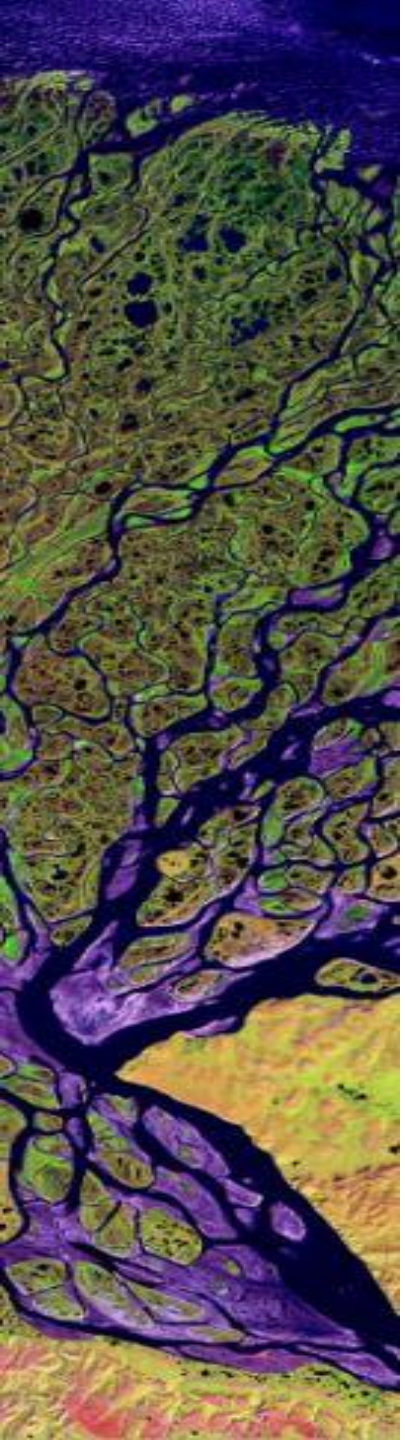
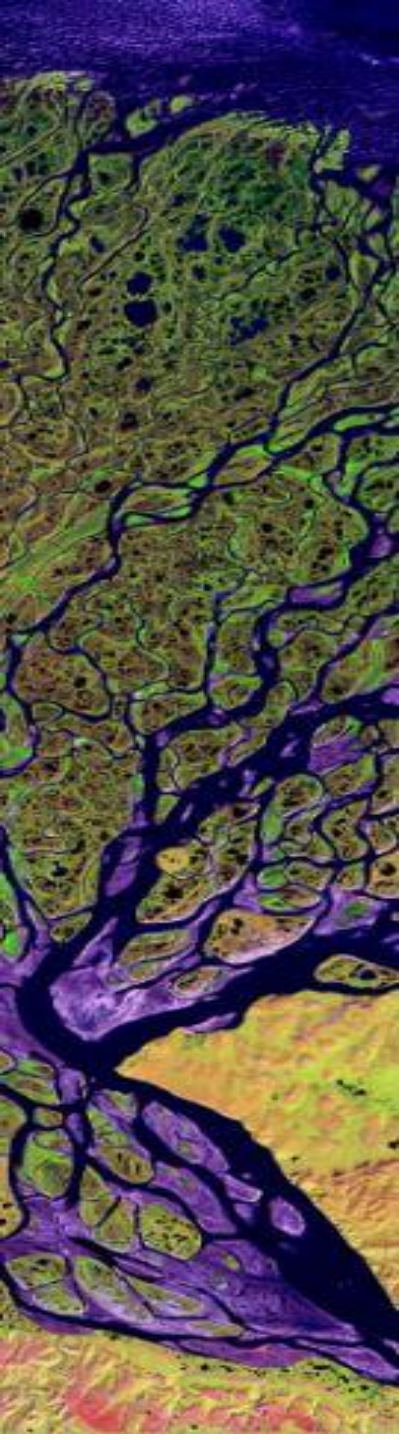


Nowa koncepcja badań oceny stanu i monitoringu jakości wód zbiorników wodnych z wykorzystaniem teledetekcji hiperspektralnej

Anita Sabat[1] , Anna Jarocińska[1], Artur Magnuszewski[2],
Bogdan Zagajewski[1], Adrian Ochtyra[1],
Łukasz Sławik[1,3], Jan Niedzielko[3]

1. Uniwersytet Warszawski, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Zakład Geoinformatyki, Kartografii i Teledetekcji
2. Uniwersytet Warszawski, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Instytut Geografii Fizycznej, Zakład Hydrologii
3. MGGP Aero Sp. z o.o.



