

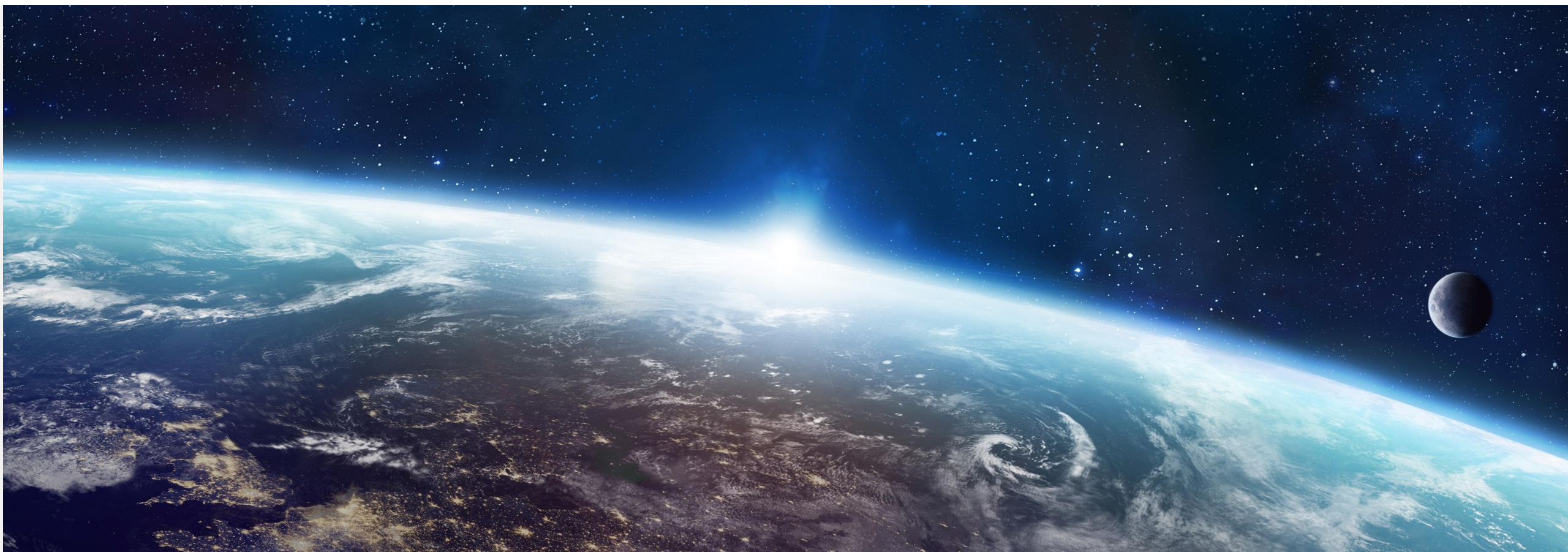


Polska Agencja  
Kosmiczna

# Narodowy System Informacji Satelitarnej dla Środowiska

Warszawa, 25 listopada 2021 r.

# Wykorzystanie przestrzeni kosmicznej – stan obecny



# Od Sputnika do ...

- Od 1957 roku (Sputnik) wyniesiono 8378 satelitów
- W 2019 roku krążyło po orbitach prawie 5000 satelitów z czego 2000 funkcjonujących (telekomunikacyjne 60%)

*Źródło: Biuro Narodów Zjednoczonych ds. Przestrzeni Kosmicznej (UNOOSA)*

**Codziennie korzystamy z usług blisko 40 satelitów**

telewizja, radio, pogoda, smartfon, facebook, poczta, samochód, bankomat, terminal, transmisja danych, ...



# ... samoorganizujących się sieci satelitów

## Nowa Era w kosmosie

- Postęp technologiczny - miniaturyzacja i standaryzacja
- Komerccjalizacja sektora kosmicznego (podmioty prywatne)
  - Polska: 6 małych satelitów, 2 komercyjne inicjatywy obserwacji Ziemi
- Konstelacje, formacje, roje, chmary - samoorganizujące się i współpracujące

## Obserwacja Ziemi

- Czas rewizyty – od kilku dni do kilkudziesięciu razy dziennie
- Rozdzielczość przestrzenna - 25-30 cm
- Rozdzielczość spektralna - od kilku do kilkuset kanałów spektralnych

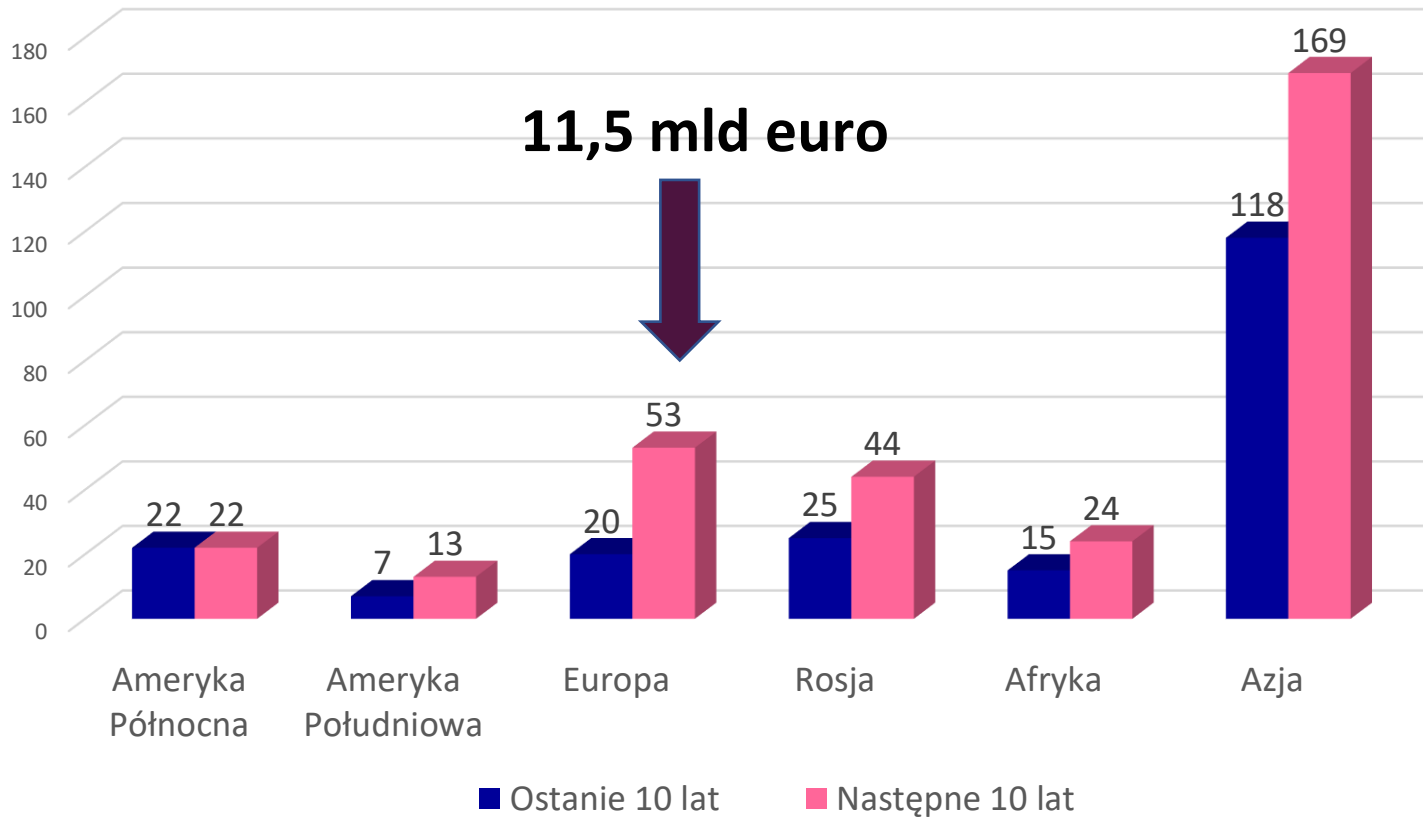


Chmara satelitów Starlink umieszczona w rakiecie nośnej (*Źródło: SpaceX*)

