przez matematyczne krzywe korelacji uzyskane z wyników statystycznych uzyskanych z dużej liczby wcześniejszych pomiarów wykonanych na podobnych komponentach.</p> <p><b>Optyczne metody obrazowania gazów:</b> W obrazowaniu optycznym wykorzystuje się małe lekkie kamery ręczne, które umożliwiają wizualizację wycieków gazu w czasie rzeczywistym, tak aby pojawiały się one jako "dym" na rejestratorze wideo wraz z normalnym obrazem danego komponentu, w celu łatwego i szybkiego zlokalizowania znaczących wycieków związków organicznych. Aktywne systemy wytwarzają obraz z rozproszonym wstecznie światłem laserowym w podczerwieni odbijanym na elemencie i jego otoczeniu. Systemy pasywne oparte są na naturalnym promieniowaniu podczerwonym urządzeń oraz ich otoczenia.</p>
Pomiar rozproszonych emisji LZO	Lotne związki organiczne	<p>Metody detekcji LZO oraz obrazowania gazów optycznych zostały opisane w ramach programu wykrywania i naprawy nieszczelności.</p> <p>Pełny przegląd i kwantyfikację emisji z instalacji można przeprowadzić przy zastosowaniu odpowiedniej kombinacji metod uzupełniających, np. przepuszczalności promieniowania słonecznego (SOF) lub lidaru absorpcji różnicowej (DIAL). Wyniki te można wykorzystać do oceny trendu w czasie, kontroli krzyżowych oraz aktualizacji/zatwierdzenia bieżącego programu LDAR.</p> <p><b>Przepuszczalność promieniowania słonecznego (SOF):</b> Technika ta opiera się na rejestracji i spektrometrycznej analizie transformacyjnej Fouriera szerokopasmowego widma promieniowania podczerwonego lub ultrafioletowego/widocznego światła słonecznego wzdłuż danej linii geograficznej, przecinając kierunek wiatru i przecinając smugi LZO</p> <p><b>Lidar absorpcji różnicowej (DIAL):</b> Jest to technika laserowa wykorzystująca lidar absorpcji różnicowej (wykrywanie światła i zasięg), która jest analogiem optycznym RADAR-u opartego na falach radiowych. Polega ona na wstecznym rozpraszaniu impulsów wiązki laserowej przez aerozole atmosferyczne oraz analizie właściwości spektralnych</p>

zwróconego światła zebranego za pomocą teleskopu.

### 6.6.3 Emisje do wody

Technika	Redukowane zanieczyszczenia	Opis
Proces z osadem czynnym	Biodegradowalne związki organiczne	Biologiczne utlenianie rozpuszczonych zanieczyszczeń organicznych z tlenem przy użyciu metabolizmu mikroorganizmów. W obecności rozpuszczonego tlenu (wtryskiwanego jako powietrze lub czysty tlen) składniki organiczne przekształcane są w dwutlenek węgla, wodę lub inne metabolity oraz biomasę (tj. osad czynny). Mikroorganizmy są utrzymywane w zawieszynie w ściekach, a cała mieszanina jest napowietrzana mechanicznie. Mieszanina osadu czynnego jest przesyłana do instalacji separacyjnej, gdzie osad jest poddawany recyklingowi do zbiornika napowietrzającego.
Adsorpcja	Adsorbowalne rozpuszczalne, niebiodegradowalne lub hamujące zanieczyszczenia, np. węglowodory, rtęć, AOX	Metoda separacji, w której związki (tj. zanieczyszczenia) w cieczy (tj. ścieki) są zatrzymywane na powierzchni stałej (zazwyczaj węgiel aktywny).
Utlenianie chemiczne	Utlenialne rozpuszczalne zanieczyszczenia niebiodegradowalne lub hamujące, np. azotyn, cyjanek.	Związki organiczne są utleniane do związków mniej szkodliwych i łatwiej ulegających biodegradacji. Techniki obejmują utlenianie na mokro lub utlenianie ozonem lub nadtlenkiem wodoru, opcjonalnie wspomagane przez katalizatory lub promieniowanie UV. Utlenianie chemiczne jest również wykorzystywane do rozkładu związków organicznych wydzielających odory, posiadających smak i kolor oraz do celów dezynfekcji.
Redukcja chemiczna	Zanieczyszczenia rozpuszczalne, niebiodegradowalne lub hamujące, np. CR6+ (Cr(VI)).	Redukcja chemiczna polega na przekształcaniu zanieczyszczeń poprzez chemiczne środki redukujące w podobne, ale mniej szkodliwe lub niebezpieczne związki.
Koagulacja i flokulacja	Zawiesinowe substancje stałe i metale zawarte w pyle	Koagulacja i flokulacja stosowane są do oddzielania zawiesin od ścieków i często przeprowadzane są w kolejnych etapach. Koagulacja odbywa się poprzez dodanie koagulantów o ładunkach przeciwnych do ładunków cząstek zawieszonych. Flokulacja jest przeprowadzana poprzez dodanie polimerów, tak aby zderzenia cząstek mikroklęsków powodowały ich wiązanie w celu wytworzenia większych klęsków. Powstałe klęski są następnie oddzielane przez sedymentację, flotację powietrzną lub filtrację.

Destylacja/rektyfikacja	Rozpuszczalne, niebiodegradowalne lub hamujące zanieczyszczenia, które mogą być destylowane, np. niektóre rozpuszczalniki	Destylacja jest techniką rozdzielania związków o różnych punktach wrzenia poprzez częściowe odparowanie i ponowne skondensowanie. Destylacja ścieków polega na usuwaniu zanieczyszczeń ze ścieków o niskiej temperaturze wrzenia poprzez przeniesienie ich do fazy gazowej. Destylacja odbywa się w kolumnach, wyposażonych w płyty lub materiał opakowaniowy, a następnie w skraplaczu.
Wyrównywanie	Wszystkie zanieczyszczenia	Bilansowanie przepływów i wsadu zanieczyszczeń przy użyciu zbiorników lub innych technik zarządzania.
Odparowywanie	Zanieczyszczenia rozpuszczalne	Wykorzystanie destylacji (patrz wyżej) do koncentracji wodnych roztworów substancji wysokowrzących do dalszego wykorzystania, przetwarzania lub usuwania (np. spalanie ścieków) poprzez przeniesienie wody do fazy gazowej. Jest ona zazwyczaj wykonywana w wieloetapowych jednostkach ze zwiększającą się próżnią, w celu zmniejszenia zapotrzebowania na energię. Para wodna ulega kondensacji i może być ponownie wykorzystana lub usunięta jako ścieki.
Filtracja	Zawiesinowe substancje stałe i metale zawarte w pyle	Oddzielanie ciał stałych od ścieków poprzez przepuszczanie ich przez medium porowate, np. filtracja piaskiem, mikrofiltracja i ultrafiltracja.
Flotacja		Oddzielanie cząstek stałych lub ciekłych od ścieków poprzez mocowanie ich do drobnych pęcherzyków gazu, zwykle powietrza. Cząsteczki pływające gromadzą się na powierzchni wody i są zbierane za pomocą odpieniaczy (skimmerów).
Wymiana jonowa	Rozpuszczalne w jonach, niebiodegradowalne lub hamujące zanieczyszczenia, np. metale.	Zatrzymanie niepożądanych lub niebezpiecznych składników jonowych ścieków i zastąpienie ich bardziej akceptowalnymi jonami przy użyciu żywicy jonowymiennej. Zanieczyszczenia są tymczasowo zatrzymywane, a następnie uwalniane do płynu do regeneracji lub płukania wstecznego.
Bioreaktor membranowy	Biodegradowalne związki organiczne	Kombinacja oczyszczania osadu czynnego i filtracji membranowej. Stosowane są dwa warianty: a) zewnętrzna pętla recyrkulacyjna pomiędzy zbiornikiem osadu czynnego a modułem membranowym; oraz b) zanurzenie modułu membranowego w napowietrzonym zbiorniku osadu czynnego, gdzie ścieki są filtrowane przez wydrążoną membranę z włókna, a biomasa pozostaje w zbiorniku.
Filtracja membranowa	Zawiesinowe substancje stałe i metale zawarte w pyle	Mikrofiltracja (MF) i ultrafiltracja (UF) to procesy filtracji membranowej, które zatrzymują i koncentrują po jednej stronie membrany zanieczyszczenia takie jak zawarte w ściekach cząstki zawieszone i koloidalne.

Neutralizacja	Kwasy, zasady	Dostosowanie pH ścieków do poziomu neutralnego (około 7) poprzez dodanie substancji chemicznych. Wodorotlenek sodu (NaOH) lub wodorotlenek wapnia (Ca(OH) <sub>2</sub> ) może być stosowany do podniesienia pH, natomiast kwas siarkowy (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ), kwas solny (HCl) lub dwutlenek węgla (CO <sub>2</sub> ) może być stosowany do obniżenia pH. Podczas neutralizacji mogą wystąpić strącenia niektórych substancji zanieczyszczających.
Nitryfikacja/denitryfikacja	Azot całkowity, amoniak	Dwuetapowy proces, który jest zazwyczaj włączany do biologicznych oczyszczalni ścieków. Pierwszym krokiem jest nitryfikacja tlenowa, w której mikroorganizmy utleniają amon (NH <sub>4+</sub> ) do azotynu pośredniego (NO <sub>2</sub> -), który następnie utlenia się do azotanu (NO <sub>3</sub> -). W kolejnym etapie denitryfikacji anoksydacyjnej mikroorganizmy chemicznie redukują azotany do azotu.
Separacja olej woda	Oleje/smary	Rozdzielanie oleju i wody, a następnie usuwanie oleju poprzez grawitacyjną separację wolnego oleju, przy użyciu urządzeń separujących lub rozbijania emulsji (przy użyciu chemikaliów rozbijających emulsje, takich jak sole metali, kwasy mineralne, adsorbenty i polimery organiczne).
Sedymentacja (osadzanie się)	Zawiesinowe substancje stałe i metale zawarte w pyłe	Separacja cząstek zawieszonych poprzez grawitacyjne osiadanie.
Strącanie (wytrącanie, wydzielenie)	Zanieczyszczenia rozpuszczalne, niebiodegradowalne lub hamujące, np. metale, fosfor.	Przekształcanie rozpuszczonych zanieczyszczeń w związki nierozpuszczalne poprzez dodanie środków strącających. Powstałe osady stałe są następnie oddzielane przez sedymentację, flotację powietrzną lub filtrację.
Odpędzanie (stripping)	Zanieczyszczenia możliwe do oczyszczenia, np. siarkowodor (H <sub>2</sub> S), amoniak (NH <sub>3</sub> ), niektóre adsorbowalne związki chloroorganiczne (AOX), węglowodory	Odprowadzanie zanieczyszczeń usuwalnych z fazy wodnej przez fazę gazową (np. parę wodną, azot lub powietrze), która przechodzi przez ciecz. Zostają one następnie odzyskane (np. poprzez kondensację) w celu dalszego wykorzystania lub utylizacji. Efektywność usuwania może być zwiększona poprzez podniesienie temperatury lub zmniejszenie ciśnienia.



## 6.6.4 Techniki sortowania

Technika	Opis
Separacja powietrzna (klasyfikacja powietrzna, klasyfikacja powietrzem)	Separacja powietrzna (lub klasyfikacja powietrzna, lub klasyfikacja powietrzem) jest procesem przybliżonego sortowania suchych mieszanek o różnej wielkości cząsteczek na grupy lub klasy w punktach cięcia w zakresie od mesh 10 (mesz) do rozmiarów mniejszych. Klasyfikatory powietrzne (zwane również windsifters) uzupełniają ekrany w zastosowaniach wymagających punktów cięcia poniżej komercyjnych rozmiarów ekranów oraz uzupełniają sита i ekrany do grubszych cięć, w przypadku gdy uzasadniają to szczególne zalety separacji powietrznej.
Separator wszystkich metali	Metale (żelazne i nieżelazne) są sortowane za pomocą cewki detekcyjnej, w której na pole magnetyczne mają wpływ cząstki metalu, połączonej z procesorem sterującym strumieniem powietrza do wyrzucania wykrytych materiałów.
Elektromagnetyczna separacja metali nieżelaznych	Metale nieżelazne są sortowane za pomocą separatorów wiropędowych. Prąd wirowy jest indukowany przez serię wirników magnetycznych lub ceramicznych na głowicy przenośnika, która obraca się z dużą prędkością niezależnie od przenośnika. Proces ten wywołuje tymczasowe siły magnetyczne w metalach niemagnetycznych o tej samej polaryzacji co wirnik, powodując odpychanie metali, a następnie oddzielenie ich od innych materiałów wsadowych.
Separacja manualna (ręczna)	Materiał jest ręcznie oddzielany za pomocą oględzin dokonywanych przez personel na taśmie odbioru lub na podłodze w celu selektywnego usunięcia materiału docelowego z ogólnego strumienia odpadów, lub usunięcia zanieczyszczeń ze strumienia wyjściowego w celu zwiększenia czystości. Technika ta jest zazwyczaj ukierunkowana na surowce wtórne (szkło, tworzywa sztuczne itp.) oraz wszelkie zanieczyszczenia, materiały niebezpieczne i materiały ponadgabarytowe, takie jak WEEE.
Separacja magnetyczna	Metale żelazne są sortowane za pomocą magnesu, który przyciąga materiały z metali żelaznych. Może się to odbywać na przykład za pomocą nadtaśmowego separatora magnetycznego lub bębna magnetycznego.
Spektroskopia w bliskiej podczerwieni (NIRS)	Materiały są sortowane za pomocą czujnika bliskiej podczerwieni, który skanuje całą szerokość przenośnika taśmowego i przekazuje charakterystyczne widma różnych materiałów do procesora danych, który steruje strumieniem powietrza do wyrzucania wykrytych materiałów. Ogólnie rzecz biorąc, NIRS nie nadaje się do sortowania czarnych materiałów.
Separatory flotacyjno-sedymentacyjne (zbiorniki flotacyjno-sedymentacyjne)	Materiały stałe są rozdzielane na dwa strumienie poprzez wykorzystanie ich różnej gęstości.
Separacja wielkości (separacja pod względem rozmiaru)	Materiały są sortowane zgodnie z wielkością cząsteczek. Może to być realizowane przez sита bębnowe, sита oscylacyjne liniowe i okrągłe, sита typu flip-flop, sита płaskie, sита bębnowe oraz ruszty ruchome.
Stół wibracyjny	Materiały są rozdzielane w zależności od ich gęstości i wielkości, poruszając się (w zawiesinie w przypadku stołów mokrych lub mokrych separatorów gęstości) po pochylonym stole, który oscyluje do przodu i do tyłu.
Systemy rentgenowskie (systemy RTG)	Składniki materiału są sortowane według różnych ich gęstości, składników halogenowych lub składników organicznych przy pomocy promieni rentgenowskich. Właściwości różnych materiałów są przekazywane do procesora danych, który steruje strumieniem powietrza w celu wyrzucenia wykrytych materiałów.

### 6.6.5 Techniki zarządzania

Plan zarządzania wypadkami	Plan zarządzania wypadkami jest częścią EMS (zob. BAT 1) i identyfikuje zagrożenia stwarzane przez zakład i związane z tym ryzyko oraz określa środki mające na celu przeciwdziałanie tym zagrożeniom. Uwzględnia wykaz substancji zanieczyszczających obecnych lub mogących się pojawić, które mogłyby mieć konsekwencje dla środowiska w przypadku ich ucieczki.
Plan zarządzania pozostałościami	Plan zarządzania pozostałościami jest częścią EMS (zob. BAT 1) i jest zestawem środków mających na celu 1) zminimalizowanie powstawania pozostałości po przetwarzaniu odpadów, 2) optymalizację ponownego wykorzystania, regeneracji, recyklingu i/lub odzysku energii z pozostałości oraz 3) zapewnienie właściwego usuwania pozostałości.

## 7 NOWE TECHNIKI

W art. 3 pkt 14 dyrektywy 2010/75/UE definiuje pojęcie "nowa technika" jako "nową technikę dla działalności przemysłowej, która, jeżeli zostanie rozwinięta w celach handlowych, może zapewnić albo wyższy ogólny poziom ochrony środowiska, albo co najmniej ten sam poziom ochrony środowiska oraz większe oszczędności kosztów niż istniejące najlepsze dostępne techniki". Niniejszy rozdział zawiera technologie, które mogą pojawić się w niedalekiej przyszłości i które mogą znaleźć zastosowanie w sektorze przetwarzania odpadów.

### 7.1 Techniki ogólne

#### 7.1.1 Analiza online metodą fluorescencji rentgenowskiej (XRF)

##### Opis

Technika analizy online jest jednym z najnowszych osiągnięć w dziedzinie analizy i zapewnienia jakości. Może być używana do wszystkich zastosowań w przygotowywaniu stałych paliw z odzysku.

##### Szczegóły techniczne

Analiza online jest stosowana w przypadku materiałów rozdrobnionych i/lub nierozdrobnionych, z automatyczną eliminacją materiałów, które nie spełniają kryteriów jakości, np. w przypadku stałych paliw z odzysku - szczególnie w przypadku przekroczenia wartości chloru i/lub bromu.

Technika ta opiera się na szybkiej metodzie analizy fluorescencji rentgenowskiej (XRF), w ramach której duża ilość rozdrobnionych lub nierozdrobnionych materiałów (w zależności od parametrów technicznych i definicji) może być wykrywana i/lub analizowana co godzinę i może być automatycznie eliminowana poprzez zawyżanie zapasów nominalnych.

Konfigurowanie jednostki pomiarowej i/lub analizatora odbywa się bezpośrednio nad przenośnikiem. Pod jednostką pomiarową i/lub analizatorem skierowany jest możliwie jednorodny strumień materiału, który jest analizowany i/lub mierzony.

W przypadku przekroczenia wartości granicznej następuje sygnał elektroniczny (cyfrowy lub analogowy). Przy użyciu oprogramowania i/lub jednostki elektronicznej, materiał, którego dotyczy zastrzeżenie, jest automatycznie (mechanicznie, hydraulicznie, pneumatycznie, elektrostatycznie lub magnetycznie) usuwany. Jednostka pomiarowa i/lub analizator mogą być wyposażone w jedną lub więcej lamp rentgenowskich lub w jedną lub więcej detektorów.

Jako dodatkowa kontrola i zapewnienie jakości materiału wejściowego można zastosować również urządzenie ręczne. Ręczne urządzenie jest także oparte na metodzie fluorescencji rentgenowskiej i może być wykorzystywane w szczególności do wykrywania i/lub analizy chloru, bromu i metali ciężkich.

##### Korzyści dla środowiska

Za pomocą omówionego narzędzia można wykrywać i analizować następujące pierwiastki (w zależności od wyposażenia i oprogramowania): Cl, Br, Cd, Hg, Pb, As, Se, Ni, Sb, Cu, Ba, Cr, Sn, Mo, Zn, Sr, Fe, Co, Ti, V, Rb, Ir, Pt, Au, Ag, Pd, Nb, W, Bi, Mn, Ta, Zr, Hf i Re.

##### Oddziaływanie na procesy i środowisko

Nie dostarczono danych.

##### Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne

Nie dostarczono danych.

##### Ekonomika

Nie dostarczono danych.

**Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Narzędzie to można stosować praktycznie do wszystkich rodzajów recyklingu metali, tworzyw sztucznych, drewna, szkła, odpadów zmielonych, szlamu i metali nieżelaznych.

**Przykładowe zakłady**

Nie dostarczono danych.

**Literatura źródłowa**

[\[18. WT TWG 2004\]](#)

## 7.2 Przetwarzanie mechaniczne

### 7.2.1 Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych

[26. Podgrupa mech. 2014]

#### 7.2.1.1 Usuwanie lotnych związków organicznych (LZO)

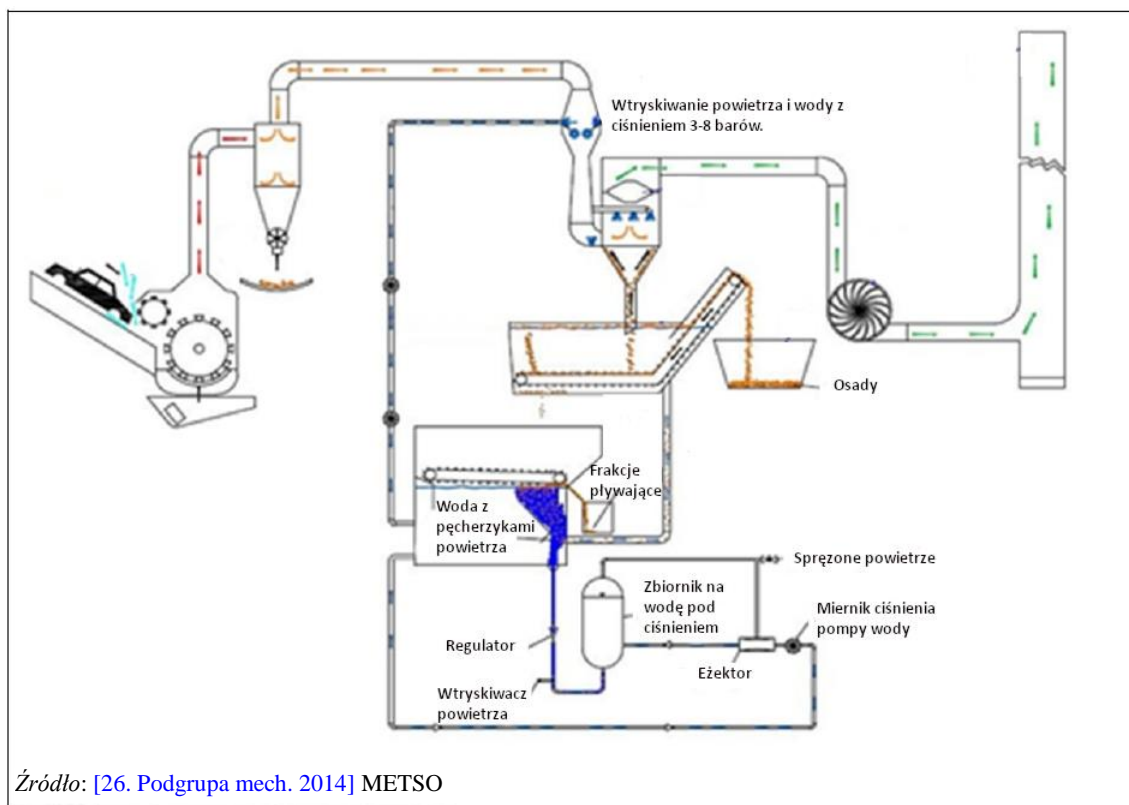
LZO pochodzą z oleju, tłuszczu i wosku obecnych na wejściu do rozdrabniacza. W przeszłości te LZO pochodziły z pojazdów EoLV, dziś EoLV są oczyszczane z zanieczyszczeń paliwem oraz innymi usuwalnymi płynami. Wynika z tego, że wymuszenie oczyszczenia z zanieczyszczeń uniemożliwia przedostanie się większości źródeł LZO do rozdrabniacza. EoLV stanowią 30 % złomu, pozostała część to złom mieszany, a więcej złomu mieszanego oznacza niższe lotne związki organiczne (LZO). LZO w mieszanym złomie mogą pochodzić z pozostałości w puszkach z aerozolem, puszkach po farbach i z pozostałości oleju. Innym źródłem mogą być tworzywa sztuczne, guma oraz utwardzone kleje.