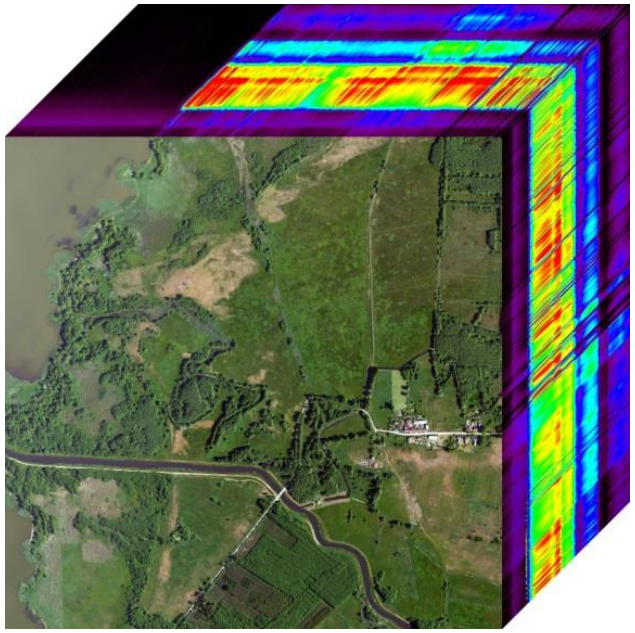
UNIWERSYTET WARSZAWSKI

Teledetekcyjne badania jakości wód

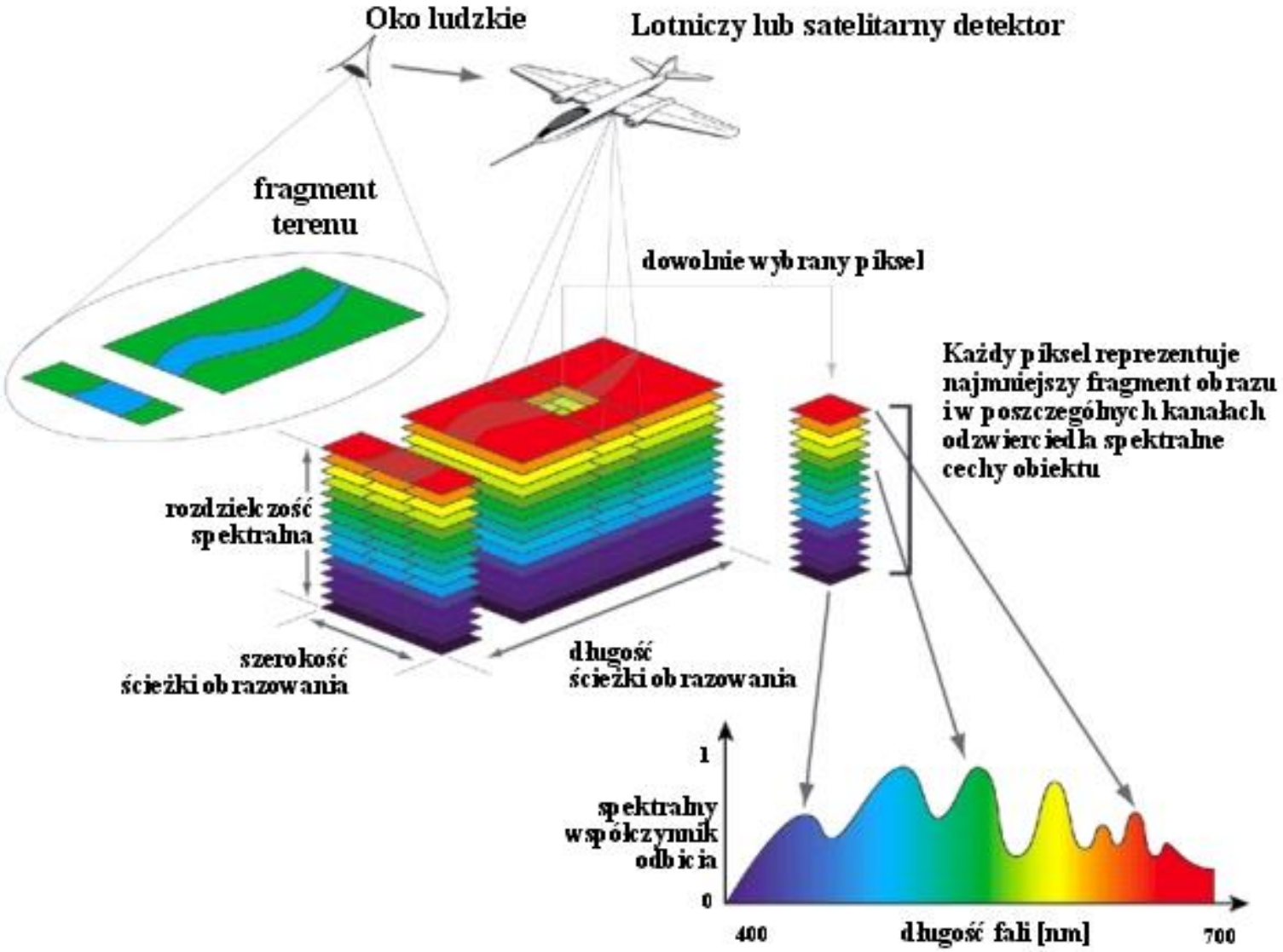
- zawiesiny
- przezroczystość, mętność
- zawartość pierwiastków; np. fosfor, azot
- rozpuszczona materia organiczna
- chlorofil *a*, fitoplankton
- temperatura