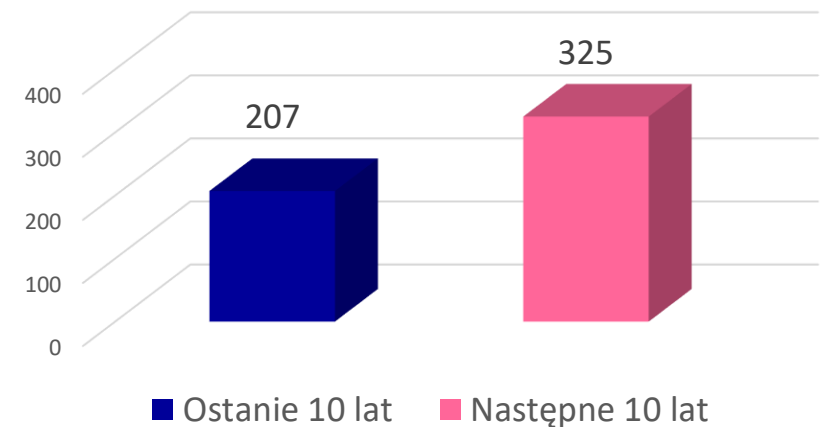
Zapowiadana konstelacja satelitów telekomunikacyjnych Starlink ma liczyć 12 000 jednostek

# Administracja w przestrzeni kosmicznej

Liczba wyniesień satelitów Obserwacji Ziemi



Liczba wyniesień satelitów obserwacji Ziemi (suma)



Źródło: Government Space Programs 2021. A Euroconsult Report, 2021 r.



# Wsparcie polityk danymi satelitarnymi



- Zmiany klimatu
- Zanieczyszczenie środowiska
- Migracja
- Mobilność/komunikacja
- Energia
- Niedobór zasobów
- Rozwój demograficzny
- Konflikty/katastrofy
- Zdrowie

Obserwacje z kosmosu wspierają rozwiązanie problemów

Popularyzacja wykorzystania instytucjonalnego i komercyjnego

Synergia systemów satelitarnych – kompatybilność i komplementarność

# Agenda ONZ 2030

## CELE ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU

<p><b>1</b> KONIEC Z UBÓSTWEM</p> 	<p><b>2</b> ZERO GŁODU</p> 	<p><b>3</b> DOBRE ZDROWIE I JAKOŚĆ ŻYCIA</p> 	<p><b>4</b> DOBRA JAKOŚĆ EDUKACJI</p> 	<p><b>5</b> RÓWNOŚĆ PŁCI</p> 	<p><b>6</b> CZYSTA WODA I WARUNKI SANITARNE</p> 
<p>Wyeleminować ubóstwo na całym świecie</p>	<p>Koniec z głodem, osiągnięcie bezpieczeństwa żywnościowego i zrównoważone rolnictwo</p>	<p>Zapewnić wszystkim ludziom zdrowe życie i dobrobyt</p>	<p>Wysokiej jakości edukacja dla wszystkich, uczenie się przez całe życie</p>	<p>Osiągnąć równość płci, wzmocnić pozycję kobiet i dziewcząt</p>	<p>Zapewnić wszystkim dostęp do wody i warunków sanitarnych</p>
<p><b>7</b> CZYSTA I DOSTĘPNA ENERGIA</p> 	<p><b>8</b> WZROST GOSPODARCZY I GODNA PRACA</p> 	<p><b>9</b> INNOWACYJNOŚĆ, PRZEMYSŁ, INFRASTRUKTURA</p> 	<p><b>10</b> MNIEJ NIERÓWNOŚCI</p> 	<p><b>11</b> ZRÓWNOWAŻONE MIASTA I SPOŁECZNOŚCI</p> 	<p><b>12</b> ODPOWIEDZIALNA KONSUMPCJA I PRODUKCJA</p> 
<p>Zapewnić wszystkim dostęp do stabilnej i nowoczesnej energii po przystępnej cenie</p>	<p>Inkluzywny wzrost gospodarczy, produktywno zatrudnienie, godna praca dla wszystkich</p>	<p>Stabilna infrastruktura, zrównoważony przemysł, wspieranie innowacyjności</p>	<p>Zmniejszyć nierówności w krajach i między krajami</p>	<p>Bezpieczne miasta i osiedla ludzkie sprzyjające włączeniu społecznemu</p>	<p>Zapewnić wzorce zrównoważonej konsumpcji i produkcji</p>
<p><b>13</b> DZIAŁANIA W DZIEDZINIE KLIMATU</p> 	<p><b>14</b> ŻYCIE POD WODĄ</p> 	<p><b>15</b> ŻYCIE NA LĄDZIE</p> 	<p><b>16</b> POKÓJ, SPRAWIEDLIWOŚĆ I SILNE INSTYTUCJE</p> 	<p><b>17</b> PARTNERSTWA NA RZECZ CEŁÓW</p> 	<p>CELE ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU</p>
<p>Pilne działania zwalczające zmiany klimatyczne i ich skutki</p>	<p>Chronić oceany, morza i zasoby morskie</p>	<p>Ochrona zrównoważonych ekosystemów lądowych i różnorodności biologicznej</p>	<p>Pokojowe i inkluzywne społeczeństwa, silne i odpowiedzialne instytucje</p>	<p>Ożywić globalne partnerstwo na rzecz zrównoważonego rozwoju</p>	

**kamień węgielny wszystkich polityk Unii Europejskiej**



# Europejski Zielony Ład

## Zmiany klimatu i degradacja środowiska stanowią zagrożenie dla Europy

Gospodarka europejska: nowoczesna, zasobooszczędna i konkurencyjna.

- zerowy poziom emisji gazów cieplarnianych netto do 2050 r.,
- oddzielenie wzrostu gospodarczego od zużycia zasobów,
- żadna osoba ani żaden region nie pozostaną w tyle.

Europejski Zielony Ład ma również wspomóc rozwiązanie problemów związanych z pandemią COVID-19.

Finansowanie: fundusz na rzecz odbudowy i wzmocnienia odporności.