Istnieje kilka podejść technicznych do usuwania LZO z systemów wentylacyjnych rozdrabniaczy. Zasadniczo istnieją cztery rozwiązania:

- kondensacja LZO poprzez chłodzenie wymuszone;
- adsorpcja LZO przez węgiel aktywny;
- niszczenie LZO w regeneracyjnych utleniaczach termicznych;
- rozpuszczanie LZO w cieczach.

Rozpuszczanie LZO w wodzie można łatwo zintegrować z aktualną konfiguracją filtra, ponieważ usuwanie pyłu obejmuje już płuczkę gazową moką.

W skład zestawu wchodzi zmodyfikowana płuczka mokra Venturiego i płuczka do gazów spalinowych, a następnie instalacja uzdatniania wody poprzez flotację (Ilustracja 7.1). Przeprowadzono badania, w wyniku których zebrano LZO z pozostałości czynnika flotacyjnego i, w zależności od wsadu, usunięto ponad 60 % LZO. W ten sposób można zredukować emisje szczytowe. Koszty inwestycyjne związane z redukcją LZO wynoszą około 500 000 EUR na instalację. Wzrost kosztów operacyjnych jest znikomy, podczas gdy ilość odpadów do usunięcia wzrasta o 1-2 m<sup>3</sup> dziennie i może być usuwana razem z innymi pozostałościami. Jakość wody do płukania uległa znacznej poprawie.



**Ilustracja 7.1: Przetwarzanie lotnych związków organicznych**

#### Status

Rozpuszczanie lotnych związków organicznych jest nadal w fazie testowej w odniesieniu do dodawania wody, czystości wody oraz spodziewanych wartości granicznych emisji.

#### 7.2.1.2 Ograniczanie zawartości lotnych związków organicznych (LZO) w powietrzu wylotowym z rozdrabniaczy poprzez jonizację w połączeniu z adsorpcją węglem aktywnym

#### Opis

Technika ta składa się z połączenia jonizacji (utleniania cząsteczek organicznych poprzez wstrzyknięcie zjonizowanego powietrza) i adsorpcji z użyciem węgla aktywnego w celu zmniejszenia emisji LZO.

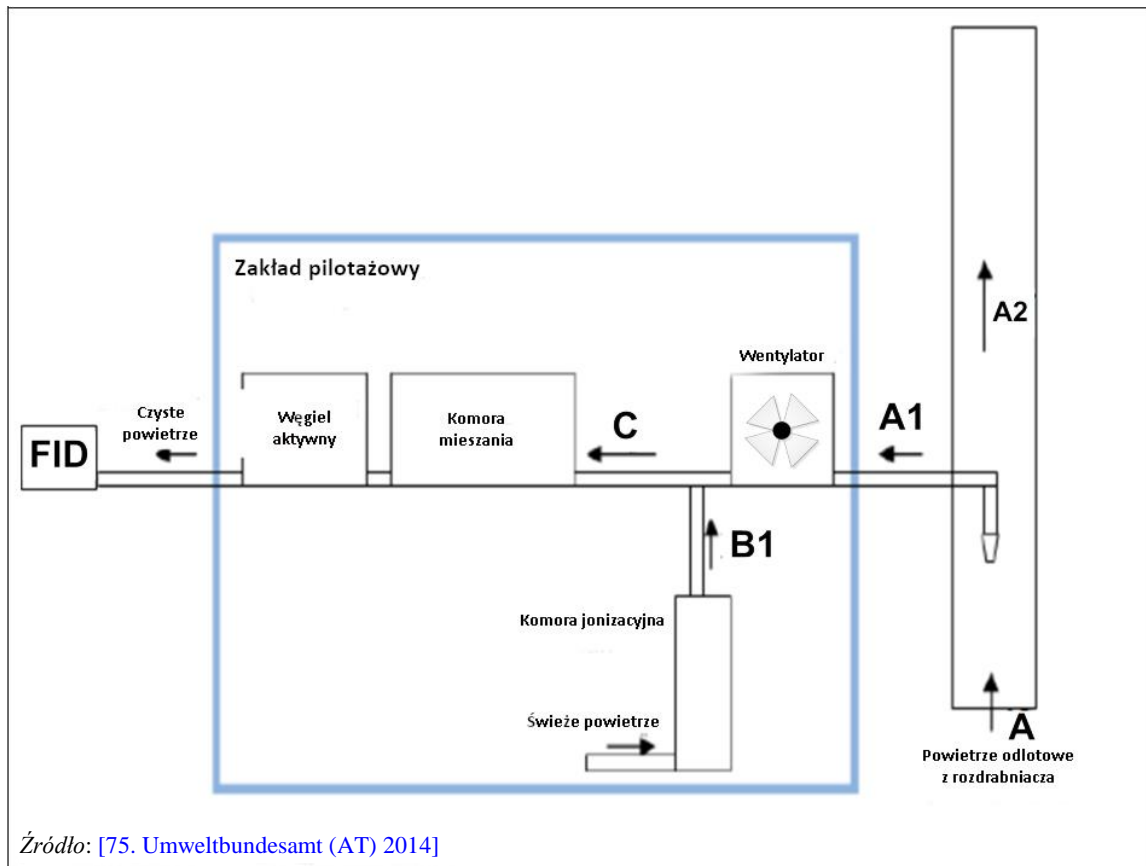
Zazwyczaj łączy się to z ciągłym monitorowaniem emisji LZO.

#### Szczegóły techniczne

Świeże powietrze jest jonizowane w komorze, w której elektrody wytwarzają silne pole elektryczne. Komora jonizacyjna wyposażona jest w filtr wstępny (klasa filtra G4), który umożliwia uzyskanie odpowiednio niskiego poziomu zapylenia w odsysanym powietrzu.

W kolejnej komorze (mieszania) zjonizowany strumień powietrza jest łączony ze strumieniem gazu nieoczyszczonego z rozdrabniacza (15-20 % zjonizowanego powietrza w stosunku do całkowitego powietrza odlotowego), który przeszedł przez filtr w celu zapewnienia wymaganego poziomu zapylenia. W końcu powietrze przechodzi przez filtr z węglem aktywnym. Regeneracja węgla aktywnego odbywa się poprzez ładowanie go tylko zjonizowanym powietrzem, w celu (częściowego) utlenienia zaadsorbowanych cząsteczek, po każdym okresie pracy rozdrabniacza (w nocy, gdy nie jest generowany strumień powietrza odlotowego).

Ilustracja 7.2 przedstawia schemat tej techniki przetestowanej w zakładzie pilotażowym.



**Ilustracja 7.2:** Schemat instalacji pilotażowej przeprowadzającej jonizację i adsorpcję z użyciem węgla aktywnego

**Określenie, kiedy technika ta może stać się dostępna na rynku.**

Opisana technika została przetestowana w jednomiesięcznym teście pilotażowym w austriackim zakładzie rozdrabniającym Loacker Recycling GmbH w 2014 r. Obecnie trwa projekt budowy wielkoskalowego urządzenia filtrującego w zakładzie, na podstawie wyników. Na chwilę obecną czas pracy filtra z węglem aktywnym jest optymalizowany. W niemieckiej fabryce rozdrabniaczy SRP Saarländische Rohprodukte GmbH technika ta jest obecnie testowana w pełnej skali.

**Potencjalna wydajność w porównaniu z istniejącymi najlepszymi dostępnymi technikami**

- Zmniejszona emisja lotnych związków organicznych: skuteczność redukcji emisji LZO okazała się > 95 %.
- Zmniejszona emisja odorów: brak mierzalnego odoru za filtrem.
- Zmniejszona emisja pyłu: znacznie niższy poziom w porównaniu z najnowocześniejszym oczyszczaniem powietrza odlotowego za pomocą cyklonów i płuczek gazowych mokrych.

**Oddziaływanie na procesy i środowisko**

- Zwiększenie wykorzystania energii i surowców (węgiel aktywny).
- Wytwarzanie ozonu w polu elektrycznym komory jonizacyjnej. Jeżeli nie zostanie on w pełni przereagowany w jednostce z węglem aktywnym, może to prowadzić do emisji ozonu.
- Wytwarzanie odpadów niebezpiecznych - nasycony węgiel aktywny do regeneracji.

**Wstępny szacunek kosztów i korzyści**

Koszty inwestycji w typowy zakład rozdrabniający szacuje się na około 1 mln EUR. Czynnikiem decydującym o kosztach są stosowana technika odpylania, przepływy powietrza oraz rodzaj odsprężania wybuchowego.

**Siła napędowa wdrażania**

Lokalne wymagania dotyczące emisji.

**Przykładowe zakłady**

Technika została przetestowana w jednomiesięcznym teście pilotażowym w austriackim zakładzie rozdrabniającym Loacker Recycling GmbH i jest stosowana na pełną skalę przez niemiecką fabrykę rozdrabniaczy SRP Saarländische Rohprodukte GmbH.

**Literatura źródłowa**

[\[75. Umweltbundesamt \(AT\) 2015\]](#)



## 7.3 Przetwarzanie biologiczne

### 7.3.1 Kompostowanie

#### 7.3.1.1 Monitorowanie emisji do atmosfery - technika odwróconego rozproszenia z wykorzystaniem modelu Lagrangiana

##### Opis

Ilościowe określenie całkowitych emisji ulotnych z kompostowni zakładu pracującego w pełnej skali za pomocą techniki odwróconego rozproszenia (odwróconej dyspersji) z wykorzystaniem informacji o stężeniach w punktach położonych z wiatrem i pod wiatr w połączeniu z danymi meteorologicznymi oraz modelem rozproszenia w atmosferze.

##### Szczegóły techniczne

Technika ta może określać wskaźniki emisji z dobrze zdefiniowanych obszarów źródłowych o dowolnym kształcie w dużych skalach przestrzennych i czasowych. Pomiar stężenia może być średnią punktową lub liniową otrzymaną za pomocą analizatorów o ścieżce zamkniętej lub otwartej. Zazwyczaj stosuje się czujniki liniowe, ponieważ zapewniają one lepszą średnią w pióropuszu źródłowym i zmniejszają wrażliwość na zmiany kierunku wiatru. Pozyskiwanie zintegrowanych danych o stężeniu może być realizowane za pomocą kilku rodzajów naziemnych instrumentów optycznego zdalnego wykrywania/teledetekcji (ORS) obejmujących zakresy spektralne od ultrafioletu do podczerwieni, takich jak transformacja Fouriera zarejestrowanego widma interferencyjnego w podczerwieni (OP-FTIR), spektroskopia absorpcji promieniowania ultrafioletowego (UV-DOAS) lub spektroskopia absorpcyjna przy użyciu przestrajalnych diod laserowych (OP-TDLS). Trójwymiarowy anemometr ultradźwiękowy dostarcza kluczowych parametrów wiatru i turbulencji potrzebnych dla modelu dyspersji.

Technika odwróconego rozproszenia wykorzystuje modele dyspersji atmosferycznej do obliczenia teoretycznej zależności pomiędzy wskaźnikiem emisji u źródła (np. kompostownia) a stężeniem z wiatrem (relacja C-Q) w danym stanie atmosfery. Kluczowym elementem tej metody jest dokładny i przyjazny dla użytkownika model dyspersji. Modele stochastyczne Lagrangiana zapewniają najbardziej naturalne i dokładne metody obliczania rozproszenia atmosferycznego (dyspersji atmosferycznej). Modele takie mogą być stosowane w trybie forward lub backward (do przodu lub do tyłu), aby uzyskać relacje C-Q (sensor-source, czujnik-źródło). W tym przypadku pojedyncze cząstki są uwalniane z określonego obszaru źródłowego, a dyspersja cząstek jest modelowana za pomocą stochastycznego pola przepływu turbulentnego (np. LASAT - Lagrangian Simulation of Aerosol Transport; Janicke Consulting, 2011; LASAT - Symulacja Lagrangiana przepływu aerozoli). W przypadku odwrotnym stosuje się ten sam formalizm, ale cząsteczki są modelowane odwrotnie w czasie, gdy przemieszczają się pod wiatr od czujnika stężenia. Analizując trajektorie wsteczne, rejestrowane są miejsca styku cząstek w obszarze źródłowym (np. Windtrax – bLS dispersion model; Flesch et al., 1995; Windtrax - model dyspersji bLS; Flesch i inni, 1995). Wybór odpowiedniego modelu dyspersji zależy m.in. od warunków panujących na terenie zakładu (np. położenia budynków czy topografii). Podczas gdy model dyspersji bLS okazał się szczególnie dobrym wyborem do obliczania zależności C-Q dla źródeł naziemnych oraz do obserwacji stężenia mierzonego w idealnych warunkach w pobliżu źródła, LASAT zawiera spójny diagnostyczny model pola wiatru, który uwzględnia turbulencje w złożonym terenie oraz efekty recyrkulacji powietrza występujące wokół budynków.

Przy stosowaniu tej metody należy uwzględnić następujące aspekty:

- Technika odwróconego rozproszenia w celu oszacowania mocy źródła zależy od dobrego opisu dyspersji atmosferycznej, a wiadomo, że jest trudne w ekstremalnych warunkach stabilności i/lub niskich prędkościach wiatru.
- Stężenie powinno być mierzone na tyle daleko z wiatrem, aby uniknąć turbulencji wiatrowych, ale wystarczająco blisko, aby w sposób znaczący zmierzyć wzrost stężenia.

Odległość progowa powinna być ponad dziesięciokrotnie większa od wysokości dominującej dla wiatru przeszkody.

#### **Korzyści dla środowiska**

Ilościowe określenie całkowitych emisji ulotnych z kompostowni pracującej na pełną skalę.

#### **Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Wskaźniki emisji można określić ilościowo z niepewnością mniejszą niż 10-20 %. Do tej pory technika odwróconego rozproszenia była wykorzystywana głównie w dziedzinie badań. Jest jednak na dobrej drodze do stania się metodą znormalizowaną, np. dla składowisk odpadów (norma stowarzyszona VDI 4285). Dostępny jest również przewodnik dotyczący jej zastosowania w biogazowniach [\[205. Liebetrau i inni 2013\]](#).

Należy wspomnieć, że nadal istnieje potrzeba przeprowadzenia badań nad ograniczeniami modeli dyspersji dla konkretnych zastosowań. Ponadto pomiary i modelowanie wymagają odpowiedniej wiedzy technicznej.

#### **Ekonomia**

Nie dostarczono danych.

#### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Metodę wykorzystano do scharakteryzowania emisji ulotnych pochodzących z dużych obszarów, w tym ze składowisk odpadów, działalności rolniczej, biogazowni [\[206. Flesch i inni 2011\]](#), [\[207. Hrad i inni 2014\]](#) oraz kompostowania na pełną skalę na otwartej wietrznej powierzchni [\[207. Hrad i inni 2014\]](#).

#### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Nie zidentyfikowano.

#### **Siła napędowa wdrażania**

Ilościowe określenie poziomów emisji przy zmniejszonej niepewności.

#### **Przykładowe zakłady**

Nie dostarczono danych.

#### **Literatura źródłowa**

[\[209. Podgrupa biologiczna 2015\]](#), [\[206. Flesch i inni 2011\]](#), [\[207. Hrad i inni 2014\]](#), [\[208. Hrad i inni 2014\]](#), [\[205. Liebetrau i inni 2013\]](#)

### **7.3.1.2 Kompostowanie w silosie**

#### **Opis**

Kompostowanie w pojemnikach/silosie to metoda kompostowania, która odbywa się w zamkniętych pojemnikach, pozwalająca na naturalne dostarczanie tlenu (proces tlenowy). Metoda może być stosowana w odniesieniu do organicznych odpadów domowych, osadów ściekowych, odpadów ogrodowych, obornika zwierzęcego oraz innych substancji organicznych.

#### **Szczegóły techniczne**

Instalacja składa się z zadaszonej przestrzeni z możliwością magazynowania różnych frakcji odpadów, co pozwala uniknąć wydostawania się odorów i niekontrolowanych wycieków wody.

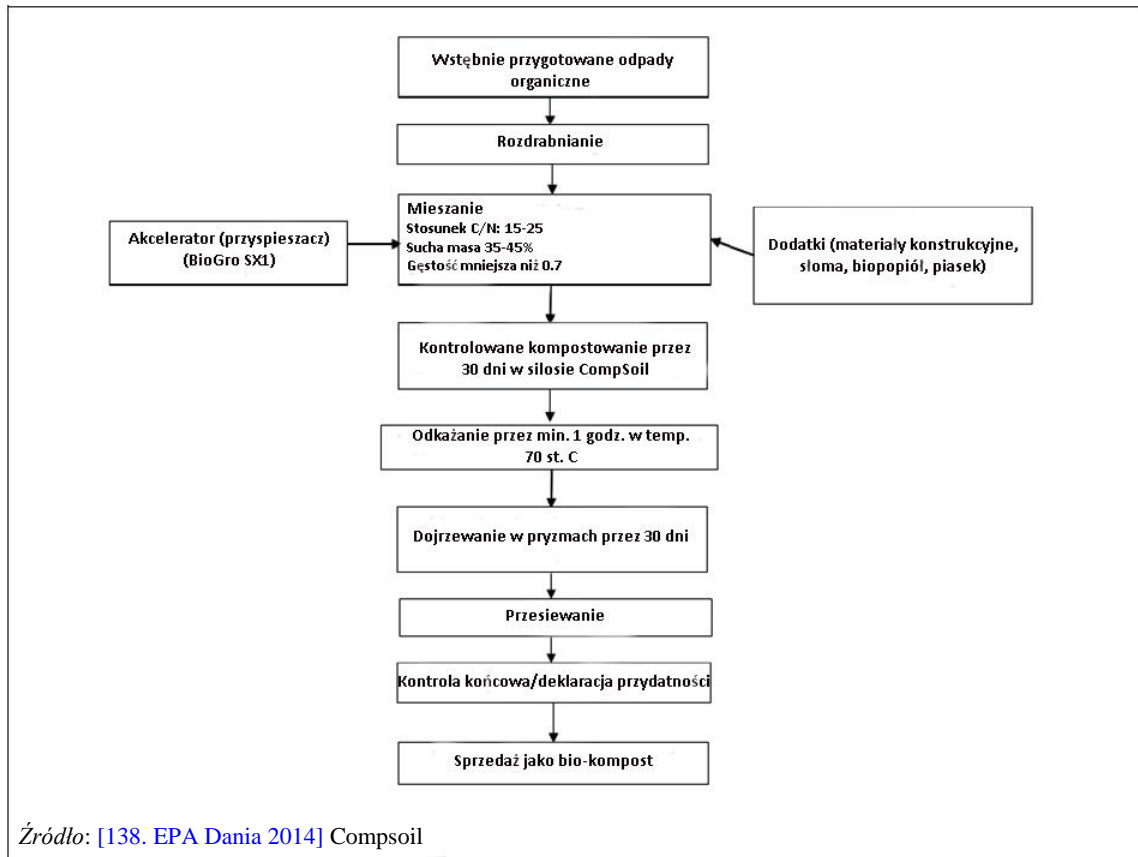
Ładowarka czołowa ładuje różne frakcje do mieszalni, gdzie są one układane warstwowo. Wszelkie zanieczyszczenia takie jak kamienie i tworzywa sztuczne są ręcznie usuwane. Mieszalnik wyposażony jest w ogniwa obciążnikowe, które śledzą ilość każdej frakcji wprowadzanej do mieszalnika w celu optymalizacji tlenowego procesu biologicznego. Do mieszanki dodawana jest kultura bakteryjna, która przyspiesza i usprawnia proces biologiczny. W zależności od pożądanego bio-kompostu, który ma być wyprodukowany, dodaje się dodatki, na przykład w postaci materiałów konstrukcyjnych, słomy, biopopiołu lub piasku.

Przenośnik taśmowy transportuje zmieszany materiał do pojemnika, w którym odbywa się faktyczne kompostowanie. Kompostowanie może odbywać się pod dachem lub na wolnym powietrzu.

Zbiornik wyposażony jest w pokrywę lub klapę uchylną, wentylację szczytową oraz piramidalne dno z podwójną perforowaną płytą. Konstrukcja umożliwia swobodne przepuszczanie powietrza przepływającego przez rurę na dole przez materiał, bez użycia energii. Bezprzewodowy czujnik temperatury rejestruje temperaturę co pół godziny. Temperatura z reguły wynosi około 60 °C po dwudniowym pobycie.

Po około 30 dniach kompost jest odkażany poprzez utrzymanie temperatury 70 °C przez jedną godzinę w trakcie procesu.

Następnie kompost spiętrza się w pryzmie przez kolejne 30 dni, po czym jest analizowany i deklarowany jako gotowy do wprowadzenia do obrotu jako bio-kompost - nawóz organiczny i kondycjoner gleby. Całkowity czas przetwarzania wynosi zazwyczaj dwa miesiące. Proces pokazano graficznie na ilustracji 7.3.



**Ilustracja 7.3: Kompostowanie w silosie**

#### Potencjalne wyniki w porównaniu z istniejącymi BAT (środowisko, wykorzystanie zasobów, dane operacyjne itp.)

Degradacja tlenowa przez mikroorganizmy jest przyspieszana przez zastosowanie kultury bakteryjnej, dzięki czemu czas przetwarzania jest znacznie krótszy niż kompostowanie w pryzmach (dwa miesiące w porównaniu z czterema miesiącami).