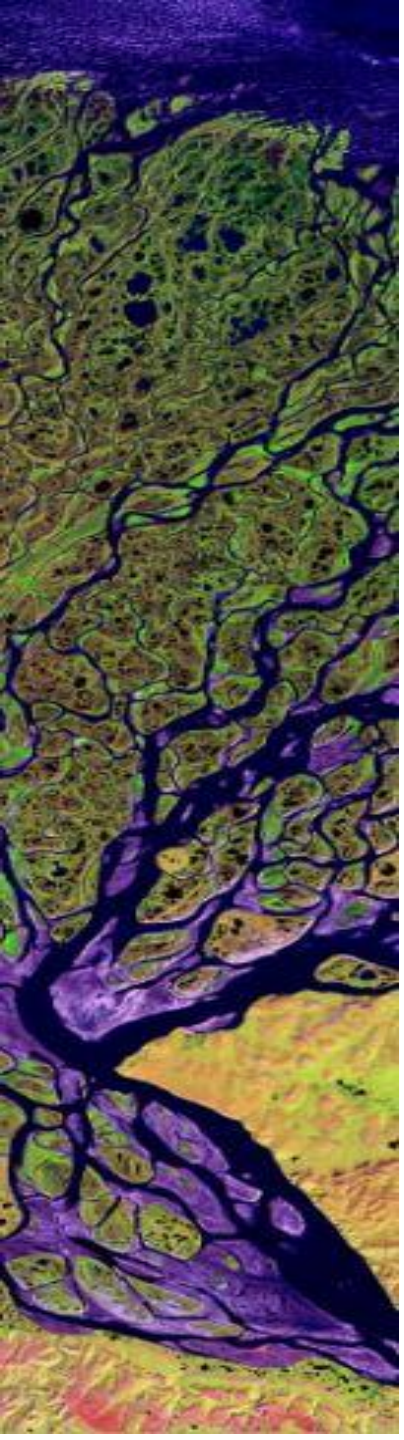
UNIWERSYTET WARSZAWSKI

Dane hiperspektralne



Obraz wielokanałowy



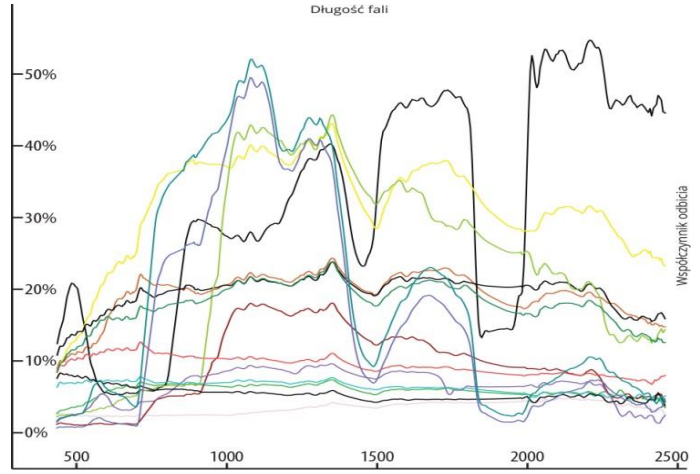


UNIWERSYTET WARSZAWSKI

Właściwości danych hiperspektralnych

ZALETY

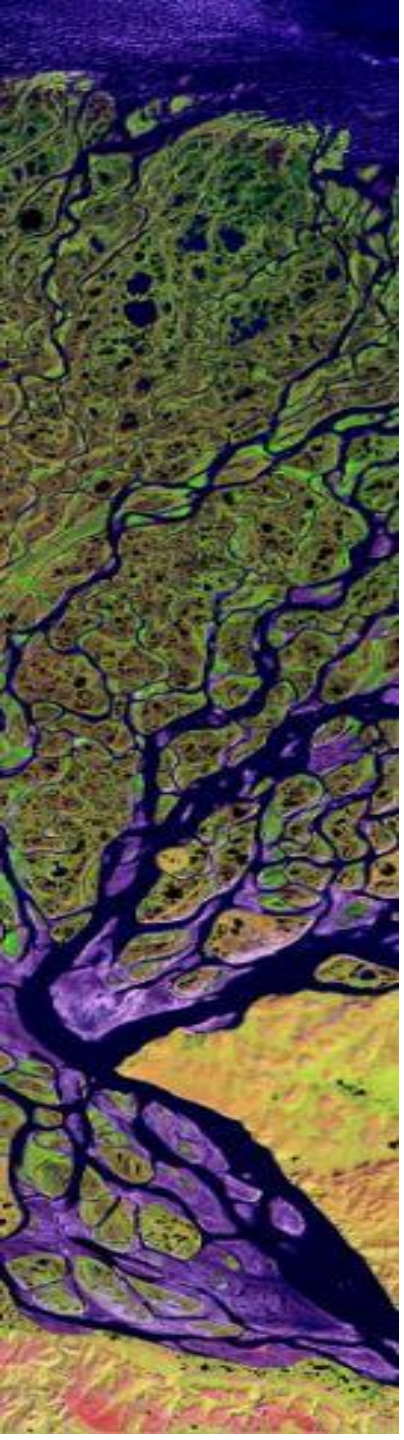
- wysoka rozdzielczość spektralna,
- duża liczba wąskich kanałów spektralnych,
- ciągła krzywa odbicia spektralnego,
- wysoka rozdzielczość radiometryczna,
- możliwość odróżniania nawet podobnych obiektów.



Krzywe spektralne

WADY

- sposób skanowania – różnice między liniami,
- wąskie kanały spektralne → mało rejestrowanej energii → duża ilość szumów i zakłóceń → inny sposób przetwarzania danych → trudności w przetwarzaniu obrazów hiperspektralnych.