## Komponent A: „Odporność i konkurencyjność gospodarki”

**Reforma:** „Zwiększenie wykorzystania danych satelitarnych na potrzeby gospodarki i Państwa”

- rozbudowa krajowego systemu serwisów monitoringowych, produktów, narzędzi analitycznych i usług oraz infrastruktury wykorzystującej dane satelitarne

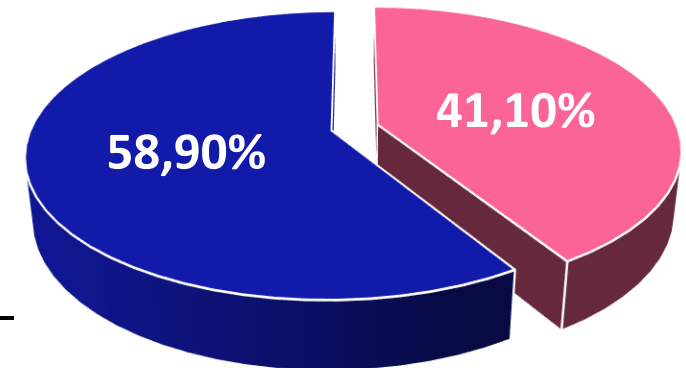
### Inwestycje (w mln euro):

- Narodowy System Informacji Satelitarnej (MRiT/PAK) – 41,8
- System Satelitarnej Obserwacji Ziemi - MicroGlob (MON) – 108,2

Budżet dla Polski  
51,8 mld euro

37%

„Europejski Zielony Ład”



■ Granty (23,9 mld euro)  
■ Pożyczki (34,2 mld euro)

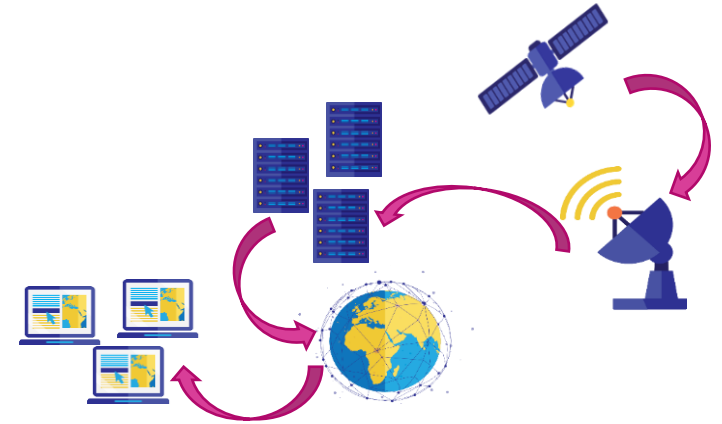
# Narodowy System Informacji Satelitarnej



# POLSA NSIS w Krajowym Programie Kosmicznym

„Interoperacyjny system odbioru, przechowywania, przetwarzania i udostępniania danych satelitarnych, którego celem jest dostarczanie serwisów monitoringowych, produktów informacyjnych, usług i narzędzi analitycznych wraz z niezbędną infrastrukturą”

(KPK 2021-2026 - projekt)



## Obszary interwencji

- uruchomienie, doskonalenie i rozbudowa oraz udostępnianie serwisów monitoringowych (6) i produktów obserwacji Ziemi (36),
- integracja istniejących rozwiązań technicznych (np. Sat4Envi) oraz rozbudowa infrastruktury m.in. o archiwum Copernicus, repozytorium produktów, centrum operacyjne POLSA,
- działania informacyjne, komunikacyjne, edukacyjne, szkoleniowe (8 rocznie) oraz bieżąca współpraca z użytkownikami (20) i dostawcami.

# Narodowy System Informacji Satelitarnej

## ➤ Użytkownicy

administracja publiczna, służby, przedsiębiorcy, instytucje, nauki i szkolnictwa wyższego, obywatele

## ➤ Dostawcy

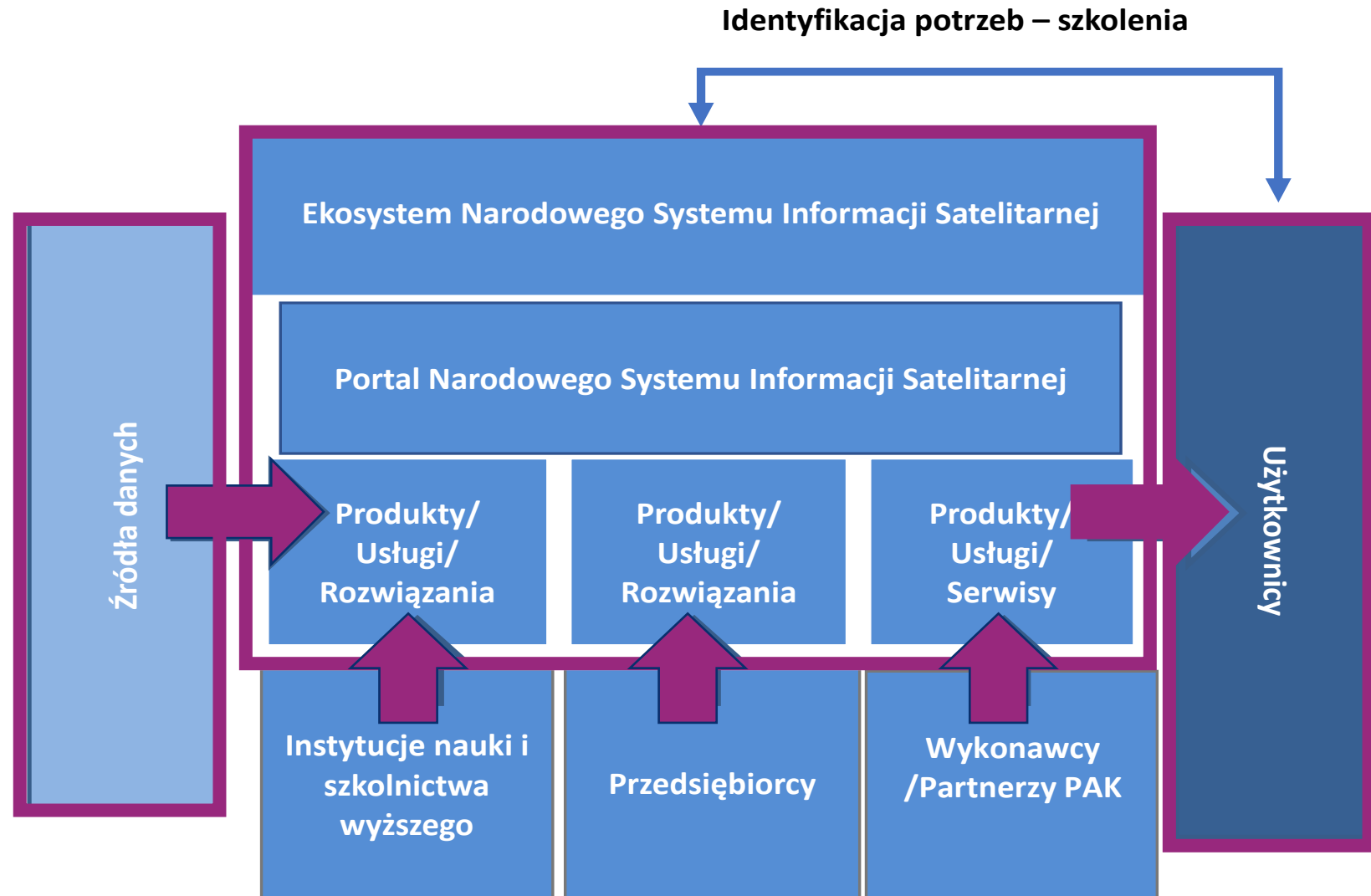
przedsiębiorcy, instytucje nauki i szkolnictwa wyższego

## ➤ Źródła danych

Copernicus, MicroGlob, inne programy europejskie i światowe w tym komercyjne

## ➤ Udostępnianie

powszechnie i nieodpłatnie, komercyjnie - zasady będą każdorazowo ustanawiane odrębnie



# System Satelitarnej Obserwacji Ziemi MicroGlob

satelity klasy mikro obrazujące w zakresie optoelektronicznym oraz radarowym (konstelacja) wraz z segmentem naziemnym