W porównaniu z kompostowaniem w pryzmach emisje odorów są bardzo niskie: pomiar na pełną skalę wykazał średnio 0,66 OUE/s na tonę. Utrata azotu w procesie kompostowania w pojemnikach/silosach jest mniejsza niż w przypadku kompostowania w pryzmach (6 % w porównaniu z 25 %).

Zużycie energii jest znacznie niższe niż w przypadku kompostowania w pryzmach lub kompostowania w skrzyniach/tunelach: 25 kWh na tonę wsadu odpadów w porównaniu z 30 kWh w przypadku kompostowania pryzmowego.

Proces ten pozwala na rozpad ksenobiotyków, środków farmaceutycznych i środków higieny osobistej na skutek degradacji tlenowej.

**Wstępny szacunek kosztów i korzyści**

Koszty operacyjne są niższe niż koszty kompostowania w przyzmach (150 DKK w porównaniu do 300 DKK na tonę odpadów wejściowych).

**Zastosowanie**

Metoda ta opiera się na dobrze znanych procesach, a wielkość zakładu może być stale dostosowywana w zależności od potrzeb poprzez inwestycje w zbiorniki/silosy i przestrzeń dla zakładu.

**Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Proces kompostowania jest konsumentem netto energii do zasilania maszyn itp.

**Sila napędowa wdrażania**

- I. Korzyści środowiskowe.
- II. Ograniczenie magazynowania i spalania odpadów.
- III. Recykling substancji organicznych w układzie biologicznym.

**Harmonogram dostępności**

Oczekiwano, że technika ta będzie dostępna w połowie 2015 roku.

**Przykładowe zakłady**

Compoil A/S, Trinderupevej 10, 9500 Hobro, Denmark.

**Literatura źródłowa**

[138. [EPA Dania 2014](#)]

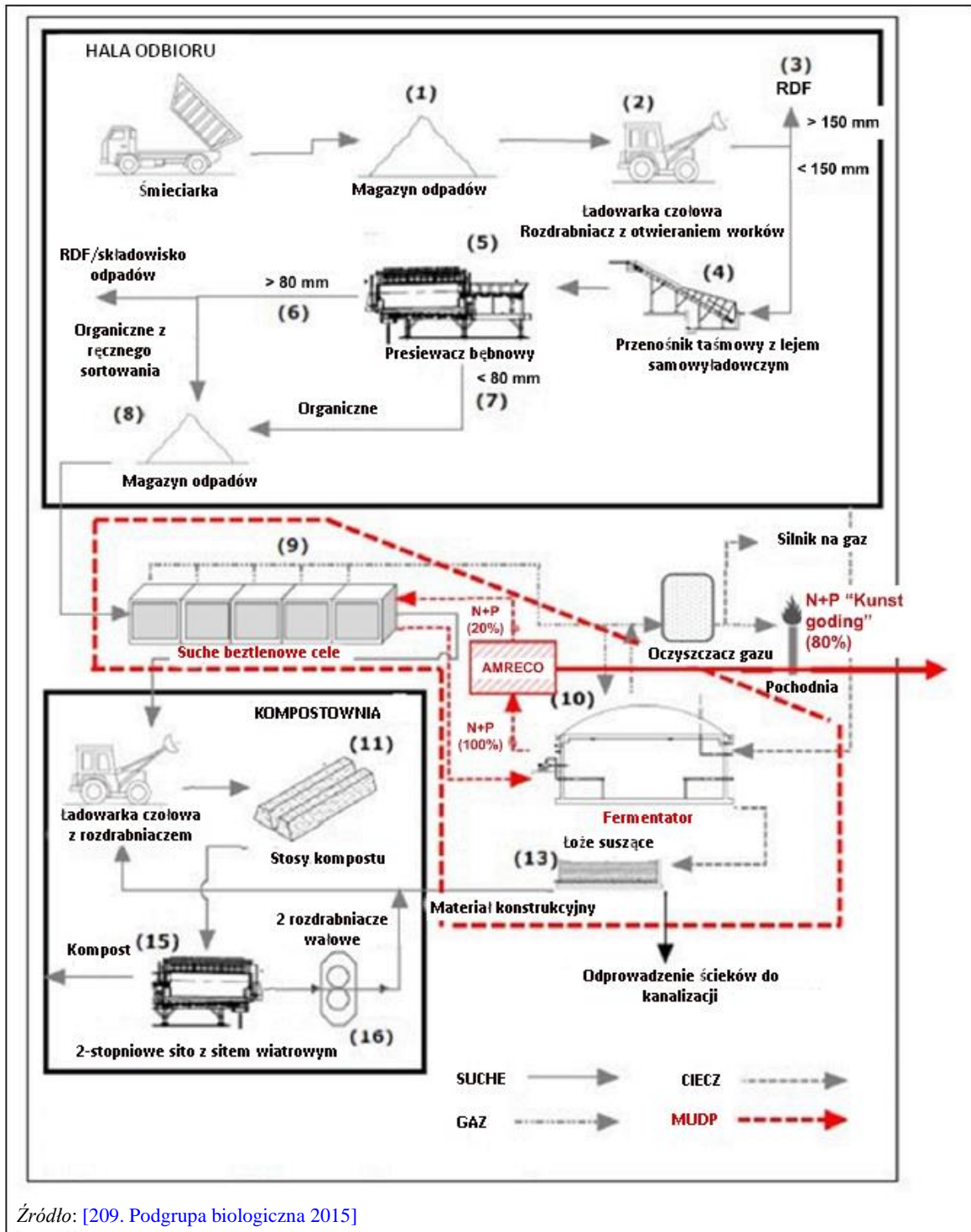
**7.3.2 Uzdatnianie beztlenowe****7.3.2.1 Sucha fermentacja beztlenowa odpadów organicznych z gospodarstw domowych****Opis**

Usuwanie, zbieranie i recykling azotu i fosforu ze ścieków z zakładu suchej fermentacji beztlenowej (DAD) przetwarzającego niesortowane komunalne odpady stałe.

**Szczegóły techniczne**

Nowa, kompaktowa instalacja (AMRECO) została opracowana do chemicznego usuwania i recyklingu z cieczy azotu i fosforu w kombinowanej instalacji biogazowo-kompostującej MSW w Tajlandii, w oparciu o suchy proces beztlenowy (DAD). Proces ten pokazano na ilustracji 7.4.

Usuwanie azotu i fosforu opiera się na wytrącaniu fosforanu amonowo-magnezowego (MAP).



Ilustracja 7.4: Proces suchej fermentacji beztlenowej (DAD)

W rezultacie poprawia się wydajność gazu oraz odzyskanie i przekształcanie składników odżywczych z odpadów w cenny "czysty" nawóz. Celem tej techniki jest:

- optymalizacja produkcji biogazu poprzez zmniejszenie obciążenia N w procesie beztlenowym;
- odzyskanie/wykorzystanie N i P przez nowy proces chemicznego strącania;
- sporządzenie dokumentacji testów instalacji i procesów, która może być wykorzystana do oczyszczania/regeneracji N i P również z innych rodzajów płynów (ścieków, odcieków ze składowisk itp.)

W porównaniu z tradycyjnymi beztlenowymi biogazowniami mokrymi, instalacje DAD mają niskie wymagania dotyczące struktury fizycznej i składu odpadów, co sprawia, że proces ten jest optymalny dla fermentacji niesortowanych odpadów komunalnych.

#### **Wyniki w zakresie ochrony środowiska oraz dane operacyjne**

Skutki dla środowiska naturalnego są następujące:

1. Zwiększona produkcja biogazu dzięki zmniejszonemu działaniu hamującemu amoniaku. Docelowa produkcja biogazu w instalacji pilotażowej wynosi 1,1 mln m<sup>3</sup> /rok. Przewiduje się wzrost wydajności o około 10 %, tj. 100 000 m<sup>3</sup> biogazu rocznie (60 ton/rok) dla tej instalacji.
2. Pozyskiwanie N i P z wody. Szacunkowe roczne ilości z instalacji pilotażowej wynoszą 15-20 ton azotu i 3-5 ton fosforu.

Podobne korzyści dla środowiska naturalnego spodziewane są w przypadku oczyszczalni osadów ściekowych. Wysokie stężenie azotu w ściekach z beztlenowych zbiorników do fermentacji osadów często prowadzi do nadmiernego obciążenia istniejącego biologicznego procesu oczyszczania i może skomplikować jego proces w zakładzie. Usuwanie azotu i fosforu ze ścieków może zwiększyć wydajność oczyszczania ścieków i może być poważną alternatywą dla rozbudowy zakładu. Oznacza to również zbieranie azotu i fosforu zamiast "odparowywanie" azotu do atmosfery.

Technika ta nie jest jeszcze dostępna na rynku, a ostateczny test instalacji pilotażowej zaplanowano na rok 2015.

#### **Względy techniczne istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania**

Nie dostarczono danych.

#### **Oddziaływanie na procesy i środowisko**

Nie dostarczono danych.

#### **Siła napędowa wdrażania**

Celem tego projektu jest również oszczędność kosztów. AMRECO stosowany w połączeniu z innymi beztlenowymi technologiami procesowymi (np. UASB) będzie w stanie obniżyć koszty związane z oczyszczaniem ścieków, np. w przemyśle spożywczym.

Odzysk azotu i fosforu ze strumieni odpadów jest również siłą napędową.

#### **Ekonomia**

Nie dostarczono danych.

#### **Przykładowe zakłady**

Zakład demonstracyjny AMRECO, Tajlandia.

#### **Literatura źródłowa**

[\[209. Podgrupa biologiczna 2015\]](#), [\[210. SKAP 2017\]](#)

## 8 UWAGI KOŃCOWE ORAZ ZALECENIA DOTYCZĄCE PRZYSZŁYCH PRAC

### Harmonogram procesów przeglądu

Najważniejsze kamienie milowe procesu przeglądu podsumowano w tabeli 8.1.

**Tabela 8.1: Kluczowe etapy procesu weryfikacji dokumentu BREF dotyczącego unieszkodliwiania odpadów**

Kamień milowy	Data
Reaktywacja technicznej grupy roboczej (TWG)	24 czerwiec 2013
Dostarczenie stanowisk początkowych stron	29 lipiec 2013
Spotkanie inauguracyjne	25 - 28 listopad 2013
Opracowanie kwestionariuszy	Wrzesień 2013 do czerwiec 2014
Zbieranie informacji/danych	Sierpień 2013 do listopad 2014
Projekt 1 zmienionego dokumentu WT BREF	Grudzień 2015
Koniec okresu na zgłoszenie uwag do projektu 1 (otrzymano 3413 uwag)	18 marzec 2016
Finałowe spotkanie TWG	19 - 23 marzec 2017

W trakcie procesu przeglądu dokumentu BREF w Niemczech i we Francji, odpowiednio w 2015 i 2016 r., odwiedziono łącznie dziewięć zakładów przetwarzania odpadów.

Ponadto zorganizowano dwa spotkania mające na celu poprawę wymiany informacji:

- jedno spotkanie warsztatowe w czerwcu 2015 r. na temat fizyczno-chemicznej obróbki odpadów;
- serię seminariów internetowych we wrześniu 2016 r. na temat danych zebranych za pomocą kwestionariuszy (zob. poniżej).

### Źródła informacji i luki informacyjne

Głównymi źródłami informacji na potrzeby procesu przeglądu były:

- literatura techniczna i naukowa;
- około 300 wypełnionych kwestionariuszy od operatorów zakładów utylizacji odpadów dla różnych procesów;
- dodatkowe informacje członków technicznej grupy roboczej (TWG);
- ponad 3 400 uwag do projektu 1 zmienionego dokumentu BREF;
- informacje zgromadzone podczas wizyt w zakładach;
- wyniki spotkań roboczych oraz seminariów internetowych, o których mowa powyżej;
- wkład wniesiony przez trzy podgrupy tematyczne (zob. poniżej).

Podczas posiedzenia inauguracyjnego postanowiono utworzyć trzy podgrupy tematyczne technicznej grupy roboczej odpowiedzialne za zapewnienie technicznej grupie roboczej wkładu w przegląd tekstu dokumentu BREF z 2006 r:

- podgrupa ds. biologicznego przetwarzania odpadów;
- podgrupa ds. mechanicznego przetwarzania odpadów;
- podgrupa ds. fizyczno-chemicznego przetwarzania odpadów.

Ogółem w BATIS umieszczono ponad 500 dokumentów, a około 200 z nich znajduje się w zmienionym dokumencie WT BREF.

### Stopień konsensusu osiągniętego podczas wymiany informacji

Na końcowym posiedzeniu technicznej grupy roboczej w marcu 2017 r. osiągnięto wysoki stopień porozumienia w sprawie większości konkluzji dotyczących BAT. Wyrażono jednak dziewięć

odmiennych opinii, które spełniają warunki określone w sekcji 4.6.2.2.3.2 decyzji wykonawczej Komisji 2012/119/UE. Zostały one podsumowane w tabeli 8.2 poniżej.

**Tabela 8.2: Podział wyrażonych poglądów**

Konkluzja dotycząca BAT	Odmienne opinie	Pogląd wyrażony przez	Propozycja alternatywna (o ile wystąpiła)
NA	Dodanie konkluzji dotyczącej BAT, która określa, na jakich warunkach BAT polega na mieszanii lub łączeniu odpadów o właściwościach niebezpiecznych, albo z innymi kategoriami odpadów niebezpiecznych, albo z innymi odpadami, substancjami lub materiałami (np. w celu uniknięcia wzrostu emisji zanieczyszczeń z dalszego przetwarzania odpadów).	EURITS, HWE (poparte przez EEB)	NA
NA	Dodanie konkluzji dotyczącej BAT celem zmniejszenia toksyczności ścieków oczyszczonych.	BE	NA
Tabele 6.1 oraz 6.2	Zmniejszenie dolnego i górnego krańca zakresu BAT-AEL dla emisji kadmu do wody w przypadku bezpośrednich i pośrednich zrzutów z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody.	BE, EEB	1–50 µg/l
BAT 20, Tabele 6.1 oraz 6.2	Zmniejszenie górnej granicy przedziału BAT-AEL dla emisji rtęci do wody w przypadku bezpośrednich i pośrednich zrzutów z przetwarzania odpadów płynnych na bazie wody.	BE (poparte przez EEB)	5 µg/l
BAT 20, Tabela 6.1 oraz 6.2	Modyfikacja zakresu BAT-AEL dla emisji kadmu do wody w przypadku bezpośrednich i pośrednich zrzutów z przetwarzania odpadów innych niż odpady płynne na bazie wody.	EEB	< 4 µg/l
Tabela 6.3	Zmienić przypis 1 do tabeli i zwiększyć górny koniec zakresu, gdy filtr tkaninowy nie ma zastosowania.	FR, EuRIC	20 mg/Nm <sup>3</sup>
NA	Dodanie konkluzji dotyczącej BAT w odniesieniu do zapobiegania i redukcji emisji rozproszonych w wyniku mechanicznego przetwarzania w rozdrabniaczach odpadów metalowych.	BE	NA
BAT 34	W odniesieniu do instalacji MBT i intensywnego rozkładu odpadów o wysokiej zawartości gnilnej, przeformułować deklarację dotyczącą najlepszych dostępnych technik (BAT) w następujący sposób: "(...) BAT ma na celu zastosowanie BAT 14d i zastosowanie jednej lub kombinacji technik podanych poniżej".	IT, EEB	NA
Tabela 6.7	Zmniejszenie górnej granicy zakresu BAT-AEL dla emisji NH <sub>3</sub> do atmosfery z zakładów MBT.	EEB	10 mg/Nm <sup>3</sup>

### Konsultacje w ramach forum oraz późniejsza formalna procedura przyjmowania konkluzji dotyczących BAT

Zgodnie z art. 13 ust. 3 dyrektywy, na posiedzeniu w dniach 19-20 grudnia 2017 r. Forum wydało opinię w sprawie projektu dokumentu referencyjnego dotyczącego najlepszych dostępnych technik (BAT) w zakresie unieszkodliwiania odpadów:

1. [Forum z zadowoleniem](#) przyjęło przedstawiony przez Komisję projekt dokumentu referencyjnego dotyczącego najlepszych dostępnych technik (BAT) w zakresie unieszkodliwiania odpadów.
2. Forum przyjęło do wiadomości wyniki dyskusji przeprowadzonych na posiedzeniu w dniach 19-20 grudnia 2017 r. i uzgodniło, że zmiany w projekcie dokumentu referencyjnego dotyczącego najlepszych dostępnych technik (BAT) w zakresie unieszkodliwiania odpadów, zaproponowane w [załączniku A do opinii Forum](#), powinny zostać włączone do dokumentu końcowego.
3. Forum potwierdziło uwagi zawarte w [załączniku B do opinii Forum](#) jako reprezentujące poglądy niektórych członków Forum, co do których nie osiągnięto konsensusu w ramach Forum celem ich włączenia do dokumentu końcowego.



Następnie Komisja wzięła pod uwagę opinię forum ustanowionego na mocy art. 13 dyrektywy IED, przygotowując projekt decyzji wykonawczej Komisji ustanawiającej konkluzje dotyczące najlepszych dostępnych technik unieszkodliwiania odpadów (BAT). Komitet ds. art. 75 dyrektywy IED na posiedzeniu w dniu 12 kwietnia 2018 r. wydał [pozytywną opinię na temat projektu decyzji wykonawczej Komisji](#).

Następnie w dniu 10 sierpnia 2018 r. przyjęto [decyzję wykonawczą Komisji \(UE\) 2018/1147](#) ustanawiającą konkluzje dotyczące najlepszych dostępnych technik (BAT) w zakresie unieszkodliwiania odpadów i opublikowano je w Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej (Dz.U. L 208, 17.8.2018, s. 38).

### **Zalecenia dotyczące przyszłych prac**

Wymiana informacji ujawniła szereg kwestii, którymi należy się zająć podczas kolejnego przeglądu dokumentu BREF. Zalecenia dotyczące następnego przeglądu obejmują następujące elementy:

- związane z bezpośrednimi i pośrednimi zrzutami do wód i związanym z tym monitorowaniem:
  - zbieranie informacji na temat zawartości soli w odpadach płynnych na bazie wody (w szczególności w przypadku płuczek wiertniczych) oraz jej wpływu na skuteczność oczyszczania/usuwania OWO/ChZT;
  - zbieranie informacji na temat związku między TSS a emisją metali ciężkich do wody;
  - zebranie informacji na temat toksyczności ścieków;
- związane z emisjami do atmosfery pochodzącymi z przetwarzania biologicznego:
  - zbieranie informacji na temat emisji H<sub>2</sub>S pochodzących z biologicznego przetwarzania;
- związane z ponowną rafinacją oleju odpadowego, odpadów o wartości opałowej oraz regeneracją zużytych rozpuszczalników:
  - uwzględnienie specyfiki tych sektorów, w szczególności zmienności wsadu odpadów i jego wpływu na emisje do atmosfery, w procesie gromadzenia danych dotyczących tych sektorów;
- związane z mieszaniem lub łączeniem odpadów niebezpiecznych z innymi odpadami, substancjami lub materiałami:
  - zbieranie informacji na temat środków podjętych w celu uniknięcia wzrostu emisji zanieczyszczeń pochodzących z dalszego łańcucha przetwarzania odpadów;
- związane z przetwarzaniem mechanicznym w rozdrabniaczach odpadów metalowych:
  - gromadzenie informacji na temat monitorowania emisji rozproszonych do atmosfery pyłów i cząstek stałych PCDD/F i PCB.

### **Sugerowane tematy przyszłych prac badawczo-rozwojowych**

Komisja uruchamia i wspiera, poprzez swoje programy badań i rozwoju technologicznego, szereg projektów dotyczących czystych technologii, nowych technologii oczyszczania i recyklingu ścieków oraz strategii zarządzania. Projekty te mogłyby potencjalnie stanowić użyteczny wkład w przyszłe przeglądy dokumentu BREF. Wzywa się zatem czytelników do informowania Europejskiego Biura IPPC o wszelkich wynikach badań, które są istotne dla zakresu niniejszego dokumentu (zob. również piąta sekcja wstępu do niniejszego dokumentu).