UNIWERSYTET WARSZAWSKI

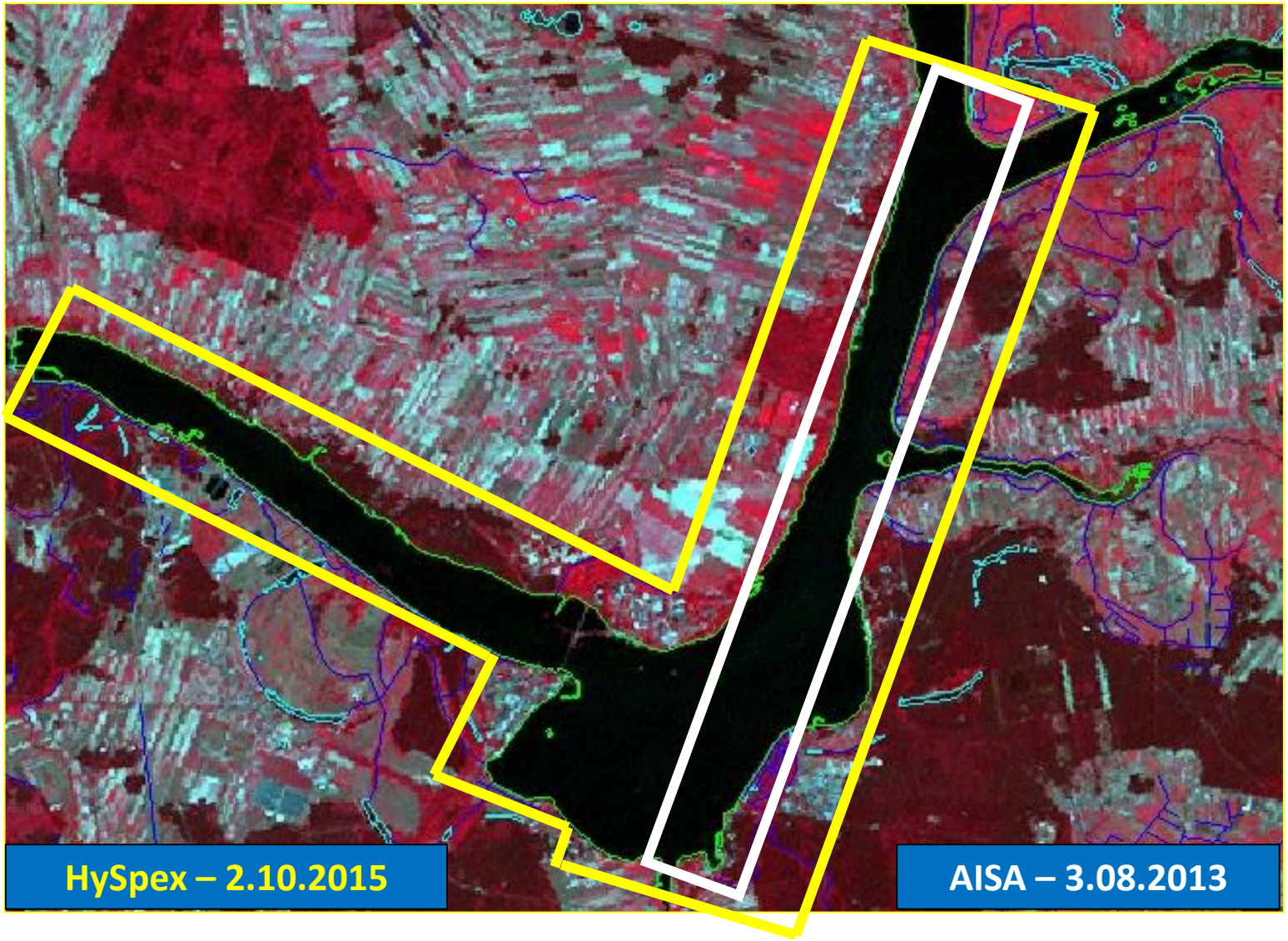
Cel badań

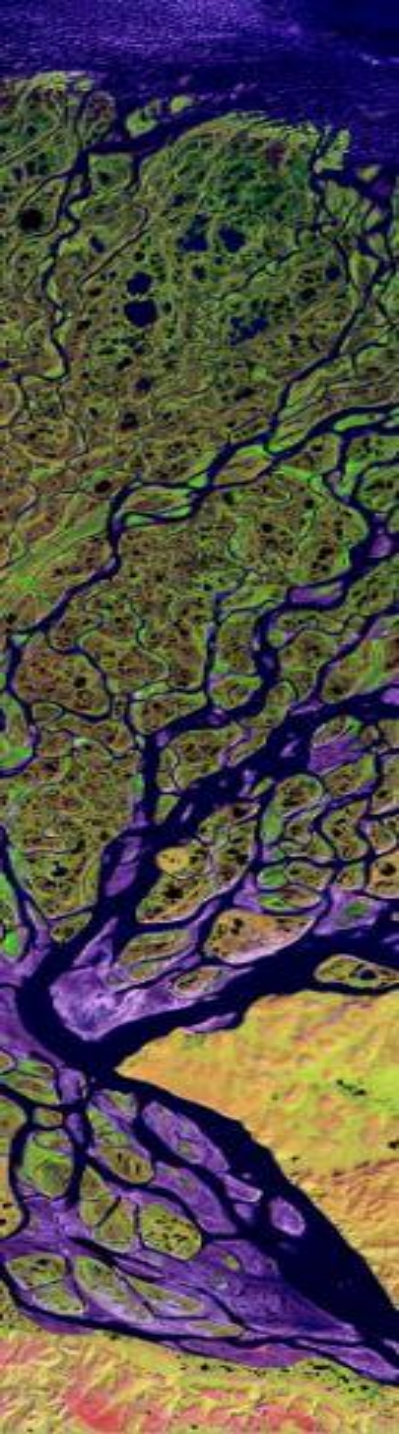
- Określenie możliwości **zastosowania danych hiperspektralnych AISA i HySpex** do badań jakości wód jezior.
- Analiza **jakości wód** na przykładzie Jeziora Zegrzyńskiego.
- Wykazanie **przestrzennego zróżnicowania** parametrów fizyczno-chemicznych wód jeziora.
- **Określenie związku** miedzy wskaźnikami obliczonymi z obrazu hiperspektralnego a charakterystykami określającymi stan wody i wynikami modelu hydrodynamicznego.
- **Porównanie** wyników analiz jakości wód Jeziora Zegrzyńskiego uzyskanych w różnych okresach.