# Oczekiwane rezultaty

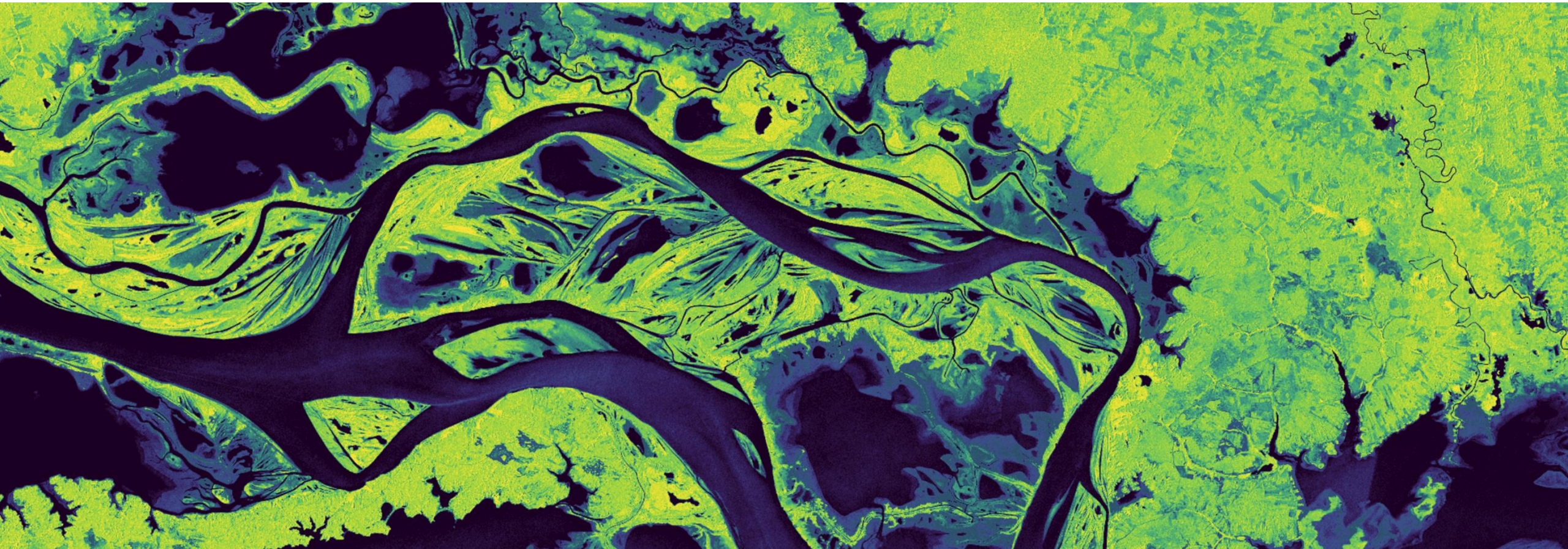
wzrost wykorzystania danych satelitarnych przez administrację publiczną i podmioty gospodarcze

- zwiększenie efektywności działań państwa oraz konkurencyjności gospodarki poprzez:
  - optymalizacja realizacji zadań publicznych,
  - wzrost wiedzy i kompetencji administracji publicznej i podmiotów sektora kosmicznego,
  - wzrost popytu rynkowego na produkty i usługi.

## Bariery w wykorzystaniu danych satelitarnych



# Dane, produkty, serwisy





# Misje programu Copernicus



**Sentinel-1 (A/B) – dane radarowe C-SAR** ★★  
 obszar lądów i mórz, bezpieczeństwo zagrożenia ekologiczne, osiadanie, rozpoznanie upraw, nawodnienie



**Sentinel-2 (A/B) – dane wielospektralne MSI** ★★  
 mapy pokrycia i użytkowania terenu, kondycja roślinności, wody, planowanie przestrzenne



**Sentinel-3 (A/B) – spektrometry OLCI/SLSTR/SAR/MWR** ★★  
 temperatura lądów i oceanów, kolor wód, wysokość powierzchni morza, grubości lodu



**Sentinel-4 (A/B) – wielospektralny spektrometr UVN/Infra-Red Sounder**  
 zanieczyszczenie powietrza, gazy śladowe i aerozole, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, metanal, HCHO, glioksal i areozol



**Sentinel-5p precursor – spektrometr TROPOMI/UVNS (4 zakresy: UV, VIS, NIR i SWIR)** ★  
 zanieczyszczenie powietrza, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, metanal, HCHO, areozole



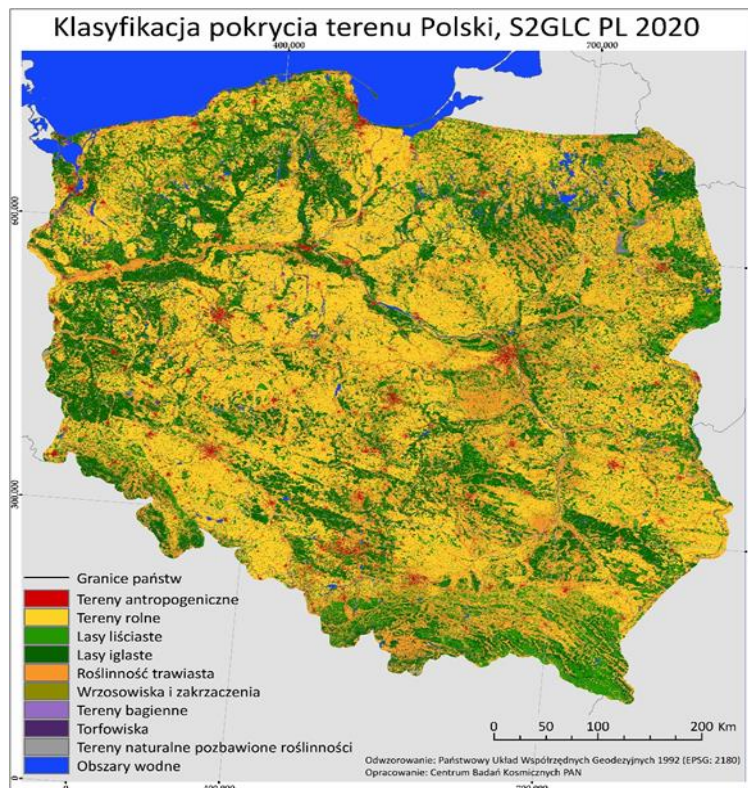
**Sentinel-5 – spektrometr TROPOMI/UVNS (4 zakresy: UV, VIS, NIR i SWIR)**  
 monitorowanie zanieczyszczenia powietrza



**Sentinel-6 (A/B): Jason-CS – wiele sensorów (POSEIDON-4/AMR-C/DORIS/GNSS-POD/LRA/GNSS-ROT)** ★ - monitorowanie poziomu mórz i oceanów, zmiany klimatu

**COPERNICUS** – największy, najbardziej kompleksowy na świecie system obserwacji Ziemi – zmiany klimatu, ochrona środowiska