## 9 ZAŁĄCZNIKI

### 9.1 Lista przedsiębiorstw uczestniczących w programie zbierania danych.

Numer zakładu	Lokalizacja (miasto)	MS	Dominujący proces przetwarzania odpadów
003	Trofaiach	AT	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
004	Vienna	AT	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
006	Neustadt	AT	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
007	Krems	AT	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
008	Wels	AT	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
14	Vienna	AT	Przetwarzanie wydobytej zanieczyszczonej gleby
015	Vienna	AT	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych
017	Bergheim	AT	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne (MBT)
019	Oberpullendorf	AT	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne (MBT)
020	Wels	AT	Przetwarzanie beztlenowe
021	Wien	AT	Przetwarzanie tlenowe
024	Enns	AT	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
025	Götzis	AT	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
026	Hall (Tirol)	AT	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
027	Amstetten	AT	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
028	Laxenburg	AT	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
029	Bürmoos	AT	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
030	Rietz	AT	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
031	St. Michael In Der Obersteiermark	AT	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
032	Neustadt	AT	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
034	Redlham	AT	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
035	Linz	AT	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
037	Halbenrain	AT	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne (MBT)
038	Pixendorf	AT	Przetwarzanie tlenowe
40	Linz	AT	Przetwarzanie wydobytej zanieczyszczonej gleby
054	Menen	BE	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
055	Kallo and Willebroek	BE	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
56	Kallo (Beveren)	BE	Regeneracja zużytych rozpuszczalników
058	Antwerp	BE	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych
59	Doel (Kallo)	BE	Przetwarzanie odpadów zawierających rtęć
062	Leuven	BE	Przetwarzanie tlenowe
069	Brugge	BE	Przetwarzanie tlenowe
071	Ieper	BE	Przetwarzanie beztlenowe
072	Roeselare	BE	Przetwarzanie beztlenowe
073	Maasmechelen	BE	Przetwarzanie tlenowe
074	Brecht	BE	Przetwarzanie tlenowe
78	Engis	BE	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
79_80_81_82	Seneffe	BE	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
089	Brno	CZ	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne (MBT)
090	Skaelskoer	DK	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
091	Nyborg	DK	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
092	Kalundborg	DK	Powtórna rafinacja olejów odpadowych
93	Holsted	DK	Inne kombinacje przetwarzania/odpadów
095	Grenaa	DK	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
097	Holbæk	DK	Przetwarzanie beztlenowe
100	Risskov	DK	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
104	København	DK	Przetwarzanie tlenowe
105	Silkeborg	DK	Przetwarzanie wydobytej zanieczyszczonej gleby
110	Odense	DK	Przetwarzanie tlenowe

111	Pojanluoma	FI	Przetwarzanie beztlenowe
113	Hämeenlinna	FI	Przetwarzanie beztlenowe
114	Espoo	FI	Przetwarzanie tlenowe
115	Lahti	FI	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
116	Oulu	FI	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
117	Pietarsaari	FI	Inne kombinacje przetwarzania/odpadów
122	Kerava	FI	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
124	Aubiat	FR	Przetwarzanie tlenowe
125	Ingrandes/Vienne	FR	Przetwarzanie tlenowe
126	Bellegarde	FR	Przetwarzanie tlenowe
127	Gueltas	FR	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne (MBT)
128	Boissy Le Sec	FR	Przetwarzanie tlenowe
129	Bollène	FR	Przetwarzanie tlenowe
130	Lantic	FR	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne (MBT)
131	ETAMPES	FR	Przetwarzanie beztlenowe
132	Ribeauvillé	FR	Przetwarzanie beztlenowe
133	Merignac	FR	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
136	Villeneuve d'Ornon	FR	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
137	Issoire	FR	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
138	Bruyeres Sur Oise	FR	Przetwarzanie WEEE zawierających VFC i/lub VHC
140	Mañancourt La Montagne	FR	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
144_145_147	Limay	FR	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
146	Limay	FR	Przetwarzanie odpadów zawierających rtęć
148	Givors	FR	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
149_150	Givors	FR	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
151	Noisy Le Sec	FR	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
152	Le Havre	FR	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
153	Etupes	FR	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
154_155	Dunkerque	FR	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
156	Chasse sur Rhône	FR	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
157	Saint Brice Courcelles	FR	Łączenie/mieszanie
159	Saint-Aubin Les Elbeuf	FR	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
160	Gonfreville l'Orcher	FR	Powtórna rafinacja olejów odpadowych
165	Domjevin	FR	Łączenie/mieszanie
168	Chauny	FR	Regeneracja zużytych rozpuszczalników
169	Beaufort	FR	Regeneracja zużytych rozpuszczalników
170	Troyes	FR	Regeneracja zużytych rozpuszczalników
172	Hersin Coupigny	FR	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
174	Airvault	FR	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
176	Villeparisis	FR	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych
181	Drambon	FR	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych
186	Graulhet	FR	Przetwarzanie wydobytej zanieczyszczonej gleby
187	Graulhet	FR	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych
188	Saint-Pierre De Chandieu	FR	Przetwarzanie wydobytej zanieczyszczonej gleby
189	Rosieres Aux Salines	FR	Regeneracja/odzysk składników służących redukcji zanieczyszczeń / pozostałości z przetwarzania gazów spalinowych
191	Saint Vulbas	FR	Przetwarzanie odpadów zawierających TZO
192	Ottmarsheim	FR	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
193	Dieuze	FR	Inne kombinacje przetwarzania/odpadów
194	Le Mans	FR	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
199	Darmstadt	DE	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
200	Darmstadt	DE	Tymczasowe magazynowanie odpadów niebezpiecznych
214	Bochum	DE	Regeneracja zużytych rozpuszczalników
215	Iserlohn	DE	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
216	Biebesheim	DE	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
217	Kassel	DE	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
219	Bargenstedt	DE	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej

221	Nuremberg	DE	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych
222	Unterbreizbach	DE	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych
223	Herfaggrund	DE	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych
224	Philippsthal	DE	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych
225	Zielitz	DE	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych
226	Bad Friedrichshall	DE	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych
228	Sonderhausen	DE	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych
229	Bernburg	DE	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych
235	Dollbergen	DE	Powtórna rafinacja olejów odpadowych
239	Hannover	DE	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne (MBT)
243	Neumuenster	DE	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne (MBT)
244	Ringsheim	DE	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne (MBT)
251	Braunschweig	DE	Przetwarzanie beztlenowe
255	Frankfurt am Main	DE	Przetwarzanie beztlenowe
256	Borgstedt	DE	Przetwarzanie beztlenowe
257	Königs Wusterhausen	DE	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne (MBT)
259	Trittau	DE	Przetwarzanie beztlenowe
260	Viersen	DE	Przetwarzanie tlenowe
261	Korschenbroich	DE	Przetwarzanie tlenowe
262	Hannover	DE	Przetwarzanie tlenowe
265	Rhadereistedt	DE	Przetwarzanie beztlenowe
266	Neuss	DE	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne (MBT)
267	Großpönsna	DE	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne (MBT)
268	Stammham	DE	Przetwarzanie beztlenowe
269	Karlsruhe	DE	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
270	Bruchsal	DE	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
273	Ni	DE	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
277	Gescher	DE	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
278	Meschede	DE	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
279	Erfstadt	DE	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
280	Berlin	DE	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
282	Hamburg	DE	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
285	Trier	DE	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
286	Eberswalde	DE	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
288	Eppingen	DE	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
289	Leer	DE	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
290	Rostock	DE	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
291	Wilhelmshaven	DE	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
293	Mannheim	DE	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
294	Brandenburg	DE	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
299	Lindlar Am Berkebach	DE	Przepakowywanie odpadów niebezpiecznych
304	Berlin	DE	Tymczasowe magazynowanie odpadów niebezpiecznych
305	Duningen	DE	Tymczasowe magazynowanie odpadów niebezpiecznych
306	Berlin	DE	Tymczasowe magazynowanie odpadów niebezpiecznych
307	Sennfeld	DE	Tymczasowe magazynowanie odpadów niebezpiecznych
308	Schwerin	DE	Tymczasowe magazynowanie odpadów niebezpiecznych
311	Berlin	DE	Przepakowywanie odpadów niebezpiecznych
312	Berlin	DE	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
313	Heilbronn	DE	Tymczasowe magazynowanie odpadów niebezpiecznych
314	Bad Saulgau	DE	Tymczasowe magazynowanie odpadów niebezpiecznych
315	Berlin	DE	Tymczasowe magazynowanie odpadów niebezpiecznych

317	Frankfurt	DE	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
319	Wildeshausen	DE	Przetwarzanie beztlenowe
322	Bremen	DE	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
324	Berlin	DE	Łączenie/mieszanie
325	Heilbronn	DE	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
326	Berlin	DE	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
327	Lubeck	DE	Tymczasowe magazynowanie odpadów niebezpiecznych
328	Ballynalurgan, Kilmainhamwood, Kells	IE	Przetwarzanie tlenowe
331	Kilberry	IE	Przetwarzanie tlenowe
332	Fermoy	IE	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
333	Rosignano Marittimo	IT	Regeneracja/odzysk składników służących redukcji zanieczyszczeń / pozostałości z FGT
336	Brescia	IT	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych
337	Villafalletto	IT	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne (MBT)
338	Giussago (PV)	IT	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne (MBT)
339	CORTEOLONA (PV)	IT	Przetwarzanie beztlenowe
340	Giussago (PV)	IT	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych
341	Zinasco	IT	Przetwarzanie beztlenowe
347	Ravenna	IT	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
348	Ravenna	IT	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych
349	Voltana di Lugo (RA)	IT	Przetwarzanie beztlenowe
350	Ostellato (FE)	IT	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne (MBT)
351_352	Milano	IT	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
353_359	Polpenazze Del Garda (Bs)	IT	Przetwarzanie wydobytej zanieczyszczonej gleby
354_360	Polpenazze del Garda (BS)	IT	Przetwarzanie wydobytej zanieczyszczonej gleby
361_363	Polpenazze Del Garda (Bs)	IT	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
364_365	Polpenazze del Garda (BS)	IT	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
366	Polpenazze del Garda (BS)	IT	Tymczasowe magazynowanie odpadów niebezpiecznych
368_369_370_371	Grassobbio (BG)	IT	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
372	Castiglione Delle Stiviere	IT	Przetwarzanie tlenowe
377	RIMINI	IT	Przetwarzanie beztlenowe
382	Pinerolo	IT	Przetwarzanie beztlenowe
392	Assendelft	NL	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
393	Middenmeer	NL	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
394	Almelo	NL	Regeneracja zużytych rozpuszczalników
395	Almelo	NL	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
396	Nieuwdorp	NL	Tymczasowe magazynowanie odpadów niebezpiecznych
397	Dordrecht	NL	Przetwarzanie WEEE zawierających VFC i/lub VHC
398	Winterswijk	NL	Łączenie/mieszanie
399	Rotterdam Maastvlakte	NL	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych
400	Moerdijk	NL	Tymczasowe magazynowanie odpadów niebezpiecznych
401_404	Moerdijk	NL	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
406_407	Enschede	NL	Przetwarzanie tlenowe
410_411	Wilp	NL	Przetwarzanie tlenowe
412	Maastricht	NL	Przetwarzanie tlenowe
413	Vlissingen	NL	Przetwarzanie tlenowe
414	Drachten	NL	Przetwarzanie tlenowe
415	Groningen	NL	Przetwarzanie beztlenowe
416	Zutphen	NL	Przetwarzanie tlenowe
417	Rijpwetering	NL	Przetwarzanie tlenowe
418	Haps	NL	Przetwarzanie tlenowe
419	Waddinxveen	NL	Przetwarzanie tlenowe
420	Beuningen	NL	Regeneracja zużytych rozpuszczalników
421_422	Averøy	NO	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
423_424	Bergen	NO	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
425_426	Porsgrunn	NO	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej

427	Holmestrand	NO	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych
432	Swarzędz	PL	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
434	Ścinawka Dolna	PL	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne (MBT)
440	Cascais	PT	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
441	Carregado	PT	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
442	Valea Mare Pravat	RO	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
443	Hoghiz	RO	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
447	Valls	ES	Regeneracja zużytych rozpuszczalników
449	Valencia	ES	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
450	Castelló	ES	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
452	El Campello	ES	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne (MBT)
453	Jijona	ES	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne (MBT)
454	Villana	ES	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne (MBT)
455	San Martín de la Vega	ES	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
456	Aznalcóllar	ES	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
458	Aoiz	ES	Przetwarzanie WEEE zawierających VFC i/lub VHC
459	Marratxí	ES	Przetwarzanie beztlenowe
460	Marratxí	ES	Przetwarzanie tlenowe
461	Marratxí	ES	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
463	Bilbao	ES	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
464	Asua-Erandio	ES	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
468	El Astillero	ES	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
469	Albox	ES	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
470	El Pont De Vilomara I Rocafort (Barcelona)	ES	Przetwarzanie WEEE zawierających VFC i/lub VHC
471	Constantí	ES	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
472	Castellbisbal (Barcelona)	ES	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
473	Guarromán	ES	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
474	Deba (Guipuzkoa)	ES	Tymczasowe magazynowanie odpadów niebezpiecznych
475	Nerva	ES	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych
476	Montornès Del Vallès	ES	Regeneracja zużytych rozpuszczalników
478	Hallstahammar	SE	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
481	Hyltebruk	SE	Przetwarzanie wydobytej zanieczyszczonej gleby
482_483	Ålmhult	SE	Przetwarzanie wydobytej zanieczyszczonej gleby
484	Sävsjö	SE	Przetwarzanie beztlenowe
485	SKÖVDE	SE	Przetwarzanie beztlenowe
486	Malmö	SE	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
487	Malmö, Burlöv and Lomma	SE	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
489	Linköping	SE	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
493	Birmingham	UK	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
494	Middlesbrough	UK	Przetwarzanie wydobytej zanieczyszczonej gleby
495_496	Ilkeston	UK	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych
497	Ilkeston	UK	Regeneracja/odzysk składników służących redukcji zanieczyszczeń / pozostałości z FGT
498	Stoke-on-Trent	UK	Regeneracja/odzysk składników służących redukcji zanieczyszczeń / pozostałości z FGT
507	Wolverhampton	UK	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
508	Merseyside	UK	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
511	Ashbourne	UK	Przetwarzanie tlenowe
514	Coatbridge	UK	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
516	Liverpool	UK	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych

517	Great Blakenham	UK	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
518	Whitesmith	UK	Przetwarzanie tlenowe
519	London	UK	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne (MBT)
520	Padworth	UK	Przetwarzanie tlenowe
521	Basingstoke	UK	Przetwarzanie tlenowe
525	Bracknell	UK	Przetwarzanie tlenowe
526	Gwynedd	UK	Przetwarzanie beztlenowe
528	Northamptonshire (nr Rushden),	UK	Przetwarzanie beztlenowe
529	Bedford	UK	Przetwarzanie beztlenowe
530	Near Croydon	UK	Przetwarzanie tlenowe
531	Devon	UK	Przetwarzanie tlenowe
534	Cassington	UK	Przetwarzanie beztlenowe
537	Perth	UK	Przetwarzanie tlenowe
541	Perth	UK	Przetwarzanie beztlenowe
542	Todmorden	UK	Przetwarzanie tlenowe
543	Bunwell	UK	Przetwarzanie tlenowe
544	Acton	UK	Przetwarzanie tlenowe
546	Coven	UK	Przetwarzanie tlenowe
547	Gaydon	UK	Przetwarzanie tlenowe
548	Nottingham	UK	Przetwarzanie tlenowe
549	Southampton	UK	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
550	Walsall	UK	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
551	Walsall	UK	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych
552	Walsall	UK	Przepakowywanie odpadów niebezpiecznych
553	Sheffield	UK	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
554	Liverpool	UK	Regeneracja zużytych rozpuszczalników
566	Bielsko-Biała	PL	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne (MBT)
569	Santarém	PT	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych
570	Chamusca	PT	Powtórna rafinacja olejów odpadowych
571	Casal do Marco - Seixal	PT	Przetwarzanie mechaniczne w rozdrabniaczach odpadów metalowych
572	Sipoo	FI	Przetwarzanie tlenowe
573	Ceków	PL	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne (MBT)
574	Chełm	PL	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
579	Sant Martí D'Albars	ES	Przetwarzanie tlenowe
580	Obersontheim	DE	Przetwarzanie tlenowe
588	Huddersfield	UK	Przetwarzanie odpadów zawierających rtęć
589	Huddersfield	UK	Przetwarzanie odpadów zawierających rtęć
590	Huddersfield	UK	Przetwarzanie odpadów zawierających rtęć
592	March	UK	Przetwarzanie beztlenowe
594	Bristol	UK	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne (MBT)
605	Aspropyrgos	EL	Powtórna rafinacja olejów odpadowych
606	Bradford	UK	Przetwarzanie tlenowe
607	Antrim	UK	Przetwarzanie odpadów płynnych na bazie wody
608	Wrexham	UK	Przetwarzanie tlenowe
609	Huntingdon	UK	Przetwarzanie tlenowe
610	Elsteraue	DE	Powtórna rafinacja olejów odpadowych
613	Bleicherode	DE	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych
614	Sollstedt	DE	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych
615	Heidenheim-Mergelstetten	DE	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
618	Třinec	CZ	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów stałych i/lub półpłynnych
619	Ceccano	IT	Powtórna rafinacja olejów odpadowych
620	Pieve Fissiraga	IT	Powtórna rafinacja olejów odpadowych
621	Annone Di Brianza	IT	Przetwarzanie tlenowe
622	Near Bridgewater	UK	Przetwarzanie tlenowe
623	Great Torrington	UK	Przetwarzanie tlenowe
624	Alcover	ES	Powtórna rafinacja olejów odpadowych

---

625	Kalundborg	DK	Przetwarzanie wydobytej zanieczyszczonej gleby
626	Lantarón	ES	Inne kombinacje przetwarzania/odpadów
627	Hagen	DE	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
628	Friedland	DE	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne (MBT)
629	Grevenbroich	DE	Przetwarzanie WEEE zawierających VFC i/lub VHC
630	Mettlach	DE	Przetwarzanie WEEE zawierających VFC i/lub VHC
631	Hagen Im Bremischen	DE	Przetwarzanie tlenowe
632	Ludres	FR	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
633	Bruguières	FR	Mechaniczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej
634	Finale Emilia - Modena	IT	Przetwarzanie tlenowe
635	Vimercate	IT	Przetwarzanie tlenowe
636	Timelkam	AT	Przetwarzanie WEEE zawierających VFC i/lub VHC
638	Deinze	BE	Przetwarzanie beztlenowe
FR_XXX	Frontignan	FR	Fizyczno-chemiczne przetwarzanie odpadów o wartości opałowej



## SŁOWNIK TERMINÓW

Niniejszy słownik terminów ma na celu ułatwienie zrozumienia informacji zawartych w niniejszym dokumencie. Definicje terminów w niniejszym glosariuszu nie są definicjami prawnymi (nawet jeśli niektóre z nich mogą pokrywać się z definicjami podanymi w prawodawstwie europejskim). Mają one pomóc czytelnikowi zrozumieć niektóre kluczowe terminy w kontekście ich stosowania w konkretnym sektorze objętym niniejszym dokumentem.

Słownik ten został podzielony na następujące sekcje:

- I. Krajowe kody ISO
- II. Jednostki monetarne
- III. Prefiksy, separatory numeryczne oraz adnotacje
- IV. Jednostki pomiarowe
- V. Pierwiastki chemiczne
- VI. Związki chemiczne powszechnie stosowane w niniejszym dokumencie
- VII. Akronimy
- VIII. Definicje

## I. Krajowe kody ISO

Kod ISO	Państwo
<i>Państwa członkowskie (°)</i>	
AT	Austria
BE	Belgia
BG	Bułgaria
CZ	Czechy
CY	Cypr
DE	Niemcy
DK	Dania
EE	Estonia
EL	Grecja
ES	Hiszpania
FI	Finlandia
FR	Francja
HR	Chorwacja
HU	Węgry
IE	Irlandia
IT	Włochy
LT	Litwa
LU	Luksemburg
LV	Łotwa
MT	Malta
NL	Holandia
PL	Polska
PT	Portugalia
RO	Rumunia
SE	Szwecja
SI	Słowenia
SK	Słowacja
UK	Wielka Brytania
<i>Państwa trzecie</i>	
NO	Norwegia
(°) Kolejność protokolarna państw członkowskich opiera się na porządku alfabetycznym ich nazw geograficznych w języku(-ach) oryginalnym(-ych).	

---

## II. Jednostki monetarne

Kod <sup>(1)</sup>	Państwo/terytorium	Jednostka monetarna
<i>Waluty państw członkowskich</i>		
EUR	Strefa euro <sup>(2)</sup>	euro
DKK	Dania	korona duńska
GBP	Wielka Brytania	funt szterling
<i>Inne waluty</i>		
USD	USA	Dolar amerykański
(1)	Kod ISO 4217.	
(2)	Obejmuje Austrię, Belgię, Cypr, Estonię, Finlandię, Francję, Grecję, Hiszpanię, Irlandię, Luksemburg, Malte, Holandię, Niemcy, Portugalię, Słowację, Słowenię oraz Włochy.	

### III. Prefiksy, separatory numeryczne oraz adnotacje

Liczby w tym dokumencie są zapisywane z użyciem znaku "." jako separatora dziesiętnego i spacji jako separatora tysięcy.

Symbol ~ (około) jest zapisem używanym do wskazania przybliżenia.

Symbol  $\Delta$  (delta) jest zapisem używanym do wskazania różnicy.