UNIWERSYTET WARSZAWSKI

Obszar badań- Jezioro Zegrzyńskie

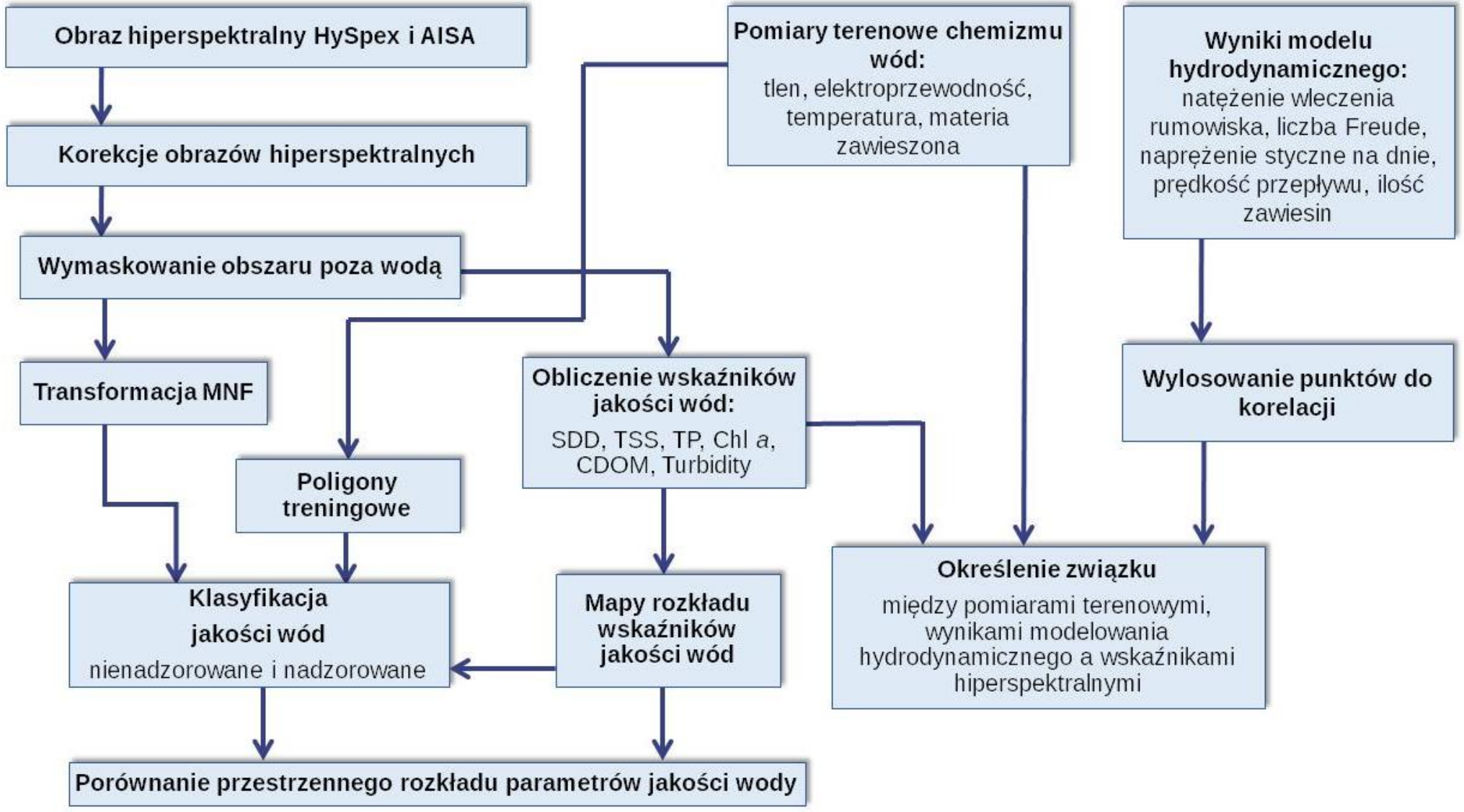
Zasięgi zobrazowań AISA i HySpex





UNIWERSYTET WARSZAWSKI

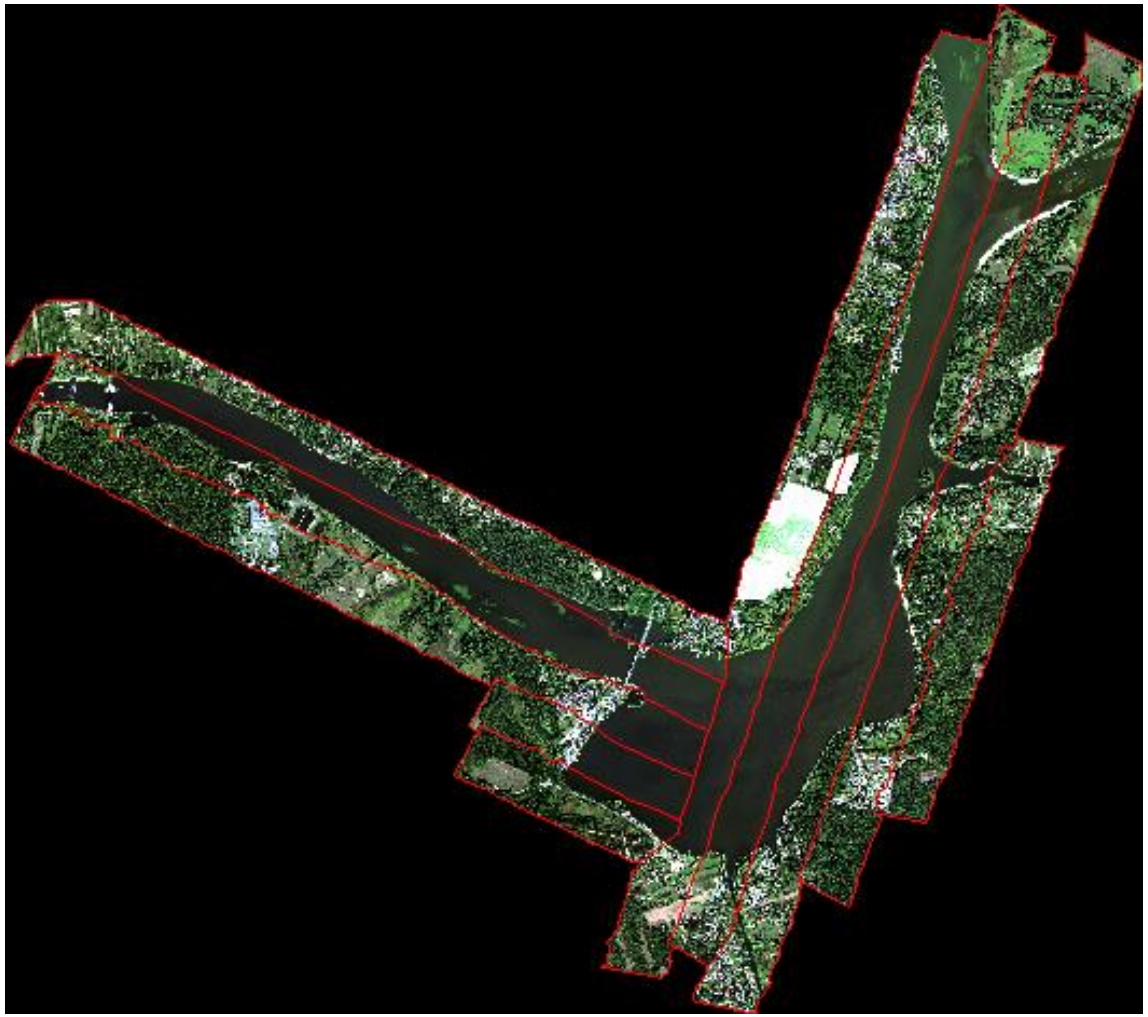
Metodyka



DANE WEJŚCIOWE - obrazy AISA i HySpex

AISA – 3.08.2013

HySpex – 2.10.2015



Parametr	AISA *Eagle*	HySpex
Data wykonania obrazu	3.08.2013	2.10.2015
Rozdzielczość przestrzenna	1,5 m	2 m
Rozdzielczość radiometryczna	12 bitów	16 bitów
Rozdzielczość spektralna	401-997 nm	416-2510 nm
Liczba kanałów	129	451