# Pokrycie terenu i zmiany pokrycia terenu



## Mapy pokrycia 2019, 2020, 2021

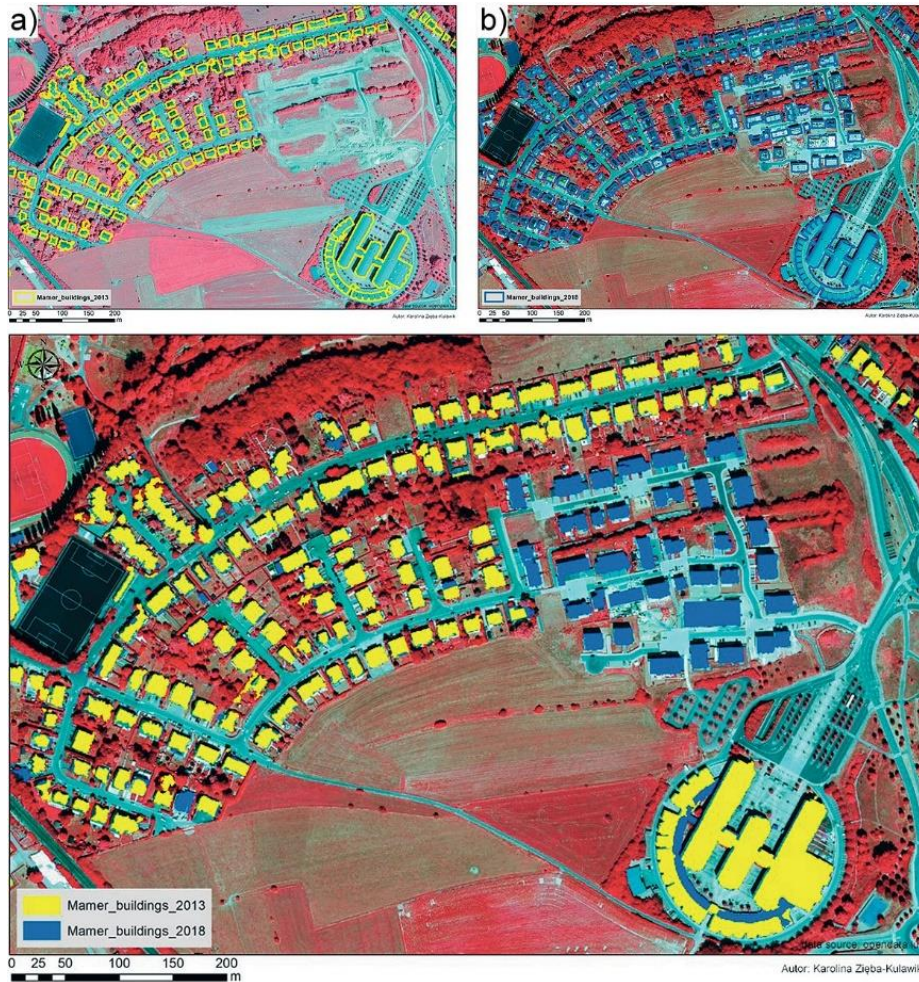
- klasyfikacja automatyczna Sentinel 2 z wykorzystaniem europejskich baz danych CORINE Land Cover (CORINE LC) oraz High-Resolution Layers (HRL),
- wielkość piksela 10 m (rozdzielczość przestrzenna)
- 13 klas pokrycia terenu
- walidacja w oparciu o Bazę Danych Obiektów Topograficznych.

## Mapy zmian pokrycia terenu 2019-2020 i 2020-2021

- automatyczna detekcja zmian na mapach pokrycia j.w. według systematyki map źródłowych,
- mapy rastrowe, mapy wektorowe, zestawienia tabelaryczne w podziale administracyjnym.

## Ortofotomapa satelitarna

- automatyczne mazaikowanie bezchmurnych zobrazowań satelitarnych Sentinel 2 z 2021 o rozdzielczości 10m,
- mozaika w barwach naturalnych i podczerwieni.



Presja zabudowy miejskiej  
 a) 2013 r. (kolor żółty) i b) 2018 r. (kolor niebieski)  
 (źródło: Zięba-Kulawik i in. 2020)