Poniższa tabela zawiera często używane prefiksy:

Symbol	Prefiks	$10^n$	Słownie	Zapis
M	mega	$10^6$	milion	1 000 000
k	kilo	$10^3$	tysiąc	1 000
-----	-----	1	jeden	1
m	mili	$10^{-3}$	część tysięczna	0.001
$\mu$	micro	$10^{-6}$	część milionowa	0.000 001
n	nano	$10^{-9}$	część miliardowa	0.000 000 001

## IV. Jednostki pomiarowe

Symbol jednostki	Nazwa	Wielkość	Przeliczanie oraz komentarz
atm	atmosfera	ciśnienie (P)	$1 \text{ atm} = 101\,325 \text{ N/m}^2$
bar	bar	ciśnienie (P)	$1.013 \text{ bar} = 100 \text{ kPa} = 1 \text{ atm}$
°C	stopnie Celsjusza	temperatura (T) różnica temperatur ( $\Delta T$ )	
d	dzień/doba	czas	
g	gram	waga	
h	godzina	czas	
J	dżul	energia	
K	Kelvin	temperatura (T) różnica temperatur ( $\Delta T$ )	$0 \text{ °C} = 273.15 \text{ K}$
kcal	kilokaloria	energia	$1 \text{ kcal} = 4.1868 \text{ kJ}$
kg	kilogram	waga	
kJ	kilodżul	energia	
kPa	kilopaskal	ciśnienie	
kWh	kilowatogodzina	energia	$1 \text{ kWh} = 3\,600 \text{ kJ}$
l	litr	objętość	
m	metr	długość	
m <sup>2</sup>	metr kwadratowy	obszar	
m <sup>3</sup>	metr sześcienny	objętość	
mg	miligram	waga	$1 \text{ mg} = 10^{-3} \text{ g}$
mm	milimetr	długość	$1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$
min	minuta	czas	
MW <sub>e</sub>	megawat mocy elektrycznej	energia elektryczna	
MW <sub>th</sub>	megawat mocy cieplnej	energia termiczna, ogrzewanie	
nm	nanometr	długość	$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$
Nm <sup>3</sup>	normalny metr sześcienny	objętość	przy 101.325 kPa, 273.15 K
OU <sub>E</sub>	europejska jednostka odorowa	odory	
Pa	paskal	ciśnienie	$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$
ppb	liczba części na miliard	skład mieszanin	$1 \text{ ppb} = 10^{-9}$
ppm	liczba części na milion	skład mieszanin	$1 \text{ ppm} = 10^{-6}$
ppmv	liczba części na milion objętościowo	skład mieszanin	
rpm RPM	obroty na minutę	prędkość obrotowa, częstotliwość	
s	sekunda	czas	
St	stokes	lepkość kinematyczna	$1 \text{ St} = 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ ; jedn. cgs
t	tona metryczna	waga	$1 \text{ t} = 1\,000 \text{ kg}$ or $10^6 \text{ g}$
t/d	tony dziennie (tony na dobę)	przepływ masy, zużycie materiałów	
t/yr	tony rocznie	przepływ masy, zużycie materiałów	
vol-% v/v	ułamek objętościowy	skład mieszanin	
wt-% w/w-%	ułamek masowy	skład mieszanin	
W	wat	moc	$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$
yr	rok	czas	
µm	mikrometr	długość	$1 \text{ µm} = 10^{-6} \text{ m}$

## V. Pierwiastki chemiczne

Symbol	Nazwa	Symbol	Nazwa
Ac	Aktyn	Mn	Mangan
Ag	Srebro	Mo	Molibden
Al	Aluminium (glin)	N	Azot
Am	Ameryk	Na	Sód
Ar	Argon	Nb	Niob
As	Arsen	Nd	Neodym
At	Astat	Ne	Neon
Au	Złoto	Ni	Nikiel
B	Bor	No	Nobel
Ba	Bar	Np	Neptun
Be	Beryl	O	Tlen
Bi	Bizmut	Os	Osm
Bk	Berkel	P	Fosfor
Br	Brom	Pa	Protactinium
C	Węgiel	Pb	Ołów
Ca	Wapń	Pd	Pallad
Cd	Kadm	Pm	Promet
Ce	Cer	Po	Polon
Cf	Kaliforn	Pr	Prazeodym
Cl	Chlor	Pt	Platyna
Cm	Kiur	Pu	Pluton
Co	Kobalt	Ra	Rad
Cr	Chrom	Rb	Rubid
Cs	Cez	Re	Ren
Cu	Miedź	Rf	Rutherford
Dy	Dysproz	Rh	Rod
Er	Erb	Rn	Radon
Es	Einstein	Ru	Ruten
Eu	Europ	S	Siarka
F	Fluor	Sb	Antymon
Fe	Żelazo	Sc	Skand
Fm	Ferm	Se	Selen
Fr	Frans	Si	Krzem
Ga	Gal	Sm	Samar
Gd	Gadolin	Sn	Cyna
Ge	German	Sr	Stront
H	Wodór	Ta	Tantal
He	Hel	Tb	Terb
Hf	Hafn	Tc	Technet
Hg	Rtęć	Te	Tellur
Ho	Holm	Th	Tor
I	Jod	Ti	Tytan
In	Ind	Tl	Tal
Ir	Iryd	Tm	Tul
K	Potas	U	Uran
Kr	Krypton	V	Wanad
La	Lantan	W	Wolfram
Li	Lit	Xe	Ksenon
Lr	Lorens	Y	Itr
Lu	Lutet	Yb	Iterb
Md	Mendelew	Zn	Cynk
Mg	Magnez	Zr	Cyrkon

**VI. Związki chemiczne powszechnie stosowane w niniejszym dokumencie**

Formuła chemiczna	Nazwa (objaśnienie)
CH <sub>4</sub>	Metan
Cl <sup>-</sup>	Chlorki lub jony chlorkowe
CN <sup>-</sup>	Cyjanek
CO	Tlenek węgla
F <sup>-</sup>	Jon fluorkowy
HCl	Chlorowodór (kwas solny)
HF	Fluorowodór
H <sub>2</sub> S	Siarkowodór
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Kwas siarkowy
NaOH	Wodorotlenek sodu. Nazywany również sodą kaustyczną.
NH <sub>3</sub>	Amoniak
N <sub>2</sub> O	Podtlenek azotu
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Azotyn
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Azotan
NO <sub>x</sub>	Tlenki azotu (mieszanina NO i NO <sub>2</sub> )
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Siarczyn
SO <sub>x</sub>	Tlenki siarki (mieszanina SO <sub>2</sub> i SO <sub>3</sub> )

## VII. Akronimy

Skrót	Pełna nazwa
ABS	Terpolimer akrylonitrylo-butadieno-styrenowy
AD	Fermentacja beztlenowa (degradacja beztlenowa, rozkład beztlenowy)
ADR	Umowa europejska dotycząca międzynarodowego przewozu drogowego towarów niebezpiecznych (umowa ADR)
AMS	Zautomatyzowany system pomiarowy
AOX	Adsorbowalne związki chloroorganiczne
API	Amerykański Instytut Naftowy (American Petroleum Institute )
APME TEC	Association of Plastic Manufacturers in Europe, Technical Centre (Stowarzyszenie Producentów Tworzyw Sztucznych w Europie, Centrum Techniczne)
ASTM	Amerykańskie Stowarzyszenie Badań i Materiałów (American Society for Testing and Materials)
BAT	Najlepsze dostępne techniki, jak to określono w art. 3 ust. 10 dyrektywy IED.
BAT-AEL	Poziomy emisji powiązane z najlepszymi dostępnymi technikami, tak jak to określono w art. 3 ust. 13 dyrektywy IED.
BAT-AEPL	Najlepsze dostępne techniki - związany z nimi poziom emisji, zgodnie z opisem w sekcji 3.3.2 decyzji wykonawczej Komisji 2012/119/UE.
BZT (BOD)	Biochemiczne zapotrzebowanie na tlen (biochemiczne zapotrzebowanie tlenu)
BREF	Dokument referencyjny dotyczący najlepszych dostępnych technik (dokument referencyjny BAT)
BTEX	Benzen, toluen, etylobenzen, ksylen
CAS	Numer CAS (numer w rejestrze CAS) ; CAS - Chemical Abstracts Service)
CCFL	Lampy fluorescencyjne z zimną katodą
CCTV	Telewizja przemysłowa
CDW	Odpady z budowy i rozbiórki
CEFIC	Europejska Rada Przemysłu Chemicznego (Conseil Européen de l'Industrie Chimique, European Chemical Industry Council)
CEMBUREAU	Europejskie Stowarzyszenie Producentów Cementu (European Cement Association)
CEN	Europejski Komitet Normalizacyjny (Comité Européen de Normalisation, European Committee for standardisation)
CEPI	Konfederacja Europejskiego Przemysłu Papierniczego (Confederation of European Paper Industries)
CEWEP	Europejska Konfederacja Spalarni Odpadów Komunalnych (Confederation of European Waste-to-Energy Plants)
CFC	Chlorofluorowęglowodór
CHP	Kogeneracja (skojarzona gospodarka energetyczna)
ChZT (COD)	Chemiczne zapotrzebowanie na tlen (chemiczne zapotrzebowanie tlenu)
CPI	Kolektor z blachy falistej
CRT	Lampa elektronopromieniowa
CV	Wartość opałowa, np. w MJ/kg lub MJ/m <sup>3</sup>
DAD	Sucha fermentacja beztlenowa (suchy rozkład beztlenowy, sucha degradacja beztlenowa)
DAF	Flotacja drobnopęcherzykowa
DCH	Proces uwodornienia w bezpośrednim kontakcie z olejami odpadowymi
DCM	Dichlorometan (chlorek metylenu)
DIN	Niemiecka Krajowa Organizacja Normalizacyjna (Deutsches Institut für Normung, German national organisation for standardisation)
DM	Sucha masa. Substancja po wysuszeniu.
DRE	Skuteczność niszczenia i usuwania odpadów
DS	Substancje stałe suche (zawartość)
EA	Agencja Ochrony Środowiska – Anglia i Walia (Environment Agency - England and Wales)
EAF	Piec łukowy
EBA	Europejskie Stowarzyszenie Producentów Biogazu (European Biogas Association)
ECN	Europejska Sieć Kompostowa (European Compost Network)
EDTA	Kwas wersenowy (kwas etylenodiaminotetraoctowy, kwas etylenodinitrylotetraoctowy)
EDTMA	Kwas metylenofosfonowy
EEA	Europejska Agencja Środowiska (European Environment Agency)
EEB	Europejskie Biuro Ochrony Środowiska (European Environmental Bureau)
EERA	Europejskie Stowarzyszenie Recyklerów Elektroniki (European Electronics Recyclers Association)
EFTA	Europejskie Stowarzyszenie Wolnego Handlu (European Free Trade Association)
EIPPCB	Europejskie Biuro ds. Zintegrowanego Zapobiegania Zanieczyszczeniom i ich kontroli (Europejskie Biuro IPPC)
ELV	Dopuszczalna wartość emisji (graniczna wielkość emisji)



Skrót	Pełna nazwa
EMAS	System ekzarządzania i audytu (rozporządzenie Rady (WE) nr 1221/2009)
EMS	System zarządzania środowiskowego
EN	Norma europejska (norma EN)
EoLV	Pojazd wycofany z eksploatacji (zgodnie z definicją zawartą w art. 2 ust. 2 dyrektywy 2000/53/WE)
EOP	Koniec rury (działanie) (End-of-pipe)
EOX	Ekstrahowalne chlorowce organiczne
EPA	Agencja Ochrony Środowiska USA (Environmental Protection Agency)
ERFO	Europejska Organizacja ds. Paliwa Odzyskanego (European Recovered Fuel Organisation)
ESP	Filtr elektrostatyczny (elektrofiltr)
ESRG	Europejska Grupa Recyklerów Rozpuszczalników (European Solvent Recycler Group)
EQS	Norma jakości środowiska
ESWET	Europejscy Dostawcy Odpadów dla Technologii Energetycznych (European Suppliers of Waste to Energy Technology)
ETBE	Eter tert-butyloowo-etylowy (eter etyloowo-tert-butyloowy, eter etyloowo-t-butyloowy)
EU	Unia Europejska
EUCOPRO	Europejskie Stowarzyszenie na rzecz Współprzetwarzania (European Association for Co-processing)
EURELECTRIC	Unia Przemysłu Energetycznego (Union of the Electricity Industry)
EuRIC	Europejska Konfederacja Przemysłu Recyklingowego (European Recycling Industries' Confederation)
EURITS	UE na rzecz odpowiedzialnego spalania i przetwarzania odpadów specjalnych
EUROFER	Europejskie Stowarzyszenie Producentów Stali (European Steel Association)
EUROMETAUX	Europejskie Stowarzyszenie Producentów Metali Nieżelaznych (European non-ferrous metals association)
EWC	Europejski kod odpadów
FEAD	Europejska Federacja Zarządzania Odpadami i Usług Środowiskowych (Fédération Européenne des Activités de la Dépollution et de l'Environnement, European Federation of Waste Management and Environmental Services)
FGT	Oczyszczanie gazów odlotowych (przetwarzanie gazów odlotowych)
FID	Detektor płomieniowo-jonizacyjny
GAC	Granulowany węgiel aktywny
GEIR	Europejskie Zrzeszenie Przemysłu Regeneracyjnego (Groupement Européen de l'Industrie de la Régénération)
GWP	Współczynnik ocieplenia globalnego
HCB	Heksachlorobenzen (perchlorobenzen, 1,2,3,4,5,6-heksachlorobenzen)
HCFC	Wodorochlorofluorowęglowodór
HEPA	Wysokosprawny filtr powietrza (filtr HEPA)
HFC	Wodorofluorowęglowodór (fluorowęglowodór)
HFO	Paliwo ciężkie (ciężki olej napędowy, ciężki olej opałowy)
HP	Wysokie ciśnienie
HWE	Odpady niebezpieczne w Europie
DPPL (IBC)	Duży pojemnik do przewozu luzem (zbiornik IBC, pojemnik do ładunków masowych, średniej wielkości)
IED	Dyrektywa w sprawie emisji przemysłowych (2010/75/UE)
IPPC	Zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich kontrola
IR	Podczerwień
ISO	Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna (International Organisation for Standardisation)
JRC	Wspólne Centrum Badawcze
KOH	Wodorotlenek potasu
KPEG	Glikol potasowy i polietylenowy
L/S	Stosunek ciecz/ciało stałe
LCA	Ocena cyklu życia (analiza pełnego cyklu życia)
LCP	Duży obiekt energetycznego spalania
LDAR	Wykrywanie nieszczelności i naprawa
LEL	Górna granica palności
LEV	Miejscowa wentylacja wyciągowa
LFO	Lekki olej opałowy (lekki olej napędowy)
LHV	Wartość opałowa
LPG	gaz płynny (LPG)
LOQ	Granica oznaczalności
LoW	Europejski wykaz odpadów (z decyzji Komisji 2000/532/WE)
MAP	Fosforan amonowo-magnezowy
MBR	Bioreaktor membranowy
MBT	Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne
MEK	Butanon

Skrót	Pełna nazwa
MIBK	Metyl izobutyl keton
MF	Mikrofiltracja
MLSS	Mieszanina płynnej zawiesiny gleby
MP	Ciśnienie średnie
MS	(Unia Europejska) Państwo członkowskie
MSW	Stałe odpady komunalne
MWE	Odpady komunalne w Europie (Municipal Waste Europe)
N	Normalne - odnosi się do objętości gazów w normalnych warunkach pracy w temperaturze 273,15 K i ciśnieniu 101,325 kPa.
NA	Nie dotyczy
ND	Nieokreślone / Niewykrywalne
NF	Nanofiltracja
NGO	Organizacja pozarządowa
NI	Brak danych (brak informacji)
NIRS	Spektroskopia w bliskiej podczerwieni
NMLZO (NMVOC)	Niemetanowe lotne związki organiczne
NOC	Normalne warunki pracy
ODS	Substancja zubożająca warstwę ozonową
OGI	Optyczne obrazowanie gazów
OJ	Dziennik Urzędowy (UE)
OMP	Plan zarządzania odorami
ORGALIME	Europejskie Stowarzyszenie Przemysłu Inżynierskiego Orgalime (European Engineering Industries Association)
ORS	Optyczne zdalne wykrywanie za pomocą teledetekcji
OTNOC	Inne niż normalne warunki pracy
PA	Poliamidy (nylony)
PAC	Proszkowy węgiel aktywny
WWA (PAH)	Wielopierścieniowy węglowodór aromatyczny
PBT	Poli(tereftalan butylenu)
PC	Poliwęglan
PCB	Polichlorowany bifenyl
PCDD/Fs	Polichlorowane dibenzo-p-dioksyny i furany
PCPs	Poliwęglan
PCT	Przetwarzanie fizyczno-chemiczne
PDA	Odasfaltowanie propanem (w przypadku olejów odpadowych)
PEG	Glikol polietylenowy
PEMS	System monitorowania przewidywalnych emisji
PET	Politereftalan etylenu
PID	Schematy rurociągów i oprzyrządowania
PLC	Programowalny sterownik logiczny
PM	Pył zawieszony (cząstki stałe)
PP	Polipropylen
PPE	Sprzęt ochrony osobistej
TZO (POP)	Trwałe zanieczyszczenie organiczne
PRTR	Europejski Rejestr Uwalniania i Transferu Zanieczyszczeń (europejski PRTR)
PS	Polistyren
PSA	Adsorpcja zmiennociśnieniowa
PST	Technologia rozdrabniania wtórnego
PTFE	Politetrafluoroetylen
PUR	Poliuretan
PVC	Polichlorek winylu
QMS	System zarządzania jakością
RDF	Paliwo odpadowe RDF
REF	Odzyskane paliwo
RH	Wilgotność względna
RO	Osmoza odwrócona
RSC	Pozostałości chemikaliów sodowych
RTO	Regeneracyjny dopalacz termiczny (regeneracyjny utleniacz termiczny)
SBR	Sekwencyjny reaktor wsadowy
SCR	Selektywna redukcja katalityczna

Skrót	Pełna nazwa
SHF	Rozdrabniacz frakcji ciężkich
SLF	Rozdrabniacz frakcji lekkich
SNCR	Selektywna redukcja niekatalityczna
SRF	Paliwo stałe z odzysku
TCE	Trójchloroetylen
TDA	Odasfaltowanie termiczne (w przypadku olejów odpadowych)
TDS	Całkowita ilość rozpuszczonych ciał stałych
TEQ	Równoważniki toksyczności (I-TEQ: międzynarodowe równoważniki toksyczności)
TFE	Wyparka cienkowarstwowa
THC	Węglowodór całkowity
TKN	Azot ogólny Kjeldahla (azot Kjeldahla)
OWO (TOC)	Ogólny węgiel organiczny (całkowity węgiel organiczny)
TSS	Zawiesina ogólna
TWG	Techniczna Grupa Robocza
UASB	Reaktora beztlenowy ze złożem zawieszonym
UBA	Umweltbundesamt - Federalna Agencja Ochrony Środowiska np. z Niemiec lub Austrii
UF	Ultrafiltracja
ULPA	Filtr powietrza o ultra-niskiej penetracji
UV	Ultrafiolet
VFA	Lotne kwasy tłuszczowe
VFC	Lotny (wodoro)fluorowęglowodór
VHC	Lotny węglowodór
LZO (VOC)	Lotny związek organiczny
WEEE	Zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny
WFD	Dyrektywa ramowa w sprawie odpadów (2008/98/WE)
WO	Olej odpadowy
WT	Przetwarzanie odpadów
WWT(P)	Oczyszczalnia ścieków

## VIII. Definicje

<b>Proces z osadem czynnym</b>	Biologiczny proces oczyszczania ścieków komunalnych i przemysłowych z wykorzystaniem mikroorganizmów w warunkach tlenowych.
<b>Proces tlenowy</b>	Procesy biologiczne zachodzące w obecności tlenu.
<b>Procesy beztlenowe</b>	Procesy biologiczne zachodzące przy braku tlenu i innych substancji akceptujących elektrony, z wyjątkiem dwutlenku węgla/węglanów.
<b>Roczne koszty kapitałowe</b>	Równa lub jednolita płatność dokonywana co roku przez cały okres użytkowania proponowanej techniki. Suma wszystkich płatności ma taką samą "wartość bieżącą" jak początkowe wydatki inwestycyjne. Roczny koszt kapitałowy składnika aktywów odzwierciedla koszt alternatywny posiadania aktywów przez inwestora.
<b>Zdolność asymilacji</b>	Zdolność naturalnego zbiornika wodnego do przyjmowania ścieków lub materiałów toksycznych bez szkodliwych skutków i bez szkody dla życia wodnego lub ludzi, którzy tą wodę zużywają.
<b>Biodegradowalność</b>	Miara łatwości, z jaką substancja ulegnie degradacji w wyniku metabolizmu biologicznego.
<b>Biopaliwo</b>	Biopaliwo zgodnie z definicją zawartą w art. 2 lit. i) dyrektywy 2009/28/WE.
<b>Biologiczne usuwanie substancji biogennych</b>	Usuwanie azotu i/lub fosforu z ścieków wodnych w procesach oczyszczania biologicznego.
<b>Biomasa</b>	Biomasa zgodnie z definicją zawartą w art. 2 lit. e) dyrektywy 2009/28/WE.
<b>Bioremediacja</b>	Wykorzystanie organizmów żywych, np. bakterii, do usuwania zanieczyszczeń.
<b>Bioodpady</b>	Bioodpady zgodnie z definicją zawartą w art. 3 ust. 4 dyrektywy 2008/98/WE.
<b>Popiół denny (popiół paleniskowy)</b>	Pozostałości stałe z procesu spalania.
<b>Oddychanie</b>	Emisje ze zbiornika wynikające ze zwiększenia ciśnienia w górnej części jego przestrzeni powietrznej (w wyniku odparowania i/lub rozszerzenia zawartości zbiornika) oraz przedostania się powietrza do zbiornika w wyniku zmniejszenia ciśnienia w górnej części przestrzeni powietrznej (w wyniku kondensacji i/lub skurczu zawartości zbiornika).
<b>Produkt uboczny</b>	Substancja lub przedmiot powstały w wyniku procesu produkcyjnego, którego głównym celem nie było wytworzenie tego produktu oraz który nie jest uważany za odpad a także spełnia wymogi art. 5 dyrektywy 2008/98/WE w sprawie odpadów.
<b>Placek</b>	Materiał stały lub półstały pozostający na filtrze po filtracji ciśnieniowej.
<b>CAS</b>	Chemical abstracts service (numer rejestracyjny). Dział Amerykańskiego Towarzystwa Chemicznego (American Chemical Society) prowadzi rejestry substancji chemicznych; dostarcza unikalny numeryczny identyfikator związków chemicznych, polimerów, sekwencji biologicznych, mieszanin i stopów, który oznacza tylko jedną substancję.
<b>Certyfikacja</b>	Procedura, w ramach której strona trzecia daje pisemne zapewnienie, że produkt, proces lub usługa są zgodne z określonymi wymaganiami. Certyfikacja może dotyczyć przyrządów, urządzeń i/lub personelu.
<b>Emisje zorganizowane</b>	Emisja zanieczyszczeń do środowiska poprzez dowolny przewód powietrzny, rurę, komin itp. Obejmuje to również emisje z otwartych biofiltrów.
<b>Związek (czynnik) chelatujący</b>	Związek zdolny do chelatowania z jonami metalu.
<b>Chelatowanie (chelatacja)</b>	Tworzenie zamkniętego pierścienia atomów poprzez przyłączenie związków lub rodników do centralnego poliwalentnego jonu metalu (czasami niemetalicznego).
<b>Czynnik kompleksujący</b>	Zobacz związek (czynnik) chelatujący
<b>Komponent (składnik)</b>	Substancja zagnieżdżona w mieszaninie, np. w ściekach, gazie odlotowym, odpadach stałych.
<b>Próbka zbiorcza</b>	Próbka zbiorcza odnosi się do próbki wody pobieranej w sposób ciągły w danym okresie lub próbki składającej się z kilku próbek pobieranych w sposób ciągły lub nieciągły w danym okresie (np. w ciągu 24 godzin) i zmieszanych.
<b>Pomiar ciągły</b>	Pomiar za pomocą automatycznego systemu pomiarowego (AMS) zainstalowanego na stałe na terenie zakładu w celu stałego monitorowania emisji, zgodnie z normą EN 14181:2004.
<b>Kontrola emisji</b>	Techniki stosowane w celu ograniczenia, redukcji, minimalizacji lub zapobiegania emisjom.

Woda chłodząca

Woda wykorzystywana do przesyłu energii (odprowadzanie ciepła z

	komponentów i urządzeń przemysłowych), która jest przechowywana w sieci oddzielonej od wody przemysłowej i która może być odprowadzana z powrotem do wód przyjmujących bez dalszego oczyszczenia.
<b>Współprodukt</b>	Dowolny z dwóch lub więcej produktów pochodzących z tego samego jednostkowego procesu lub systemu produktów.
<b>Likwidacja (wycofanie z użycia)</b>	Zamknięcie zakładu, w tym odkazanie i/lub demontaż instalacji.
<b>Deflagracja</b>	Spalanie, które rozprzestrzenia się przez gaz lub po powierzchni materiału wybuchowego przy prędkościach poddźwiękowych, napędzane przepływem ciepła.
<b>Emisje rozproszone</b>	Emisje niezorganizowane (np. pyłów, związków organicznych, odorów), które mogą pochodzić ze źródeł "obszarowych" (np. zbiorniki) lub źródeł "punktowych" (np. kołnierze do rur). Obejmuje to również emisje z kompostowania w przyzmacz na wolnym powietrzu.
<b>Źródła emisji rozproszonych</b>	Wiele źródeł podobnych emisji rozproszonych lub bezpośrednich rozprowadzanych wewnątrz określonego obszaru; mogą to być źródła punktowe, liniowe, powierzchniowe lub objętościowe.
<b>Produkt pofermentacyjny</b>	Stałe pozostałości po fermentacji beztlenowej.
<b>Dioksyny</b>	Polichlorowane dibenzodioksyny (PCDD) i polichlorowane dibenzofurany (PCDF).
<b>Pomiary bezpośrednie</b>	Określone ilościowe oznaczanie emitowanych związków u źródła.
<b>Zrzut (odprowadzenie)</b>	Fizyczne uwalnianie substancji zanieczyszczającej z systemu przez określony odpływ (np. kanalizację, komin, odpowietrzenie, obszar, odpływ).
<b>Chwilowe</b>	Nieciągłe, tzn. posiadające przerwy pomiędzy wszystkimi możliwymi wartościami.
<b>Drenaż</b>	Naturalne lub sztuczne usuwanie wód powierzchniowych i podziemnych z danego obszaru, w tym strumieni powierzchniowych i cieków wód podziemnych.
<b>Odwadnianie</b>	Opróżnianie zawartości płynu z systemu do systemu zbierania lub innego systemu magazynowania, tworząc ewentualny strumień ścieków.
<b>Pył</b>	Całkowita masa cząstek stałych (w powietrzu).
<b>Emisja</b>	Bezpośrednie lub pośrednie uwalnianie substancji, wibracji, ciepła lub hałasu z indywidualnych lub rozproszonych źródeł instalacji do atmosfery, wody lub gleby (z dyrektywy 2010/75/UE).
<b>Współczynniki emisji</b>	Liczby, które można pomnożyć przez znane dane, takie jak dane dotyczące działalności zakładu/procesu lub dane dotyczące przepustowości w celu oszacowania emisji.
<b>EOP</b>	Koniec rury, urządzenie lub system przetwarzania stosowany w odniesieniu do ścieków lub odprowadzanych spalin lub gazów spalinowych na wylocie systemu zbierania przed uwolnieniem do środowiska.
<b>LoW</b>	Wykaz odpadów zgodnie z art. 7 europejskiej dyrektywy ramowej w sprawie odpadów (dyrektywa 2008/98/WE w sprawie odpadów) - hierarchiczny wykaz opisów odpadów ustalony decyzją Komisji 2000/532/WE. Niniejszy wykaz klasyfikuje materiały odpadowe i kategoryzuje je według kategorii: a) działalność, z której są produkowane; oraz b) ich cechy charakterystyczne.
<b>Gaz spalinowy (lub powietrze wylotowe)</b>	Strumień gazu/powietrza powstający w procesie spalania lub ekstrakcji; może zawierać składniki gazowe lub cząsteczkowe. Nie ma związku z tym co jest odprowadzane z komina.
<b>Działający (istniejący) zakład</b>	Zakład który nie jest nowym zakładem
<b>Spaliny (gazy spalinowe)</b>	Mieszanka produktów spalania i powietrza opuszczająca komorę spalania, która jest kierowana w górę komina celem emisji.
<b>Popioły lotne</b>	Cząsteczki z komory spalania lub powstałe w strumieniu spalin, które są transportowane w spalinach.
<b>Zanieczyszczenie</b>	Proces zapylenia lub zatkania, np. przez niepożądane substancje obce, takie jak brud i inne materiały, gromadzące się i zatykające pory czy powierzchnie powłok.
<b>Emisje ulotne (niezorganizowane)</b>	Emisje zanieczyszczeń do środowiska wynikające ze stopniowej utraty szczelności urządzenia zaprojektowanego tak, aby zawierało zamkniętą ciecz (gazową lub płynną). Emisje ulotne stanowią podzbiór emisji rozproszonych.
<b>Spalanie na pochodniach</b>	Wysokotemperaturowe utlenianie w celu spalania palnych związków gazów odlotowych z operacji przemysłowych z otwartym płomieniem. Spalanie na pochodniach jest stosowane przede wszystkim ze względów bezpieczeństwa lub w warunkach odbiegających od normalnych.

<b>Odpady niebezpieczne</b>	Odpady niebezpieczne w rozumieniu art. 3 ust. 2 dyrektywy 2008/98/WE.
<b>IED</b>	Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE z dnia 24 listopada 2010 r. w sprawie emisji przemysłowych (zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich kontrola).
<b>Dyrektywa IPPC</b>	Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/1/WE z dnia 15 stycznia 2008 r. dotycząca zintegrowanego zapobiegania zanieczyszczeniom i ich kontroli (dyrektywa IPPC), która została zastąpiona dyrektywą 2010/75/UE w sprawie emisji przemysłowych (dyrektywa IED).
<b>Odpady laboratoryjne</b>	Chemikalia laboratoryjne w pojemnikach o małej pojemności.
<b>Odciek</b>	Roztwór otrzymany w wyniku wmywania. Roztwór składa się z cieczy, która w trakcie przechodzenia przez materię wyciąga z niej substancje rozpuszczalne, zawiesinę lub jakkolwiek inne składniki.
<b>Wyciek</b>	Wycieki gazu lub cieczy z instalacji/urządzeń spowodowane ich awarią.
<b>Wapień</b>	Skała mineralna składająca się wyłącznie z CaCO <sub>3</sub> , stosowana jako CaCO <sub>3</sub> lub jako surowiec do produkcji wapna palonego (tlenek wapnia) poprzez odwęglenie oraz wapna gaszonego (wodorotlenek wapnia) poprzez uwodnienie wapna palonego.
<b>Odpady płynne ulegające biodegradacji</b>	Odpady pochodzenia biologicznego o stosunkowo wysokiej zawartości wody (np. tłuszcze, osady organiczne, odpady gastronomiczne).
<b>Woda uzupełniająca</b>	Woda dodawana do procesu lub obiegu w celu zastąpienia wody utraconej na przykład w wyniku wycieku lub odparowania.
<b>Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne (MBT)</b>	Przetwarzanie mieszanych odpadów stałych łączące obróbkę mechaniczną (np. rozdrabnianie) z przetwarzaniem biologicznym, takim jak obróbka tlenowa lub beztlenowa.
<b>Monitorowanie</b>	Systematyczny nadzór nad zmianami pewnych chemicznych lub fizycznych właściwości emisji, zrzutów, zużycia, równoważnych parametrów lub środków technicznych itp.
<b>Nowy zakład</b>	Zakład oddany do eksploatacji już po opublikowaniu niniejszych konkluzji dotyczących BAT.
<b>Produkt wyjściowy</b>	Przetworzone odpady pochodzące z zakładu przetwarzania odpadów.
<b>Odpady półpłynne</b>	Szlam, który nie jest swobodnie płynący.
<b>Pomiar okresowy</b>	Przeprowadzanie pomiarów (określonej wielkości podlegającej pomiarowi) w określonych odstępach czasu z wykorzystaniem metod manualnych lub zautomatyzowanych.
<b>Okresowe pobieranie próbek</b>	Chwilowe/indywidualne/oddzielne/nieciągłe pobieranie próbek - poszczególne próbki pobierane są w różnych odstępach czasu, zazwyczaj w zależności od czasu lub objętościowego natężenia przepływu ścieków. Można wyróżnić trzy formaty próbkowania: <ul style="list-style-type: none"> <li>• okresowe, zależne od czasu pobieranie próbek - w równych odstępach czasu pobierane są próbki chwilowe o jednakowej objętości;</li> <li>• okresowe zależne od przepływu pobieranie próbek - pobierane są próbki chwilowe o zmiennej objętości w równych odstępach czasu;</li> <li>• próbki okresowe pobierane przy stałym przepływie - próbki chwilowe o równej objętości pobierane są po przejściu określonej stałej objętości.</li> </ul>
<b>PLC</b>	Programowalny sterownik logiczny: komputer cyfrowy służący do automatyzacji procesów przemysłowych.
<b>Chmura zanieczyszczeń</b>	Widoczne lub mierzalne zrzuty zanieczyszczeń z danego punktu źródłowego, zazwyczaj emisja zorganizowana z komina na terenie zakładu przemysłowego.
<b>Źródło zanieczyszczenia</b>	Źródło emisji. Źródła zanieczyszczeń można sklasyfikować jako: <ul style="list-style-type: none"> <li>• źródła punktowe lub skoncentrowane;</li> <li>• źródła rozproszone;</li> <li>• źródła liniowe, w tym źródła ruchome (transport) i stacjonarne;</li> <li>• źródła obszarowe.</li> </ul>
<b>Dokładność</b>	Odnosi się do zdolności pomiaru, który ma być konsekwentnie powtarzany.
<b>Podstawowa metoda/technika</b>	Środek/technika, która zmienia sposób funkcjonowania procesu bazowego, ograniczając tym samym emisję lub zużycie surowców (zob. również odpowiednik: technika końca rury).
<b>PSA</b>	Adsorpcja zmiennociśnieniowa: technika stosowana do rozdzielania (separacji) niektórych gatunków gazów z mieszaniny gazów pod ciśnieniem, zgodnie z charakterystyką molekularną danego gatunku i powinowactwem do materiału adsorbującego (np. do produkcji wodoru).
<b>Przedmuchiwanie</b>	Zastąpienie zawartości gazów w układzie powietrzem lub gazami obojętymi.
<b>Materiał radioaktywny</b>	Materiał radioaktywny, zgodnie z definicją zawartą w glosariuszu bezpieczeństwa Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (MAEA), wydanie z 2016 r.

<b>Odzysk</b>	Odzysk zgodnie z definicją zawartą w art. 3 pkt 15 dyrektywy 2008/98/WE.
<b>Recykling</b>	Recykling zgodnie z definicją zawartą w art. 3 pkt 17 dyrektywy 2008/98/WE.
<b>Ponowne użycie</b>	Ponowne wykorzystanie zgodnie z definicją zawartą w art. 3 pkt 13 dyrektywy 2008/98/WE.
<b>Powtórna (ponowna) rafinacja</b>	Obróbka oleju odpadowego, który ma zostać przekształcony w olej bazowy.
<b>Warunki referencyjne</b>	Warunki, które są określone, np. w związku z obsługą procesu, pobieraniem próbek.
<b>Regeneracja (odnowienie)</b>	Przetwarzanie oraz procesy zaprojektowane głównie w celu ponownego wykorzystania przetworzonego wyposażenia (np. węgiel aktywny) lub materiału (np. zużyty rozpuszczalnik).
<b>Uwolnienie</b>	Faktyczne zrzuty (rutynowe, zwykłe lub przypadkowe) emisji do środowiska.
<b>Remediacja</b>	Izolowanie i/lub odkażanie zanieczyszczonych mediów środowiskowych, takich jak gleba, wody gruntowe, osady lub wody powierzchniowe z zanieczyszczonego miejsca przeznaczonego do dalszego wykorzystania. Powierzchnia terenu może być większa niż teren ogrodzony.
<b>Sprawozdawczość</b>	Proces okresowego przekazywania informacji na temat efektów działalności środowiskowej, w tym emisji i zgodności z warunkami pozwolenia, władzom lub wewnętrznemu kierownictwu zakładu i innym agencjom, takim jak opinia publiczna.
<b>Zwrot R</b>	Zwroty R to standardowe zwroty wskazujące na szczególne ryzyko wynikające z zagrożeń związanych ze stosowaniem substancji niebezpiecznej. Brzmienie zwrotów R zostało ustanowione w załączniku III do dyrektywy 67/548/EWG w sprawie zbliżenia przepisów ustawowych, wykonawczych i administracyjnych odnoszących się do klasyfikacji, pakowania i etykietowania substancji niebezpiecznych.
<b>Odpyływ (splyw)</b>	Część opadów atmosferycznych i roztopów śniegu, które nie infiltrują, ale przemieszczają się jak przepływ lądowy.
<b>Pobieranie próbek</b>	Pobieranie próbek jest procesem, w którym część substancji jest pobierana w celu utworzenia reprezentatywnej części (próbki) całości, do celów badania rozważanej substancji lub materiału. (patrz również próbki ciągłe, próbki okresowe).
<b>Schemat Sankeya</b>	Specyficzny typ wykresu służącego do wyświetlania przepływów w systemie, np. w celu pokazania masy, energii, materiału, przepływów pieniężnych.
<b>SBR</b>	Sekwencyjny reaktor wsadowy - wariant konwencjonalnego systemu z osadem czynnym do oczyszczania ścieków zawierających materiał organiczny, w którym napowietrzanie i osadzanie odbywają się w tym samym zbiorniku (nie ma potrzeby stosowania osadnika wtórnego).
<b>Obiekt wrażliwy</b>	Obszar, który wymaga specjalnej ochrony, np.: - obszary mieszkalne; - obszary, na których prowadzona jest działalność człowieka (np. szkoły, ośrodki opieki dziennej, tereny rekreacyjne, szpitale lub domy opieki).
<b>Żużel</b>	Pozostałości zeszlone lub częściowo zeszlone.
<b>Osad</b>	Zawiesina o wysokiej zawartości substancji stałych, np. wytrączanych podczas oczyszczania ścieków.
<b>Szlam</b>	Zawiesina cząstek stałych w cieczy, ale o niższym stężeniu niż w osadzie.
<b>Emisje indywidualne/zużycie</b>	Emisje/zużycie związane z bazą referencyjną, taką jak zdolność produkcyjna lub rzeczywista produkcja.
<b>Pomiar punktowy</b>	Pomiar odnoszący się do konkretnego punktu w czasie - nie jest to pomiar ciągły.
<b>Próbka chwilowa</b>	Próbka chwilowa pobrana w przypadkowych odstępach czasu. Zazwyczaj nie jest to związane z ilością odprowadzanych ścieków.
<b>Warunki standardowe (znormalizowane)</b>	Odniesione do temperatury 273,15 K, ciśnienia 101,325 kPa i określonej zawartości tlenu.
<b>Parametr zastępczy</b>	Ilości mierzalne lub obliczalne, które mogą być ściśle związane, bezpośrednio lub pośrednio, z konwencjonalnymi bezpośrednimi pomiarami zanieczyszczeń i które mogą być monitorowane i wykorzystywane zamiast bezpośrednich wartości zanieczyszczeń do pewnych praktycznych celów. Nazywany również parametrem proxy.
<b>TA Luft</b>	Instrukcje techniczne dotyczące kontroli jakości powietrza. Niemieckie rozporządzenie federalne w sprawie kontroli zanieczyszczenia powietrza.
<b>Zagęszczanie</b>	Proces rozdzielania cieczy i substancji stałych poprzez sedimentację (osiadanie) w celu zwiększenia stężenia zawiesiny, któremu towarzyszy tworzenie się klarownej substancji stałej.

<b>Przetwarzanie odpadów o wartości opalowej</b>	Obróbka zużytego drewna, zużytego oleju, zużytych tworzyw sztucznych, zużytych rozpuszczalników itp. w celu uzyskania paliwa lub umożliwienia lepszego odzysku jego wartości opalowej.
<b>Jednostka</b>	Część zakładu, w której prowadzona jest określona operacja przetwarzania.
<b>VFCs</b>	Lotne (wodoro)fluorowęglowodory: fluorowcowane węglowodory zawierające pierwiastek fluoru, w szczególności chlorofluorowęglowodory (CFC), wodorochlorofluorowęglowodory (HCFC) i wodorofluorowęglowodory (HFC), stosowane jako czynniki chłodnicze w systemach chłodzenia (np. lodówki, klimatyzatory).
<b>VHCs</b>	Lotne węglowodory: węglowodory takie jak etan, propan, izobutan, cyklopentan, stosowane jako czynniki chłodnicze w systemach chłodzenia (np. lodówki, klimatyzatory).
<b>Witryfikacja (zeszklenie)</b>	Przemiana substancji lub mieszaniny substancji w szkło lub bezpostaciową szklistą matrycę.
<b>Odpady płynne na bazie wody</b>	Odpady składające się z cieczy wodnych, kwasów/zasad lub osadów nadających się do pompowania (np. emulsje, odpady kwaśne, płynne odpady morskie), które nie są odpadami ulegającymi biodegradacji w stanie ciekłym.
<b>Odpady</b>	Odpady zgodnie z definicją zawartą w art. 3 ust. 1 dyrektywy 2008/98/WE.
<b>Paliwo odpadowe</b>	Każdy rodzaj odpadów lub materiału przygotowanego z odpadów, który jest wykorzystywany jako paliwo w dowolnym procesie spalania.
<b>Gazy odlotowe</b>	Każdy gaz opuszczający proces, który nie jest produktem (w tym gaz spalinowy, gaz wylotowy).
<b>Hierarchia postępowania z odpadami</b>	Priorytetowy porządek w prawodawstwie i polityce w zakresie zapobiegania powstawaniu odpadów i gospodarowania nimi, jak to określono w art. 4 dyrektywy 2008/98/WE.
<b>Posiadacz odpadów</b>	Posiadacz odpadów zgodnie z definicją zawartą w art. 3 ust. 6 dyrektywy 2008/98/WE.
<b>Odpady dostarczone do przetworzenia</b>	Odpady przychodzące, które mają być przetwarzane w zakładzie przetwarzania odpadów.
<b>Olej odpadowy</b>	Olej odpadowy zgodnie z definicją zawartą w art. 3 ust. 3 dyrektywy 2008/98/WE.
<b>Przetwarzanie odpadów</b>	Przetwarzanie zgodnie z definicją zawartą w art. 3 pkt 14 dyrektywy 2008/98/WE.
<b>Zeolity</b>	Mikroporowate, glinokrzemianowe minerały powszechnie stosowane jako adsorbenty przemysłowe.



## BIBLIOGRAFIA

- [1] Concawe, *Collection and disposal of used lubricant oil*, 1996. (Zbieranie i utylizacja zużytych olejów smarnych)
- [2] Monier, V. and Labouze, E., *Critical Review of Existing Studies and Life Cycle Analysis on the Regeneration and Incineration of Waste Oils*, 2001. (Przegląd istniejących badań i analiza cyklu życia w zakresie regeneracji i spalania olejów odpadowych)
- [3] Eunomia Research & Consulting, *Financing of Municipal Solid Waste Management*, 2002.
- [4] Viscolube, Reports and documents provided during the visit of the installation on 11 June 2002, 2002. (Sprawozdania i dokumenty dostarczone podczas wizyty w zakładzie w dniu 11 czerwca 2002 r.)
- [5] Militon et al., *Valorisation of industrial hazardous and non-hazardous waste in collective centers (Valorisation matière de déchets industriels dangereux et non-dangereux en centres collectifs)*, 1998. (Odzysk przemysłowych odpadów niebezpiecznych i odpadów innych niż niebezpieczne w ośrodkach zbiorowych)
- [6] UK Department of the Environment, *Pollution Control for Chemical Recovery Processes*, 1991. (Kontrola zanieczyszczeń w procesach odzysku chemicznego)
- [7] UK, H., *Pollution Control from Waste recovery Processes: Activated Carbon regeneration, Solvent recovery, Oil recovery and re-refining, ion exchange resin regeneration*, 1995. (Kontrola zanieczyszczeń z procesów odzysku z odpadów: Regeneracja z użyciem węgla aktywnego, odzysk rozpuszczalników, odzysk i powtórna rafinacja olejów, regeneracja żywicy jonowymiennnej)
- [8] LaGrega et al., *Hazardous waste management*, 1994. (Gospodarka odpadami niebezpiecznymi)
- [9] UK EA, *Guidance for the recovery and disposal of hazardous and non-hazardous waste (other than by incineration and landfill)*, 2001. (Wytyczne dotyczące odzysku i unieszkodliwiania odpadów niebezpiecznych i innych niż niebezpieczne (innych niż poprzez spalanie i magazynowanie))
- [10] Babbie Group Ltd, *Environment Agency pollution inventory. Guidance for reporting emissions from waste management operations*, 2002. (Inwentaryzacja zanieczyszczeń Agencji Ochrony Środowiska. Wytyczne dotyczące sprawozdawczości w zakresie emisji z operacji związanych z gospodarką odpadami.)
- [11] WT TWG, *Comments from TWG to the First Draft of WT BREF (issued 2006)*, 2003. (Uwagi technicznej grupy roboczej do pierwszego projektu WT BREF)
- [12] UNEP, *Survey of currently available non-incineration PCB destruction technologies*, UN, 2000. (Badanie obecnie dostępnych technologii niszczenia PCB, innych niż spalanie.)
- [13] Schmidt et al., *Reference document on best demonstrated available techniques in waste treatments. Chemical/Physical treatment plants*, BDE - AGS, 2002. (Dokument referencyjny na temat najlepiej zademonstrowanych dostępnych technik przetwarzania odpadów. Chemiczne/fizyczne zakłady unieszkodliwiania odpadów.)
- [14] Eucopro, *Hazardous waste preparation for energy recovery*, Eucopro, 2003. (Przygotowanie odpadów niebezpiecznych do odzysku energii.)
- [15] Iswa, *APC residue management. An overview of important management options*, Iswa, 2003. (Zarządzanie pozostałościami APC. Przegląd najważniejszych opcji.)
- [16] Ruiz, C., *Document on good environmental practices in the catalyst recovery sector*, EIPPCB, 2002. (Dokument dotyczący dobrych praktyk w zakresie ochrony środowiska w sektorze odzysku katalizatorów.)
- [17] Pretz et al., *BREF "Waste treatment". Solid recovered fuels*, RWTH-Aachen I.A.R., European Recovered Fuel Organisation (ERFO), 2003. (BREF "Przetwarzanie odpadów". Stałe paliwa z odzysku.)
- [18] WT TWG, *Comments to the second draft of the WT BREF (issued 2006)*, 2004. (Uwagi do drugiego projektu WT BREF)