## Warstwa Street Tree Layer (2012) dla obszaru Krakowa (źródło: EEA, 2012b)

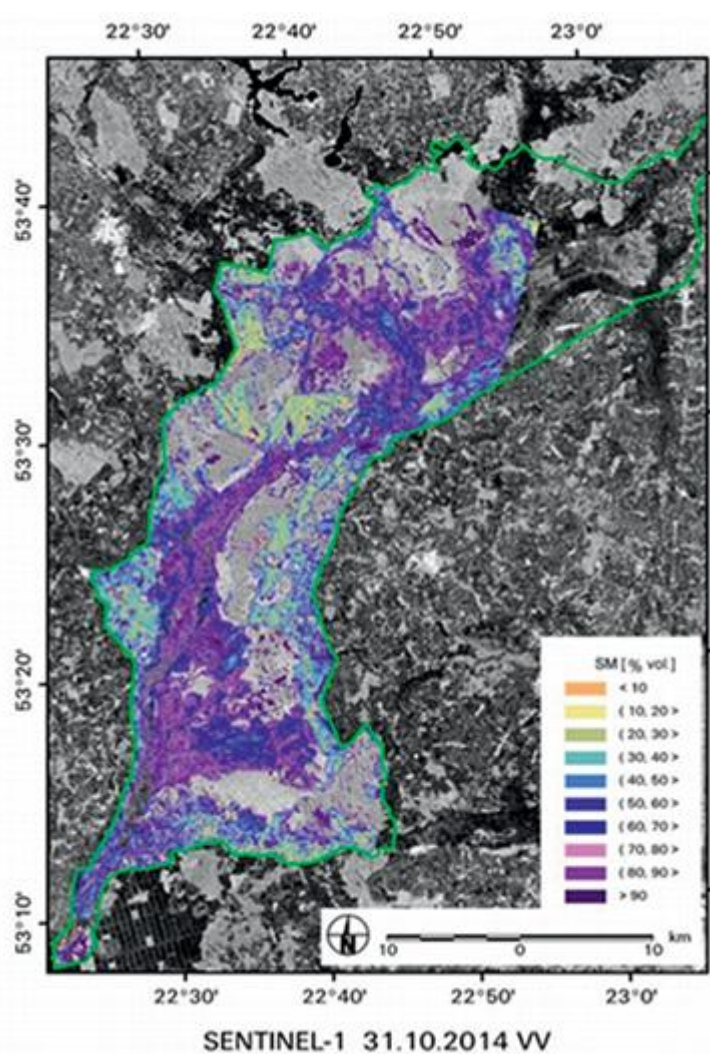


## Monitorowanie klimatu miejskiego – wyspy ciepła (Lublin) (źródło: Hyperlab, 2019)

Rozkład temperatur nałożony na mapę cieniowania wygenerowaną z NMT

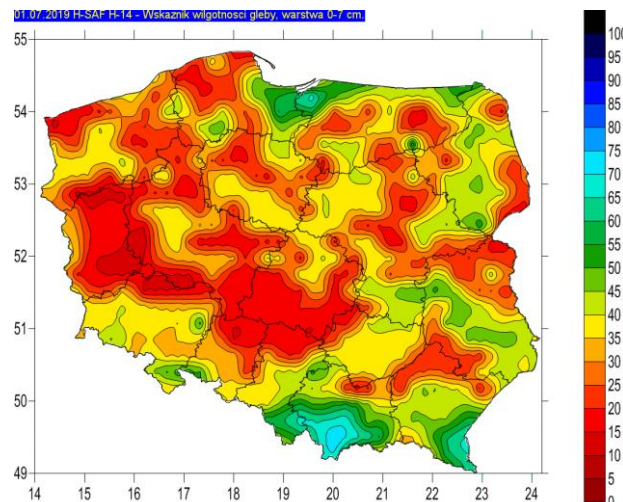


# Wilgotność gleb

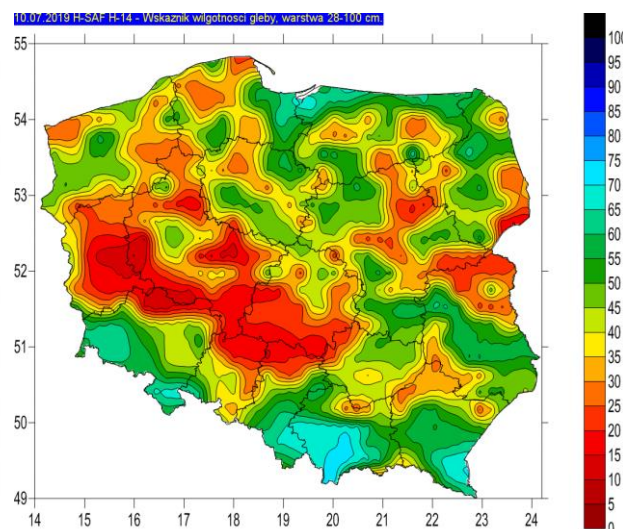


Obszar Dolnej i Środkowej Biebrzy

źródło: Dąbrowska-Zielińska i in., 2016



Warstwa 0-7cm



Warstwa 28-100 cm

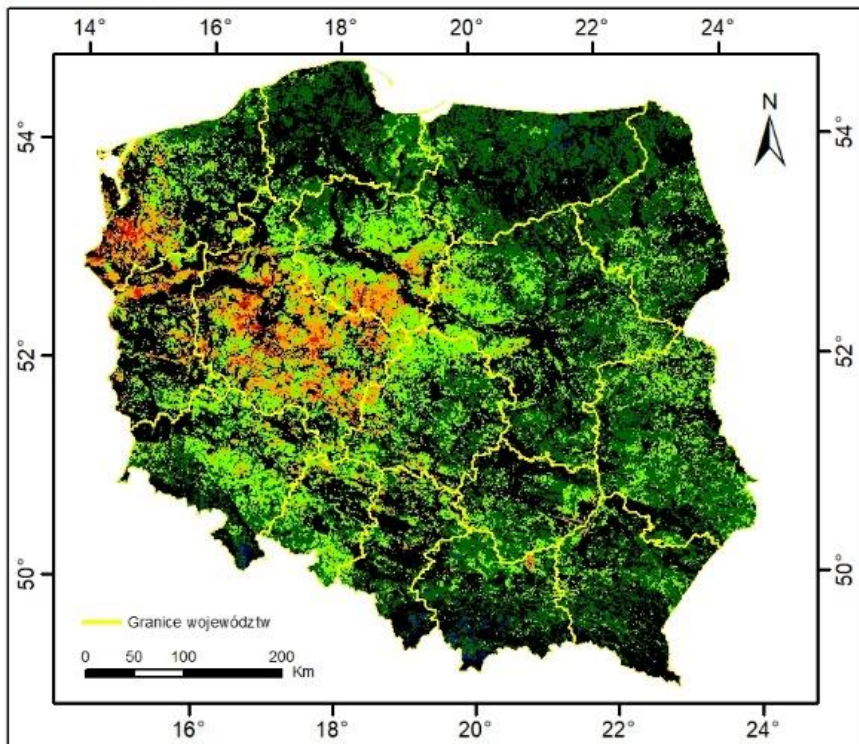
źródło: IMGW, Eumetsat

## Serwis monitoringowy wilgotności gleb – pilotaż

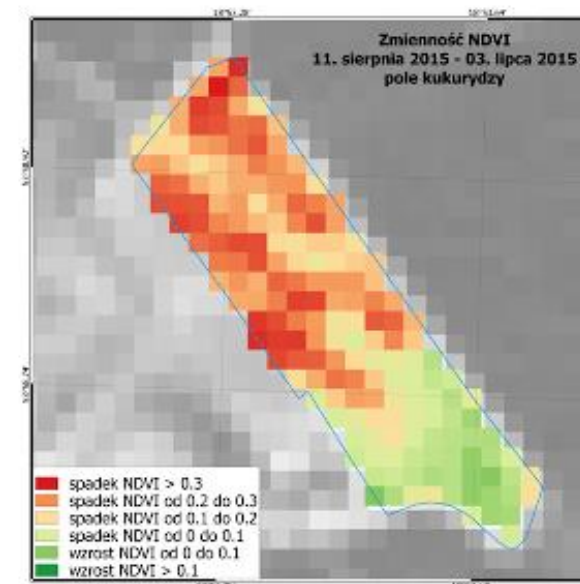
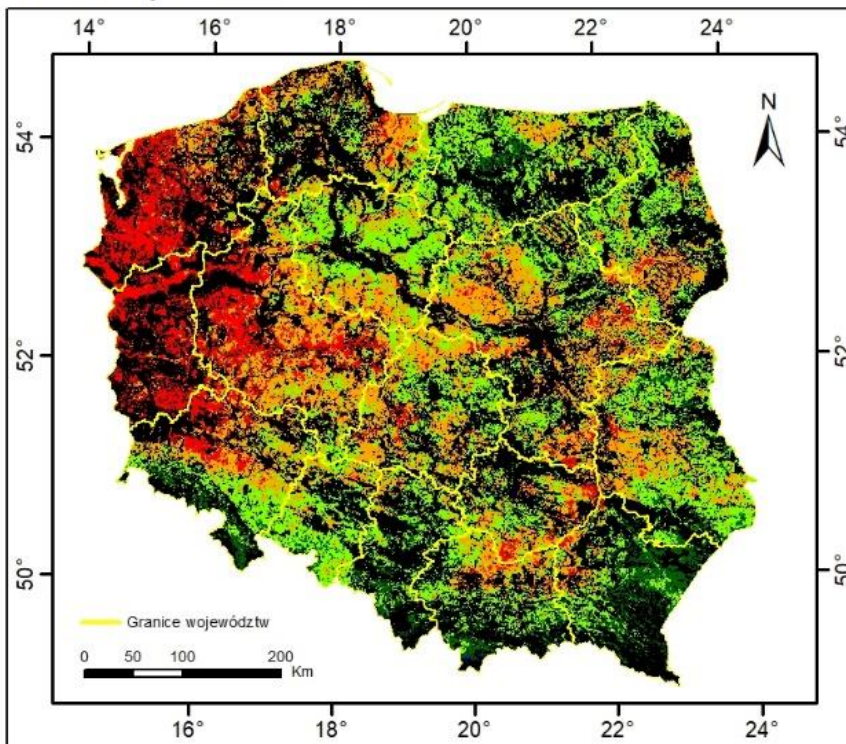
- dziesięciodniowe kompozycje wilgotności w warstwie korzeniowej 0-5cm z obrazów Sentinel 1,
- wilgotność objętościowa wyrażona w [%] lub [m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>] (rozdzielczości - 100x100m, 250x250m, 500x500m, 1000x1000)m,
- stosunek wilgotności wyrażony w [%] (rozdzielczości - 100x100m, 250x250m, 500x500m, 1000x1000m),
- dla orbit wstępujących i zstępujących,
- zestawienia tabelaryczne - różnicowanie wilgotności gleb w jednostkach administracyjnych oraz wyniki porównania wilgotności gleb w latach 2021 i 2022.

# Zagrożenie suszą i susza

9 - 16 czerwca 2020



12 - 19 sierpnia 2020



- Susza ekstremalna
- Susza
- ND
- Uwilgotnienie przeciętne
- Uwilgotnienie dobre
- Uwilgotnienie wysokie



Przy opracowaniu wykorzystano dane meteorologiczne - źródłem pochodzenia danych jest Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej - Państwowy Instytut Badawczy. Dane IMGW-PIB zostały przetworzone.