- 
- [19] WT TWG, Second plenary TWG meeting on Waste Treatments , 2004. (Drugie posiedzenie plenarne technicznej grupy roboczej ds. unieszkodliwiania odpadów.)
- [20] EUROSTAT, Waste statistics from EUROSTAT, data retrieved in January 2018 , 2018. (Statystyki odpadów Eurostat.)
- [21] WT TWG, Comments to Draft 1 of the revised WT BREF , 2016. (Uwagi do projektu 1 zmienionego dokumentu BREF WT.)
- [23] Mech. subgroup, *Treatment in shredders of temperature exchange equipments*, 2014. (Przetwarzanie w rozdrabniaczach urządzeń do zmiany temperatury.)
- [24] CEFIC, *Waste plastics Incineration & Energy recovery, Draft Nr. 3*, 2002. (Odpady z tworzyw sztucznych, spalanie i odzysk energii.)
- [25] COWI A/S, *Heavy metals in Waste*, European Commission DG ENV. E3, 2002. (Metale ciężkie w odpadach.)
- [26] Mech. subgroup, *Treatment in Shredders of Non-Hazardous Metal Waste*, 2014. (Przetwarzanie w rozdrabniaczach innych niż niebezpieczne odpadów metalowych.)
- [27] VITO et al., *Data Gathering and Impact Assessment for a review and possible widening of the scope of the IPPC Directive in relation to waste treatment activities, Final Report*, European Commission – DG Environment, 2007. (Gromadzenie danych i ocena skutków w celu dokonania przeglądu i ewentualnego rozszerzenia zakresu dyrektywy IPPC w odniesieniu do działań związanych z przetwarzaniem odpadów, sprawozdanie końcowe.)
- [28] Hartmann et al., 'Actual Situation of Re-Refining in Europe – A Perspective of GEIR', *The 2015 Annual Congress of the UEIL*, 2015, Malta, 21st–23rd October 2015. (Rzeczywista sytuacja w branży powtórnej rafinacji w Europie - perspektywa GEIR", Doroczny Kongres UEIL w 2015 r.)
- [29] PCT Subgroup, *Contribution of the PCT Subgroup posted in BATIS on 01.09.2015.*, 2015. (Uwagi podgrupy PCT zamieszczone w BATIS w dniu 01.09.2015 r.)
- [30] COM, *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Manufacture of Large Volume Inorganic Chemicals - Ammonia, Acids, Fertilisers (LVIC-AAF BREF)*, European Commission, JRC IPTS EIPPCB, 2007. (Dokument referencyjny dotyczący najlepszych dostępnych technik (BAT) dla produkcji wielkotonażowych chemikaliów nieorganicznych - amoniak, kwasy, nawozy (dokument BREF LVIC-AAF).)
- [32] Inertec; dechets, F. and Sita, *Information on pre-treatment of hazardous waste before landfilling* , 2002. (Informacje dotyczące wstępnej obróbki odpadów niebezpiecznych przed ich magazynowaniem na wysypiskach.)
- [33] Irish EPA, *Draft BAT guidance notes for the waste sector: waste treatment activities*, Irish EPA, 2003. 9Projekt wytycznych BAT dla sektora odpadów: działania związane z przetwarzaniem odpadów, EPA Irlandia.)
- [34] Watco, *Information provided during the installation visit in Belgium*, Sita, 2002. (Informacje dostarczone podczas wizyty kontrolnej w Belgii.)
- [35] VROM, *Dutch fact sheets for the waste treatment industries*, Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment. Directorate for Chemicals, Waste, Radiation protection. Department of hazardous waste., 2004. (Holenderskie arkusze informacyjne dla przemysłu zajmującego się przetwarzaniem odpadów.)
- [36] UBA Germany, *Annexes to German comments to the 2nd BREF on Waste Treatments Industries (issued 2006)*, UBA Germany, 2004. (Załączniki do uwag Niemiec do drugiego dokumentu BREF dotyczącego przemysłu unieszkodliwiania odpadów.)
- [37] Syke, *Information provided during visit to Finland*, 2003. (Informacje uzyskane podczas wizyty w Finlandii, 2003.)
- [38] UBA Germany, *Technical document: Common Techniques*, 2012. (Dokument techniczny: Techniki wspólne, 2012.)
- [39] WFD 98/EC, 'Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives', *Official Journal of the European Union*, Vol. L 312, 22.11.2008, 2008, pp. 3-30. (WFD 98/WE, "Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/98/WE z dnia 19 listopada 2008 r. w sprawie odpadów oraz uchylająca niektóre dyrektywy", Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej, tom L 312 z 22.11.2008, 2008, s. 3-30.)
-

- [40] Directive 1999/31/EC, 'European Communities Council Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste', 1999. (Dyrektywa 1999/31/WE, "Dyrektywa Rady Wspólnot Europejskich 1999/31/WE z dnia 26 kwietnia 1999 r. w sprawie składowania odpadów", 1999 r.)
- [41] WT TWG, *Contributions on Other Than Normal Operating Conditions (OTNOC)*., 2014. (Informacje na temat innych niż normalne warunki eksploatacji (OTNOC))
- [42] WT TWG, Data collection , 2014. (Techniczna Grupa Robocza - zgromadzone dane)
- [43] COM, *JRC Reference Report on Monitoring of Emissions to Air and Water from IED installations (ROM REF)*, European Commission, JRC IPTS EIPPCB, 2018. (Sprawozdanie referencyjne JRC na temat monitorowania emisji z instalacji IED do atmosfery i wody (ROM REF).)
- [44] IAF, International Accreditation Forum website , 2010. (strona internetowa IAF)
- [45] COM, *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Common Waste water and Waste Gas Treatment/Management Systems in the Chemical Sector*, 2016. (Dokument referencyjny dotyczący najlepszych dostępnych technik (BAT) dla wspólnych instalacji oczyszczania ścieków i gazów odlotowych/zarządzanie w sektorze chemicznym.)
- [46] COM, 'Regulation (EC) No 1221/2009 of the European Parliament and of the Council of 25 November 2009 on the voluntary participation by organisations in a Community ecomanagement and audit scheme (EMAS), repealing Regulation (EC) No 761/2001 and Commission Decisions 2001/681/EC and 2006/193/EC', *Official Journal of the European Union*, Vol. L 342, 22.12.2009, 2009, pp. 1-45. (Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1221/2009 z dnia 25 listopada 2009 r. w sprawie dobrowolnego udziału organizacji w systemie ekozarządzania i audytu we Wspólnocie (EMAS), uchylające rozporządzenie (WE) nr 761/2001 oraz decyzje Komisji 2001/681/WE i 2006/193/WE", *Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej*, tom L 342 z 22.12.2009, 2009, s. 1-45.)
- [47] DG Environment, What is Emas?, 2010. (Co to jest EMAS?)
- [48] UBA Germany, *German comments to the Draft BREF on Waste Treatments Industries (issued 2006)*. *General waste management*, UBA, Ecologic, 2003. (Uwagi Niemiec do projektu dokumentu BREF dotyczącego przemysłu unieszkodliwiania odpadów.)
- [49] Bio. subgroup, *C4\_2014-10-07\_FINAL Version*, 2014. (C4 – wersja finalna)
- [50] ÖWAV Working Committee, 'Position Paper of the ÖWAV Working Committee "Thermal Treatment". Distinction Criteria of Thermal Recovery - Disposal', 2002. (Dokument przedstawiający stanowisko Komitetu Roboczego ÖWAV "Obróbka termiczna".)
- [51] WT TWG, *Comments from TWG to Executive summary, concluding remarks and second draft of chapter 5*, 2005. (Uwagi technicznej grupy roboczej do streszczenia, uwagi końcowe i drugi projekt rozdziału 5.)
- [52] CEN, *EN ISO/IEC 17025:2017 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories (ISO/IEC 17025:2017)*, 2017. (Ogólne wymagania dotyczące kompetencji laboratoriów badawczych i kalibracyjnych.)
- [53] CEN, *EN 15002:2015 Characterization of waste - Preparation of test portions from the laboratory sample*, 2015. (Charakterystyka odpadów - Przygotowanie porcji testowych z próbki laboratoryjnej.)
- [54] AFNOR, *XP X30-489:2013 Caractérisation des déchets - Détermination de la teneur en éléments et substances des déchets*, 2013. (Charakterystyka odpadów - określanie zawartości pierwiastków i substancji w odpadach.)
- [55] Hennebert et al., 'Hazard property classification of waste according to the recent propositions of the EC using different methods', Vol. 34, No 2014, 2015, pp. 1739-1751. (Klasyfikacja właściwości niebezpiecznych odpadów zgodnie z najnowszymi propozycjami WE, przy użyciu różnych metod, tom 34.)
- [56] CEN, *EN 14346:2006 Characterization of waste - Calculation of dry matter by determination of dry residue or water content*, 2006. (Charakterystyka odpadów -

- Obliczanie zawartości suchej masy poprzez określenie zawartości suchych pozostałości lub wody.)
- [57] CEN, *EN 15169:2007 Characterization of waste - Determination of loss on ignition in waste, sludge and sediments*, 2007. (Charakterystyka odpadów - Określanie strat związanych z zapłonem w odpadach, szlamach i osadach.)
- [58] ISO, *ISO 14403-1:2012 Water quality -- Determination of total cyanide and free cyanide using flow analysis (FIA and CFA) -- Part 1: Method using flow injection analysis (FIA)*, 2012. (Jakość wody -- Określanie całkowitej zawartości cyjanku i wolnego cyjanku przy użyciu analizy przepływu (FIA i CFA) -- Część 1: Metoda wykorzystująca wstrzykową analizę przepływową (FIA).)
- [59] ISO, *ISO 14403-2:2012, Water quality -- Determination of total cyanide and free cyanide using flow analysis (FIA and CFA) -- Part 2: Method using continuous flow analysis (CFA)*, 2012. (Jakość wody -- Określanie całkowitej zawartości cyjanku i wolnego cyjanku przy użyciu analizy przepływu (FIA i CFA) -- Część 2: Metoda wykorzystująca ciągłą analizę przepływu (CFA).)
- [60] ISO, *ISO 11262:2011 - Soil quality -- Determination of total cyanide*, 2011. (Jakość gleby -- Określanie całkowitej zawartości cyjanku.)
- [61] AFNOR, *NF T90-107: 2002 Qualité de l'eau - Détermination de l'indice cyanure*, 2002. (Jakość wody - Określanie zawartości cyjanku.)
- [62] CEN, *EN 15309:2007 Characterization of waste and soil - Determination of elemental composition by X-ray fluorescence*, 2007. (Charakterystyka odpadów i gleby - Wyznaczanie składu pierwiastkowego na podstawie fluorescencji rentgenowskiej.)
- [63] AFNOR, *NF T90-043:1998 Essais des eaux - Dosage du chrome (VI) - Méthode par spectrométrie d'absorption moléculaire*, 1988. (Badania wody - Określanie zawartości chromu (VI) - Metoda spektrometrii absorpcji molekularnej.)
- [64] CEN, *CEN/TR 15018:2005, Characterization of waste - Digestion of waste samples using alkali-fusion techniques*, 2005. (Charakteryzowanie odpadów - Fermentacja próbek odpadów z wykorzystaniem techniki alkalicznej syntezy jądrowej.)
- [65] CEN, *EN 13656:2002 Characterization of waste - Microwave assisted digestion with hydrofluoric (HF), nitric (HNO<sub>3</sub>) and hydrochloric (HCl) acid mixture for subsequent determination of elements*, 2002. (Charakterystyka odpadów - mineralizacja wspomaganą mikrofalowo mieszaniną kwasów: fluorowodorowego (HF), azotowego (HNO<sub>3</sub>) i solnego (HCl) do późniejszego oznaczania pierwiastków.)
- [66] CEN, *EN 15192:2006 Characterisation of waste and soil - Determination of Chromium(VI) in solid material by alkaline digestion and ion chromatography with spectrophotometric detection*, 2006. (Charakterystyka odpadów i gleby - Oznaczanie zawartości chromu(VI) w materiale stałym poprzez mineralizację alkaliczną i chromatografię jonową z detekcją spektrofotometryczną.)
- [67] UK Environment Agency, *Cleaning and regeneration of carbon*, 1996. (Oczyszczanie i regeneracja węgla.)
- [68] UBA Germany, *Slag treatment facilities*, 2003. (Instalacje do przetwarzania żużla.)
- [69] UK EA, *Draft guidance - Mechanical Biological Treatment*, UK - Environment Agency, 2013. (Projekt wytycznych - Przetwarzanie mechaniczno-biologiczne.)
- [70] Amlinger et al., *2009\_Austrian\_MoE\_The State of the Art of Composting\_A guide to good practice*, 2009. (Stan technologii kompostowania. Przewodnik po dobrych praktykach – Austriackie Ministerstwo Środowiska)
- [71] Fisher-Klosterman, *Introduction to Air Classification*, 2015. (Wprowadzenie do separacji powietrznej.)
- [72] Shapiro et al., 'Air classification of solid particles: a review', *Chemical Engineering and Processing*, Vol. 44, 2005, pp. 279-285. (Separacja powietrzna cząstek stałych: przegląd, *Chemical Engineering and Processing*, Vol. 44, 2005.)
- [73] Parini, *Ballistic Separator*, 2015. (Separator balistyczny.)
- [74] Falconer, 'GRAVITY SEPARATION: OLD TECHNIQUE/NEW METHODS', *Physical Separation in Science and Engineering*, 2003, Vol. 12, No. 1, pp. 31-48, 2003. (Separacja grawitacyjna: stare techniki/nowe metody.)

- [75] Umweltbundesamt (AT), *Selected BAT Candidates and Emerging Techniques*, 2015. (Wybrani kandydaci na BAT oraz nowe techniki.)
- [76] Sniffer, *Understanding biofilter performance and determining emission concentrations under operational conditions*, 2014. (Zrozumienie wydajności biofiltra i określanie stężeń emisji w warunkach operacyjnych.)
- [77] E.la Pagans et al., 'Biofiltration for ammonia removal from composting exhaust gases', *Chemical Engineering Journal*, Vol. 113 (2005), 2005, p. 105–110. (Zastosowanie biofiltracji do usuwania amoniaku z gazów wylotowych pochodzących z kompostowania, *Chemical Engineering Journal*, Vol. 113 (2005).)
- [78] UK EA, *Evidence - Biofilter performance and operation as related to commercial composting*, 2013. (Ewidencja - Wydajność i działanie biofiltra w odniesieniu do komercyjnego kompostowania.)
- [79] Omri et al., 'H<sub>2</sub>S gas biological removal efficiency and bacterial community diversity in biofilter treating wastewater odor', *Bioresource Technology*, Vol. 102 (2011), 2011, p. 10202–10209. (Wydajność biologicznego usuwania gazu H<sub>2</sub>S i różnorodność społeczności bakterii w biofiltrach usuwających odory ze ścieków, *Bioresource Technology*, Vol. 102 (2011).)
- [80] ÖWAV, *ÖWAV-Regelblatt 513 Betrieb von Biofiltern*, 2002. (Działanie biofiltrów.)
- [81] VDI, *VDI 3477: Biological Waste Gas Treatment - Biofilter*, 2016. (Biologiczne oczyszczanie gazów odlotowych – biofiltr.)
- [82] Yang et al., 'Biofiltration Control of Hydrogen Sulfide, Design and Operational Parameters', *Journal of the Air & Waste Management Association*, Vol. 44, 1994, pp. 863-868. (Biofiltracyjne ograniczanie zawartości siarczku wodoru, parametry projektowe i operacyjne, *Dziennik Stowarzyszenia Zarządzania Powietrzem i Odpadami*, tom 44, 1994 r.)
- [83] UK EA, *How to comply with your environmental permit. Additional technical guidance for composting and aerobic treatment sector*, UK Environment Agency, 2013. (Jak spełnić wymagania pozwolenia środowiskowego. Dodatkowe wytyczne dla sektora kompostowania i przetwarzania tlenowego.)
- [84] Dumont et al., 'N<sub>2</sub>O generation resulting from piggery air biofiltration', *Chemical Engineering Journal*, Vol. 248 (2014), 2014, pp. 337-341. (Generowanie N<sub>2</sub>O wynikające z biofiltracji powietrza w chlewni, *Chemical Engineering Journal*, tom 248 (2014).)
- [85] Scori, *Pre-treatment platform and regroupment of hazardous industrial waste*, 2002. (Wstępne przetwarzanie i grupowanie niebezpiecznych odpadów przemysłowych.)
- [86] VDI and Dechema, *The Future of Waste Management in Europe*, 2002. (Przyszłość gospodarki odpadami w Europie.)
- [87] Prantner, *Catalytic air treatment systems*, Prantner, 2002. (Katalityczne systemy uzdatniania powietrza.)
- [89] Eklund et al., *Air emission from the treatment of soils contaminated with petroleum fuels and other substances*, 1997. (Emisja do atmosfery z przetwarzania gleb zanieczyszczonych paliwami ropopochodnymi i innymi substancjami.)
- [90] Hogg et al., *Economic analysis of options for managing biodegradable municipal waste - Final report*, 2002. (Analiza ekonomiczna możliwości gospodarowania odpadami komunalnymi ulegającymi biodegradacji - Raport końcowy.)
- [91] UBA Germany, *German comments to the Draft BREF on Waste Treatments Industries (issued 2006). Mechanical biological treatments*, UBA, Ecologic, 2003. (Uwagi Niemiec do projektu dokumentu BREF dotyczącego przemysłu unieszkodliwiania odpadów(2006). Przetwarzanie mechaniczno - biologiczne.)
- [92] COM, *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Refining of Mineral Oil and Gas (REF BREF)*, European Commission, JRC IPTS EIPPCB, 2015. (Dokument referencyjny dotyczący najlepszych dostępnych technik (BAT) dla rafinacji ropy naftowej i gazu ziemnego (REF BREF).)
- [93] Physico-Chem. Subgroup, *2014-06-30 - PC TREATMENT - INFORMATION COLLECTION*, 2014. (Przetwarzanie fizyczno-chemiczne – zbiór informacji.)
-

- 
- [94] Vrancken et al., *Evaluation of MSW rest fraction and non-specific category II waste treatment scenarios*, 2001. (Ocena frakcji spoczynkowej odpadów komunalnych i niespecyficznego scenariusza unieszkodliwiania odpadów kategorii II.)
- [95] COM, *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Energy Efficiency (ENE BREF)*, European Commission, JRC IPTS EIPPCB, 2009. (Dokument referencyjny dotyczący najlepszych dostępnych technik (BAT) w zakresie efektywności energetycznej (ENE BREF).)
- [96] WT TWG, *Questionnaires on Waste Treatments*, 2003. (Kwestionariusze dotyczące przetwarzania odpadów Technicznej Grupy Roboczej.)
- [97] UBA Germany, *German comments to the Draft BREF on Waste Treatments Industries (issued 2006). Physicochemical treatments*, UBA, Ecologic, 2003. (Uwagi Niemiec do projektu dokumentu BREF dotyczącego przemysłu unieszkodliwiania odpadów (2006). Przetwarzanie fizyczno-chemiczne.)
- [98] EU, 'Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control)', *Official Journal of the European Union*, Vol. L 334, 17.12.2010, 2010, pp. 17-119. (Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE z dnia 24 listopada 2010 r. w sprawie emisji przemysłowych (zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich kontrola)", *Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej*, tom L 334 z 17.12.2010, s. 17-119.)
- [99] COM, *Best Available Techniques (BAT) Reference Document on Emissions from Storage (EFS BREF)*, European Commission, JRC IPTS EIPPCB, 2006. (Dokument referencyjny dotyczący najlepszych dostępnych technik (BAT) w sprawie emisji z magazynowania (EFS BREF).)
- [101] Mech. subgroup, *Pre-treatment of waste for secondary fuel preparation*, 2014. (Wstępna obróbka odpadów celem przygotowania paliwa odpadowego.)
- [103] EEB, *Additional information on measurements of heavy metals and PCDD/F at shredding sites (Monitoring reports from Marburg Gossfelden, Trier and Salaise sur Sanne)*, 2017. (Dodatkowe informacje dotyczące pomiarów metali ciężkich i PCDD/F w miejscach rozdrabniania (Sprawozdania z monitoringu z Marburg Gossfelden, Trier i Salaise sur Sanne).)
- [104] EuRIC, *Treatment in shredders of metal waste - Data assessment*, 2015. (Przetwarzanie w rozdrabniaczach odpadów metalowych - Ocena danych.)
- [105] Belgium, *BAT on scrap handling, treatment and dismantling - English translation of certain paragraphs*, 2007. (BAT dotyczące postępowania ze złomem, przetwarzania i demontażu - tłumaczenie niektórych ustępów na język angielski.)
- [106] Keller, *Keller Ultra filter for shredders*, 2014. (Filtry ultra do rozdrabniaczy.)
- [107] EERA, *Comments on Draft BREF shredding of fridges, freezers and airconditioning units*, 2015. (Uwagi na temat rozdrabniania lodówek, zamrażarek i urządzeń klimatyzacyjnych.)
- [108] EuRIC, *The VHC Foam Capturing concept - a new MGG concept for the recycling of VHC fridges*, 2016. (Koncepcja wychwytywania VHC z pianki - nowa koncepcja MGG dla recyklingu lodówek zawierających lotny węglowodór VHC.)
- [109] INERIS, *Treatment of freezing and cooling appliances*, 2015. (Przetwarzanie urządzeń chłodzących i zamrażających.)
- [110] Mech. subgroup, *Mini-BREF Pretreatment of waste for incineration or co-incineration, production of SRF and RDF*, 2014. Mini-BREF (Wstępna obróbka odpadów przeznaczonych do spalania lub współspalania, produkcja SRF i RDF.)
- [111] NZ Ministry for the Environment, *Used Oil Recovery, Reuse and Disposal in New Zealand*, 2000. (Odzysk, ponowne wykorzystanie i unieszkodliwianie zużytego oleju w Nowej Zelandii.)
- [112] ENDS, *EU to ban nonylphenols and chromium cement*, 2002. (Zakazanie przez UE stosowania nonylofenoli i cementu chromowego.)
- [113] Umweltbundesamt (AT), *Analysis of questionnaires for mechanical treatment by Austrian Environment Agency*, 2015. (Analiza kwestionariuszy dotyczących przetwarzania mechanicznego przez Austriacką Agencję Środowiska.)
-