Centrum Teledetekcji  
Instytut Geodezji i Kartografii

- Susza ekstremalna
- Susza
- ND
- Uwilgotnienie przeciętne
- Uwilgotnienie dobre
- Uwilgotnienie wysokie

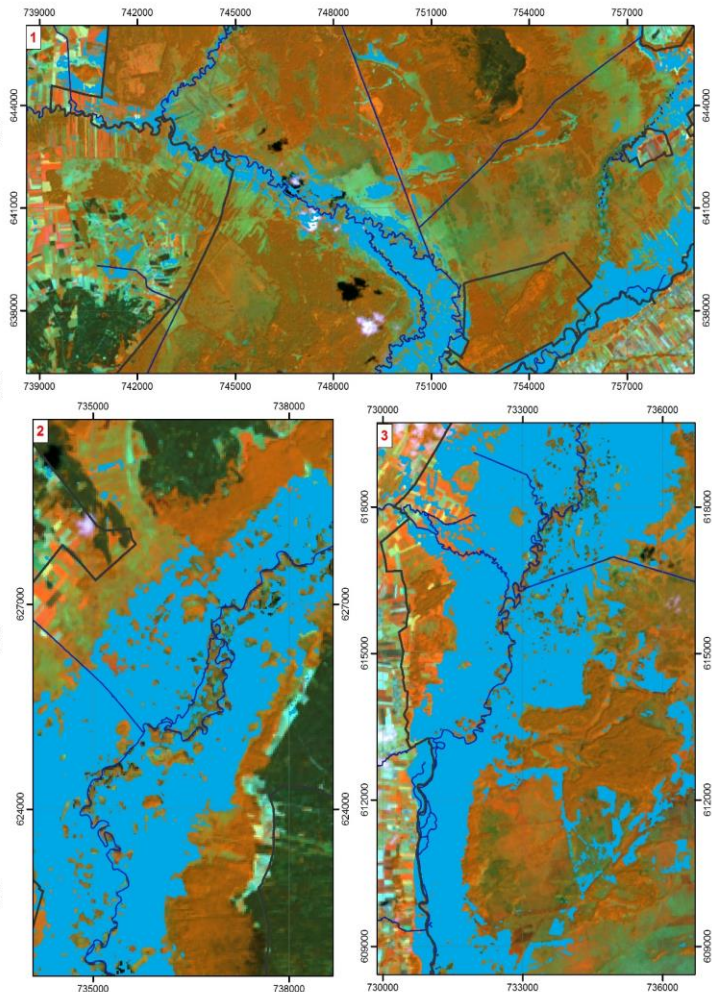
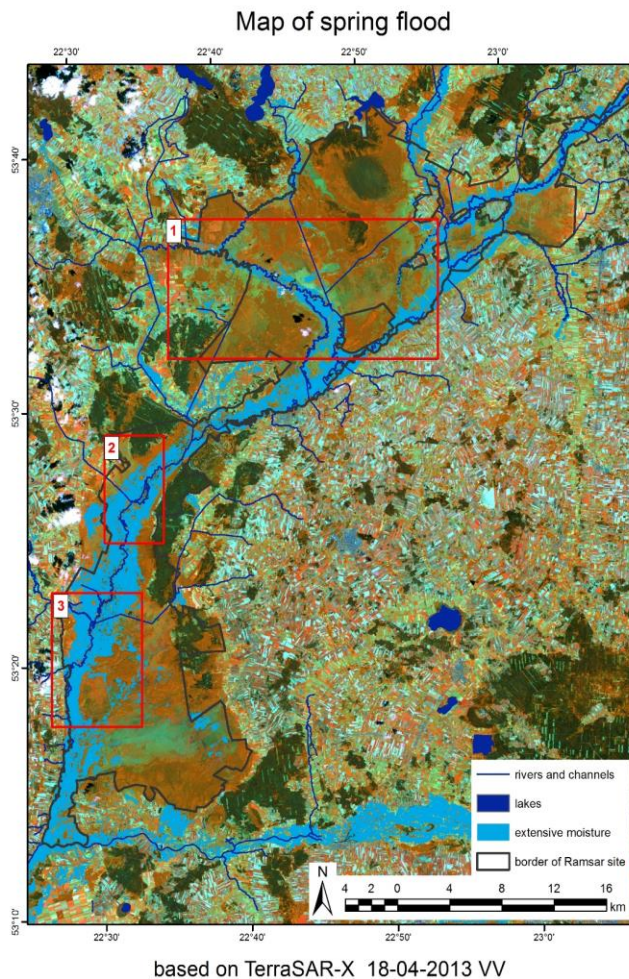
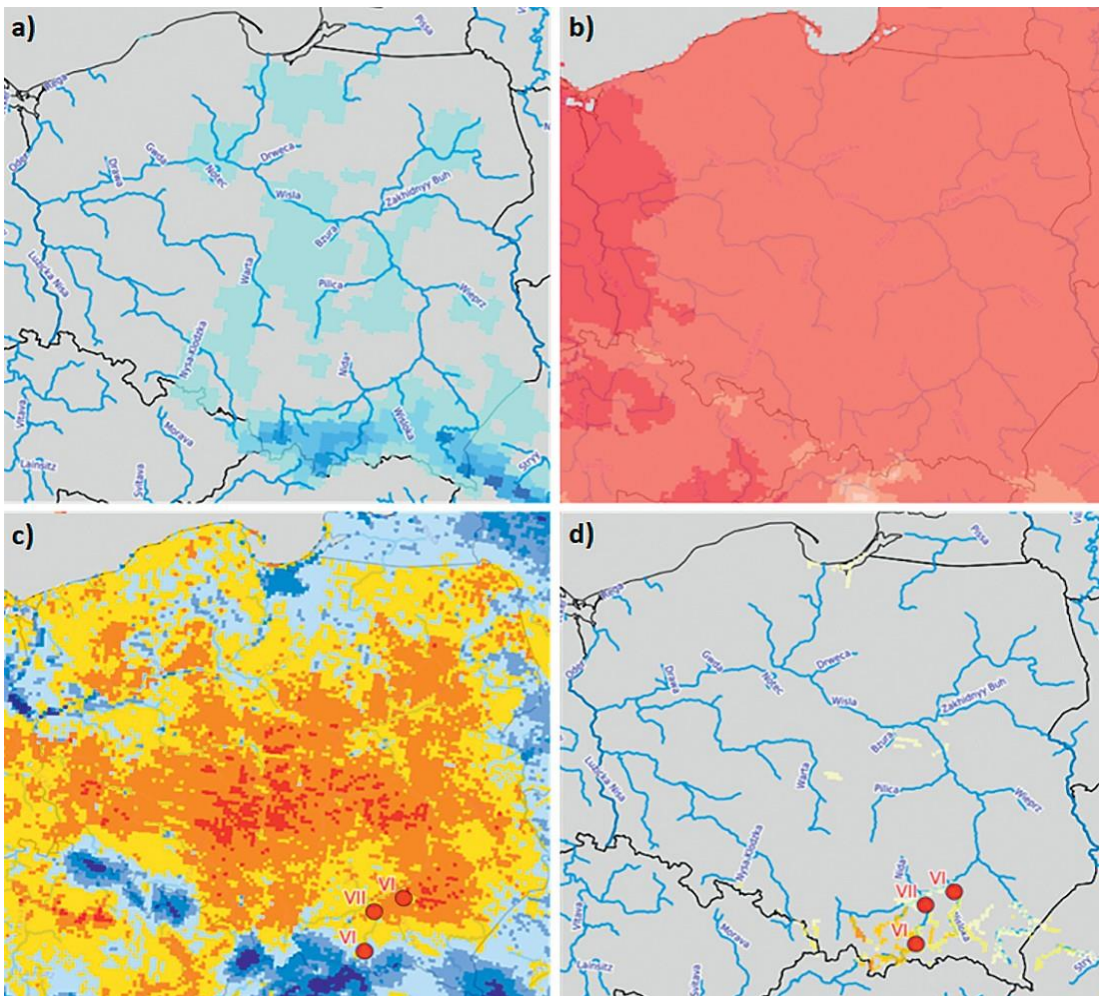


Przy opracowaniu wykorzystano dane meteorologiczne - źródłem pochodzenia danych jest Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej - Państwowy Instytut Badawczy. Dane IMGW-PIB zostały przetworzone.