- [114] Greenpeace, *How to comply with the Landfill Directive without incineration: A Greenpeace blueprint*, 2001. (Jak postępować zgodnie z dyrektywą w sprawie składowania odpadów, bez spalania.)
- [115] DETR and DTI, *Household Waste Management in the UK. Some examples of current practice*, 2001. (Gospodarka odpadami komunalnymi w Wielkiej Brytanii. Kilka przykładów obecnej praktyki.)
- [116] ETSU, *An Introduction to Household waste management*, 1998. (Wprowadzenie do gospodarki odpadami pochodzącymi z gospodarstw domowych.)
- [117] Petts, J. and Eduljee, G., *Environmental impact assessment for waste treatment and disposal facilities*, 1994. (Ocena oddziaływania na środowisko w odniesieniu do zakładów przetwarzania i unieszkodliwiania odpadów.)
- [118] Hogg, D., *Costs for municipal waste management in the EU*, Eunomia, 2001. (Koszty gospodarowania odpadami komunalnymi w UE.)
- [119] Lanfranchi, B., *Biological treatment of polluted soil*, FNADE, 2003. (Biologiczne przetwarzanie zanieczyszczonej gleby.)
- [120] Bidlingmaier et al., 'Grundlagen der Kompostierung.', , Vol. Kennzahl 5305, Lieferung 11, No 98, 1998. (Podstawy kompostowania.)
- [121] US Composting Council, *Test methods & parameters: Pertinent Compost Characteristics*, 2017. (Metody badań i parametry: Istotne cechy charakterystyczne kompostu.)
- [122] BSI & AfOR & WRAP, *PAS 100:2011 "Specification for composted materials"*, BSI & Association for Organics Recycling, 2011. (Specyfikacja dotycząca surowców kompostowanych.)
- [123] Diaz et al., 'Factors that affect the process (Compost Science and Technology, Volume 8 - 1st Edition)', *L.F. Diaz, M. de Bertoldi, W. Bidlingmaier, E. Stentiford (ed.) Compost Science and Technology. Elsevier, Amsterdam. p. 49-64.*, 2007. (Czynniki, które mają wpływ na proces (Nauka i Technologia Kompostowa, tom 8 - wydanie pierwsze).)
- [124] UBA Germany, *Technical Document: Treatment of Separately Collected Organic Waste (Composting and Digestion)*, 2013. (Dokument techniczny: Przetwarzanie selektywnie zebranych odpadów organicznych (kompostowanie i fermentacja).)
- [125] Williams et al., 'Compounds identified during biosolids composting odours (in Science and Engineering of Composting: Design, Environmental, Microbial and Utilization Aspects)', *Science and Engineering of Composting: Design, Environmental, Microbial and Utilization Aspects*, 1993. (Związki zidentyfikowane podczas kompostowania substancji stałych (w Science and Engineering of Composting: aspekty projektowe, środowiskowe, mikrobiologiczne i użytkowe).)
- [126] Kern et al., *Aufwand und Nutzen einer optimierten Bioabfallverwertung hinsichtlich Energieeffizienz, Klima- und Ressourcenschutz.*, 2010. (Wysilek i korzyści płynące ze zoptymalizowanego recyklingu bioodpadów w zakresie efektywności energetycznej, ochrony klimatu i zasobów.)
- [127] Umweltbundesamt (AT), *Analysis of questionnaires for biological treatment by Austrian Environment Agency*, 2015. (Analiza kwestionariuszy dotyczących przetwarzania biologicznego przez Austriacką Agencję Środowiska.)
- [128] Lin et al., 'Characterization of alginate-like exopolysaccharides isolated from aerobic granular sludge in pilot-plant', *Water Research*, 44 (2010), 3355-3364, 2010. (Charakterystyka egzopolisacharydów alginatopodobnych wyizolowanych z tlenowych granulowanych osadów ściekowych w zakładzie pilotażowym, badania wody.)
- [129] Lin et al., 'Sustainable polysaccharide-based biomaterial recovered from waste aerobic granular sludge as a surface coating material', *Sustainable Materials and Technologies 4 (2015) 24–29*, 2015. (Zrównoważony biomateriał na bazie polisacharydów odzyskany z odpadów tlenowego granulowanego szlamu jako materiał do powlekania powierzchni, Sustainable Materials and Technologies 4.)
- [130] Mwaniki et al., *Lecture 24-Anaerobic and Aerobic Digestion (slide 30)*, 2017. (Wykład 24 - Fermentacja beztlenowa i tlenowa.)
- [131] Bio. Subgroup, *C2\_AD\_14-07-03\_Applied processes and techniques*, 2014. (C2\_AD\_14-07-03\_stosowane procesy oraz techniki.)
-

- 
- [132] UK EA, *How to comply with your environmental permit. Additional technical guidance for: Anaerobic Digestion*, UK - Environment Agency, 2013. (Jak spełnić wymagania pozwolenia środowiskowego. Dodatkowe wskazówki techniczne dla: fermentacji beztlenowej.)
- [133] Korkakaki et al., 'PHA production from the organic fraction of municipal solid waste (OFMSW): Overcoming the inhibitory matrix', *Water Research* 96 (2016) 74-83, 2016. (Produkcja PHA z frakcji organicznej stałych odpadów komunalnych (OFMSW): Przewyciężenie macierzy hamującej.)
- [134] López-Garzón et al., 'Recovery of carboxylic acids produced by fermentation (Research review paper)', *Biotechnology Advances* 32 (2014) 873-904, 2014. (Odzysk kwasów karboksylowych wytwarzanych w procesie fermentacji (przegląd naukowy).)
- [135] Lee et al., 'A review of the production and applications of waste-derived volatile fatty acids', *Chemical Engineering Journal* 235 (2014) 83-99, 2014. (Przegląd produkcji i zastosowań lotnych kwasów tłuszczowych pochodzących z odpadów.)
- [136] Torrijos et al., 'Treatment of the biodegradable fraction of used disposable diapers by codigestion with waste activated sludge', *Waste Management* 34 (2014) 669-675, 2014. (Przetwarzanie ulegającej biodegradacji części zużytych pieluch jednorazowego użytku poprzez współfermentację z osadem czynnym z odpadów.)
- [137] Norden, *Examples of progressive technologies and practices in Nordic Waste Treatment Industries*, Nordic co-operation, 2012. (Przykłady postępowych technologii i praktyk w Nordic Waste Treatment Industries.)
- [138] Danish EPA, *Emerging Techniques - DK - biological treatment*, 2014. (Nowe techniki - Dania - przetwarzanie biologiczne.)
- [139] Xergi, NiX® (Nitrogen Extraction) pre-treatment technology , 2017. (Technologie obróbki wstępnej (ekstrakcja azotu).)
- [140] Uellendahl et al., *Bioman - Economically efficient biogas production from manure fibres and straw*, Section for Sustainable Biotechnology, Aalborg University Copenhagen; Danish Technological Institute; ainia centro tecnológico, Parque Tecnológico de Valencia, 2013. (Ekonomicznie efektywna produkcja biogazu z obornika i słomy.)
- [141] UBA Germany, *Technical document: Mechanical-biological treatment of residual waste*, 2013. (Dokument techniczny: Mechaniczno-biologiczne przetwarzanie odpadów resztkowych.)
- [142] DEFRA, *Mechanical Heat Treatment of Municipal Solid Waste*, DEFRA, 2013. (Mechaniczna obróbka cieplna komunalnych odpadów stałych.)
- [143] Bioelektra, RotoSTERIL (zakład w Różankach, PL) , 2017.
- [144] Aerothermal, Zakład w Poole, UK , 2017.
- [145] Orchid Environmental Ltd, Zakład w Huyton on Merseyside, UK , 2017.
- [146] Eco Hispanica, Zakład w Rivas, ES , 2017.
- [147] EstechUSA, Technologia FiberCycle® (zakład w South Kirkby, UK) , 2017.
- [148] Dong Energy, Dong Energy invests in bio plant in the UK , 2017. (Dong Energy inwestuje w bioelektrownie w Zjednoczonym Królestwie.)
- [149] Clausen et al., *The State of EMAS in the EU. Eco-Management as a Tool for Sustainable Development – Literature Study*, Institute for Ecological Economy Research (Berlin) and Ecologic, Institute for International and European Environmental Policy, 2002, p. 15. (Stan EMAS w UE. Eko-zarządzanie jako narzędzie zrównoważonego rozwoju - studium literatury.)
- [150] Kühner, *Biowaste Composting – New Developments and solutions for the reduction of odour emissions – Composting under semi-permeable laminate covers.*, 2001. (Kompostowanie bioodpadów - Nowe osiągnięcia i rozwiązania w zakresie redukcji emisji odorów - Kompostowanie pod półprzepuszczalnymi osłonami z laminatu.)
- [151] Jacobs et al., *An industry guide for the prevention and control of odours at biowaste processing facilities.*, 2007. (Przewodnik branżowy w zakresie zapobiegania i kontroli odorów w zakładach przetwarzania bioodpadów.)
-



- [152] Sauer et al., 'Measuring Oxygen In Compost.', Vol. December 2013, Vol. 54, No. 12, 2013, p. 23. (Mierzenie zawartości tlenu w kompoście.)
- [153] Bidlingmaier et al., 'Biotechnologische Verfahren zur Behandlung fester Abfallstoffe.', 1997. (Biotechnologiczne procesy przetwarzania odpadów stałych.)
- [154] Kuhner, *Kompostierung unter semipermeablen Planenabdeckungen als emissionsarmes „Low-Tech“ - und „Low-Cost“-Verfahren“ Report 149 35 40 41 42 46 99*, 2000. (Kompostowanie pod plandekami półprzepuszczalnymi jako proces niskoemisyjny o małych wymaganiach technologicznych i finansowych.)
- [155] Schmidt et al., 'Whitepaper: Composting trials evaluate VOC emissions control.', Biocycle, 2009, San Diego. (Whitepaper: Próby z kompostowaniem pozwalają ocenić poziom emisji LZO.)
- [156] Bruyn, *Gutachtliche Stellungnahme zum Vergleich von Geruchsemissionen und – immissionen verschiedener Kompostierungssysteme.*, 2011. (Ekspertyza dotycząca porównania emisji i immisji z różnych systemów kompostowania.)
- [157] Peche et al., *Eco-efficient biomaterial composting via encapsulation with semipermeable membrane cover*, 2014. (Ekoefektywne kompostowanie biomateriałów poprzez zastosowanie półprzepuszczalnej osłony membranowej.)
- [158] Bio. Subgroup, *c4 spm for 4.6*, 2015.
- [159] Greenpeace, *Technical criteria for the destruction of stockpiled persistent organic pollutants*, Greenpeace, 1998. (Kryteria techniczne dotyczące niszczenia składowanych trwałych zanieczyszczeń organicznych.)
- [160] Perseo, P., *Soil washing. Technology description*, FEAD, 2003. (Płukanie gleby. Opis technologii.)
- [161] Straetmans, B., *Stabilisation/Solidification*, Sita, 2003. (Stabilizacja/Solidyfikacja.)
- [162] Galambos et al., *Photographic processing hazards*, Silver-Select Kft, 2003. (Zagrożenia związane z przetwarzaniem materiałów fotograficznych.)
- [163] Ecodeco, *Compilation of information provided on waste treatment activities*, 2002. (Zestawienie dostarczonych informacji na temat działań związanych z przetwarzaniem odpadów.)
- [164] UBA Germany, *Technical document: Physico-chemical treatment*, 2013. (Dokument techniczny: Przetwarzanie fizyczno-chemiczne.)
- [165] Jacobs, A. and Dijkmans, R., 'BAT Treatment of Waste Oil', 2001. (Przetwarzanie olejów odpadowych w oparciu o najlepsze dostępne techniki (BAT).)
- [166] Marshall et al., *A CPSS for Waste Oil - An EA Discussion Paper*, 1999. (CPSS dla oleju odpadowego - dokument EA do dyskusji.)
- [167] Straetmans, B., *Lubricants of the future. The future of re-refining*, Sita, 2003. (Smary przyszłości. Przyszłość powtórnej rafinacji.)
- [168] UBA Germany, *German comments to the Draft BREF on Waste Treatments Industries (issued 2006). Waste oil*, UBA, Ecologic, 2003. (Uwagi Niemiec do projektu dokumentu BREF dotyczącego przemysłu unieszkodliwiania odpadów (2006). Olej odpadowy.)
- [169] Puralube GmbH, *Hylube process*, 2016. (Proces Hylube.)
- [170] DETR, *UK Waste Oils Market*, 2001. (Przemysł olejów odpadowych.)
- [171] Langenkamp H., 'Workshop on co-incineration', Vol. EUR 18068 EN., 1997, Belgirate (NO), Italy. (Warsztaty na temat współspalania.)
- [172] Silver Springs Oil Recovery Inc., *Regenerate used oils into basestocks or thermally crack them to fuels*, 2000. (Jak regenerować zużyte oleje na surowce bazowe lub termicznie przerabiać je na paliwa.)
- [173] Woodward-Clyde, *Assessment of the effects of combustion of waste oil, and health effects associated with the use of waste oil as a dust suppressant*, 2000. (Ocena skutków spalania oleju odpadowego oraz skutków zdrowotnych związanych z wykorzystaniem oleju odpadowego jako środka ograniczającego zapylenie.)

- 
- [174] UBA Germany, *Determination of the Best Available Techniques for Waste Treatment Industries within the Sevilla Process to Review the Reference Document on Best Available Techniques for the Waste Treatments Industries - Additional amendments* -, 2012. (Określenie najlepszych dostępnych technik dla przemysłu unieszkodliwiania odpadów w ramach procesu sewilijskiego w celu dokonania przeglądu dokumentu referencyjnego BAT dotyczącego najlepszych dostępnych technik dla przemysłu unieszkodliwiania odpadów - dodatkowe zmiany.)
- [175] Krajenbrink et al., *Fuel and energy recovery*, 1999. (Odzysk paliwa i energii.)
- [176] Langenkamp, H. and Nieman, H., *Draft CEN Report. Solid Recovered Fuel. Part I and II*, 2001. (Projekt sprawozdania CEN. Paliwo stałe odzyskane. Część I II.)
- [177] COM, *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Large Combustion Plants (LCP BREF)*, European Commission - JRC IPTS EIPPCB, 2017. Dokument referencyjny dotyczący najlepszych dostępnych technik (BAT) dla dużych obiektów energetycznego spalania (LCP BREF.)
- [178] EUCOPRO, *EUCOPRO contribution to chapter 2 - updating existing chapter 2 linked with EUCOPRO activities*, 2014. (Uwagi EUCOPRO do rozdziału 2 - aktualizacja istniejącego rozdziału 2 w części poświęconej działaniom EUCOPRO.)
- [179] Indaver, *Brochure of services provided by the company* , 2002. Indaver, broszura z usługami świadczonymi przez firmę.)
- [180] Cruz-Gomez, M. J., *Draft document on good environmental practices in the waste solvent recovery sector*, EIPPCB, 2002. (Projekt dokumentu w sprawie dobrych praktyk w zakresie ochrony środowiska w sektorze odzysku rozpuszczalników z odpadów.)
- [181] UBA Germany, *German comments to the draft BREF on Waste Treatments Industries (issued 2006). Treatment of waste solvents*, UBA, Ecologic., 2003. (Uwagi Niemiec do projektu dokumentu BREF dotyczącego przemysłu przetwarzania odpadów (2006). Przetwarzanie odpadów rozpuszczalników.)
- [182] Dpt. Environment, AUS, *Emission Estimation Technique Manual for Solvent Recycling*, 1999. (Podręcznik technik szacowania emisji w zakresie recyklingu rozpuszczalników.)
- [183] Leefmilieu et al., *VLAREM II - Bijlage 4.4.6. MEET- EN BEHEERSPROGRAMMA VOOR FUGITIEVE VOS-EMISSIES*, 2015. (Program pomiarów i zarządzania w zakresie emisji ulotnych.)
- [184] COM, *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Manufacture of Organic Fine Chemicals (OFC BREF)*, European Commission, JRC IPTS EIPPCB, 2006. Dokument referencyjny dotyczący najlepszych dostępnych technik (BAT) w zakresie produkcji organicznych substancji o wysokiej jakości (OFC BREF.)
- [185] CEFIC, *residual sodium chemical recycling*, 2014. (Recykling chemiczny pozostałości sodu.)
- [186] Schenk, *KVA-Rückstände in der Schweiz. Der Rohstoff mit Mehrwert*, Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern., 2010, p. 230. (Pozostałości po spalaniu odpadów w Szwajcarii.)
- [187] UBA Germany, *German comments to the Draft BREF on Waste Treatments Industries (issued 2006). Waste water management*, UBA, Ecologic, 2003. (Uwagi Niemiec do projektu dokumentu BREF dotyczącego przemysłu przetwarzania odpadów (2006). Gospodarka ściekami.)
- [188] CEN, *CEN ISO/TR 15462:2009 Water quality - Selection of tests for biodegradability (ISO/TR 15462:2006)*, 2009. (Jakość wody - Wybór testów podatności na biodegradację.)
- [189] UNEP, *General technical guidelines on the environmentally sound management of wastes of wastes consisting of, containing or contaminated with persistent organic pollutants*, UNEP - Basel Convention, 2015. (Ogólne wytyczne techniczne dotyczące racjonalnego ekologicznie gospodarowania odpadami składającymi się, zawierającymi lub zanieczyszczonymi trwałymi zanieczyszczeniami organicznymi.)
-

- [190] UNEP, *Technical guidelines for environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with polychlorinated biphenyls, polychlorinated terphenyls or polybrominated biphenyls*, UNEP, 2004. (Wytyczne techniczne w zakresie racjonalnego ekologicznie gospodarowania odpadami składającymi się, zawierającymi lub zanieczyszczonymi polichlorowanymi bifenylami i/lub polichlorowanymi terfenylami.)
- [191] IPEN, *Solutions for the destruction of POPs wastes (IPEN Factsheet)*, IPEN, 2012. (Rozwiązania w zakresie niszczenia odpadów zawierających TZO (arkusz informacyjny IPEN).)
- [192] Mäurer et al., 'Recycling of EPS-waste to expandable polystyrene (EPS-Loop)', *FAKUMA Forum 2005*, 2005, Friedrichshafen, 20 October 2005. (Recykling odpadów EPS.)
- [193] patent WO 2006/131376 A1, Method for recycling plastics and use thereof , 2006. (Metody recyklingu tworzyw sztucznych i ich wykorzystanie.)
- [194] Schlummer et al., 'Using the Creasolv® process to recycle polymers from Canadian waste plastics containing brominated flame retardants', *Organohalogen compounds 70*, 2008, 2139-2142, 2008. (Wykorzystanie procesu Creasolv® do recyklingu polimerów z kanadyjskich odpadów z tworzyw sztucznych zawierających bromowane środki zmniejszające palność.)
- [195] CreaCycle GmbH, *The CreaSolv® Process* , 2017.
- [196] Amiard et al., *PCB, environment et santé*, Lavoisier Tec&Doc, 2016. (PCB, środowisko i zdrowie.)
- [197] CENELEC, *EN 50625 group of standards* , 2014. (Normy EN 50625.)
- [198] Goodship et al., *Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Handbook*, 2012. (Zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny (WEEE). Podręcznik.)
- [199] CIGRE, *SF6 Recycling Guide (WG 23-10)*, International Council on Large Electric Systems (CIGRE), 1997. (SF6 Przewodnik po recyklingu (WG 23-10).)
- [200] IEC, *IEC 62271-4:2013 High-voltage switchgear and controlgear - Part 4: Handling procedures for sulphur hexafluoride (SF6) and its mixtures*, 2013. (Aparatura rozdzielcza i sterownicza niskonapięciowa - Część 4: Postępowanie z sześćfluorkiem siarki (SF6) i jego mieszaninami.)
- [201] IEC, *IEC 60480:2004 Guidelines for the checking and treatment of sulfur hexafluoride (SF6) taken from electrical equipment and specification for its re-use*, 2004. (Wytyczne dotyczące kontroli i przetwarzania sześćfluorku siarki (SF6) pobranego ze sprzętu elektrycznego oraz specyfikacja jego ponownego wykorzystania.)
- [202] USA DoE, *ARI technologies Asbestos Destruction*, National Energy Technology Laboratory (NETL), 2002. (Technologie ARI dotyczące niszczenia azbestu.)
- [203] Ozonator Industries, *Ozonator NG Technology*, 2017. (Ozonator NG.)
- [204] WT TWG, *Note for the clarification of the scope of regeneration of sulphuric acid for the BREF on waste treatments, waste incineration, and large volume inorganic chemicals*, WT TWG, 2002. (Nota wyjaśniająca zakres regeneracji kwasu siarkowego w dokumencie BREF dotyczącym przetwarzania odpadów, spalania odpadów i dużych ilości chemikaliów nieorganicznych.)
- [205] Liebetrau et al., *Messmethodensammlung Biogas Methoden zur Bestimmung von analytischen und prozessbeschreibenden Parametern im Biogasbereich (Band 7)*, DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH, 2013. (Zbiór metod pomiarowych dla biogazu. Metody określania parametrów analitycznych oraz opisanie procesu (tom 7).)
- [206] Flesch et al., 'Fugitive methane emissions from an agricultural biodigester', *Biomass and bioenergy*, 35(2011), 3927-3935, 2011. (Emisje ulotne metanu z biofermentatora rolniczego.)
- [207] Hrad et al., 'Multisource emission retrieval within a biogas plant based on inverse dispersion calculations—a real-life example', *Environ Monit Assess (2014) 186:6251–6262*, 2014. (Wielozródłowy odzysk emisji w biogazowni na podstawie obliczeń dyspersji odwrotnej - przykład rzeczywisty.)
-

- [208] Hrad et al., 'Quantification of methane emissions from full-scale open windrow composting of biowaste using an inverse dispersion technique', *Waste Management 34 (2014) 2445–2453*, 2014. (Kwantyfikacja ilościowa emisji metanu z otwartej na pełną skalę kompostowni odpadów organicznych z zastosowaniem techniki odwrotnego rozproszenia.)
- [209] Biological Subgroup, *Emerging techniques proposed by the TWG Subgroup on Biological treatments*, 2015. (Nowe techniki zaproponowane przez podgrupę TWG ds. przetwarzania biologicznego.)
- [210] SKAP, SKAP Technology website, 2017. (Strona internetowa SKAP Technology.)