Centrum Teledetekcji  
Instytut Geodezji i Kartografii

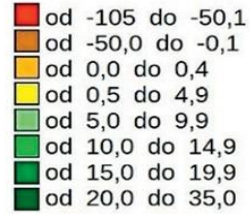
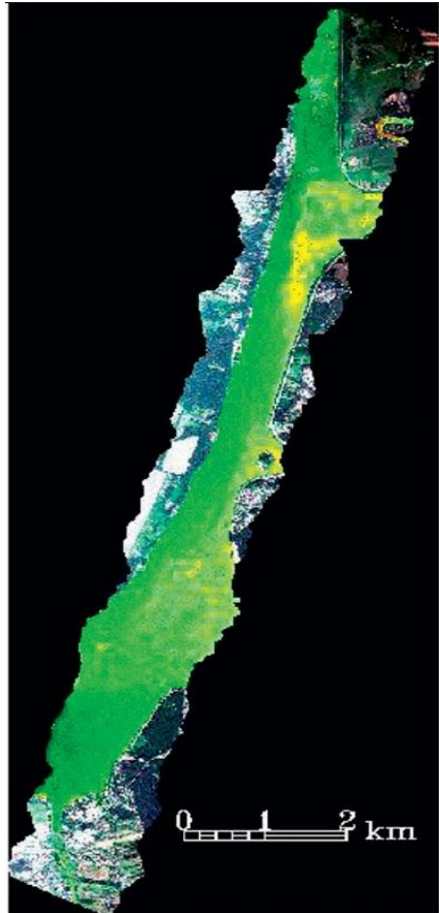
**PROJEKT IGIK- KOWR 2020 Rozwijanie Nowych Metod Monitorowania Suszy - warunki wzrostu upraw, w tym identyfikacja suszy rolniczej, oceny redukcji plonów upraw w wyniku wystąpienia niekorzystnych warunków wzrostu w 2020r.**

# P L S A Zagrożenie powodzią



Wybrane produkty systemu EFAS (ang. *European Flood Awareness System*) : a) prawdopodobieństwo wystąpienia opadu > 150mm, b) temperatura powietrza, c) wilgotność gleby, d) prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi z lokalizacją punktów raportowania i przekroczeniem poziomu progowego (źródło: EFAS, 2020b)

# Jakość wód śródlądowych



Rozkład chlorofilu w obrębie fragmentu Jeziora Zegrzyńskiego (Źródło: Jarocińska i in., 2015, za: Osińska-Skotak, 2010)

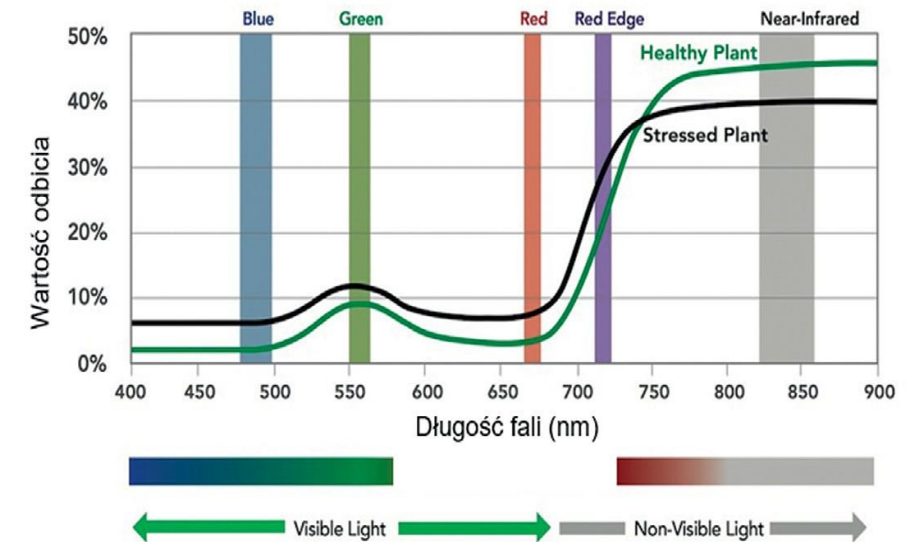
Rozmieszczenie glonów z grupy Cyanophyta (sinice) (źródło: Stapińska i in., 2016)



# Kondycja lasów i roślinności przyulicznej



Krzywe spektralne roślinności zdrowej i chorej



Rozmiar wylesień (kolor: turkus) w Borach Tucholskich w roku 2018 spowodowanych nawałnicą z 2017 roku (źródło: [Global Forest Change, 2020](#))

Analiza zieleni przyulicznej: kompozycje Sentinel-2 w barwach fałszywych (źródło: [SentinelHub, 2020](#)) oraz tzw. przesunięcie krzywej spektralnej w kanale RedEdge (źródło: [MisaSense, 2017](#))



# Wybrane zagadnienia (Zielony Ład)

1. Pokrycie i użytkowanie terenu oraz zmiany - urbanizacja, tereny nieprzepuszczalne, ograniczania/ przywracanie naturalnej retencji,
2. Stan zdrowotny drzewostanów w świetle zmian klimatycznych, szacowania biomasy leśnej oraz pochłaniania CO<sub>2</sub> i akumulowania węgla, określenie rzeczywistej lesistości terenów Polski,
3. Bioróżnorodność - przeciwdziałanie utracie różnorodności biologicznej, ochrona gleb, odbudowa ekosystemów,
4. Wilgotność gleby – w tym zagrożenie suszą z uwzględnieniem kondycji i typu pokrycia roślinnego,
5. Uprawy i szacowanie wielkości plonów rolnych w Polsce z uwzględnieniem strat rolniczych, ocena produktywności - ograniczanie nawożenia (bez ograniczenia żyzności), biomasa upraw energetycznych,
6. Zagrożenie rozprzestrzenianiem się pożarów w Polsce w kontekście ochrony zasobów naturalnych,
7. Środowisko morskie (fizyczne, chemiczne i biologiczne charakterystyki środowiska) na rzecz ochrony biosystemu, oceny eutrofizacji, potencjału energetycznego,
8. ...

# DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

**Jolanta Orlińska**  
**p. o. Dyrektor Krajowego Programu Kosmicznego**  
**Polska Agencja Kosmiczna**

Oddział Terenowy PAK w Warszawie  
Ul. Prosta 70

mail: [jolanta.orknska@polsa.gov.pl](mailto:jolanta.orknska@polsa.gov.pl)