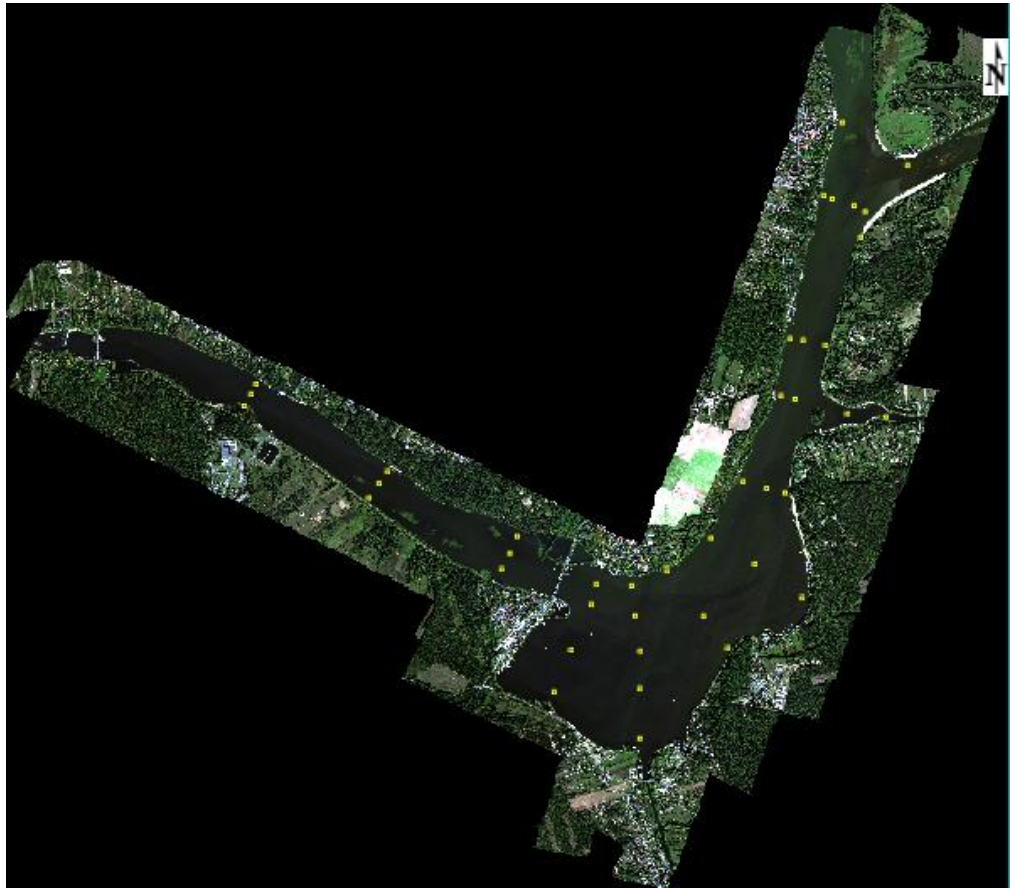
UNIWERSYTET WARSZAWSKI

DANE WEJŚCIOWE- pomiary terenowe

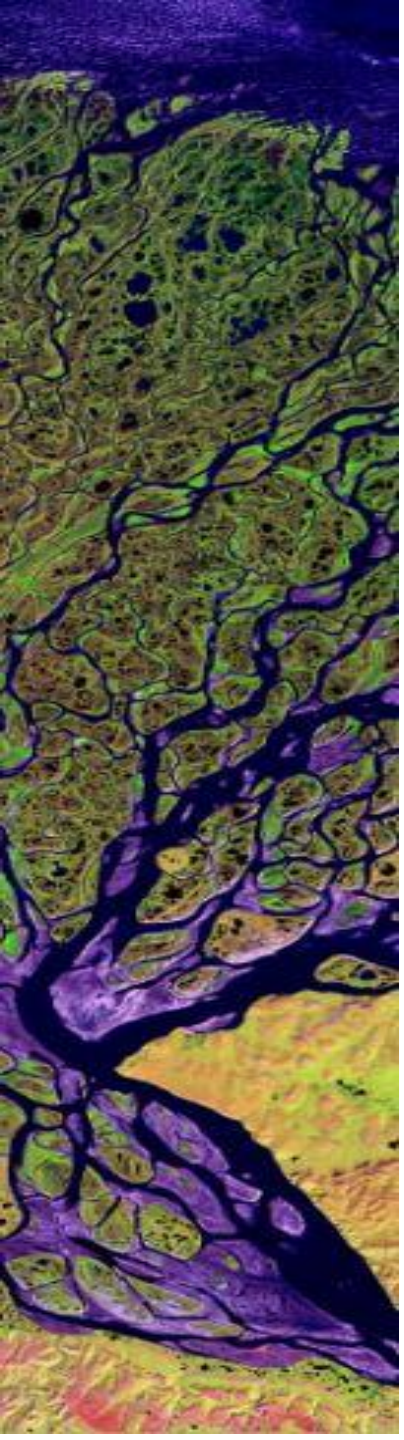
Parametr (N=10, 3.08.2013 r.)
chlorki, siarczany, bromki, fluorki, sód, amoniak, potas, magnez, wapń
tlen rozpuszczony
przewodność właściwa w 25 °C
barwa

AISA – 3.08.2013

HySpex – 2.10.2015



Parametr	Data	Liczba próbek
tlen rozpuszczony	3.10. 2015	41
elektro-przewodność	27.09. 2015	39
temperatura wody	3.10. 2015	41
zawartość zawiesin	23.09. 2015	8



UNIWERSYTET WARSZAWSKI

DANE WEJŚCIOWE- model CCHE2D

Model hydrodynamiczny CCHE2D

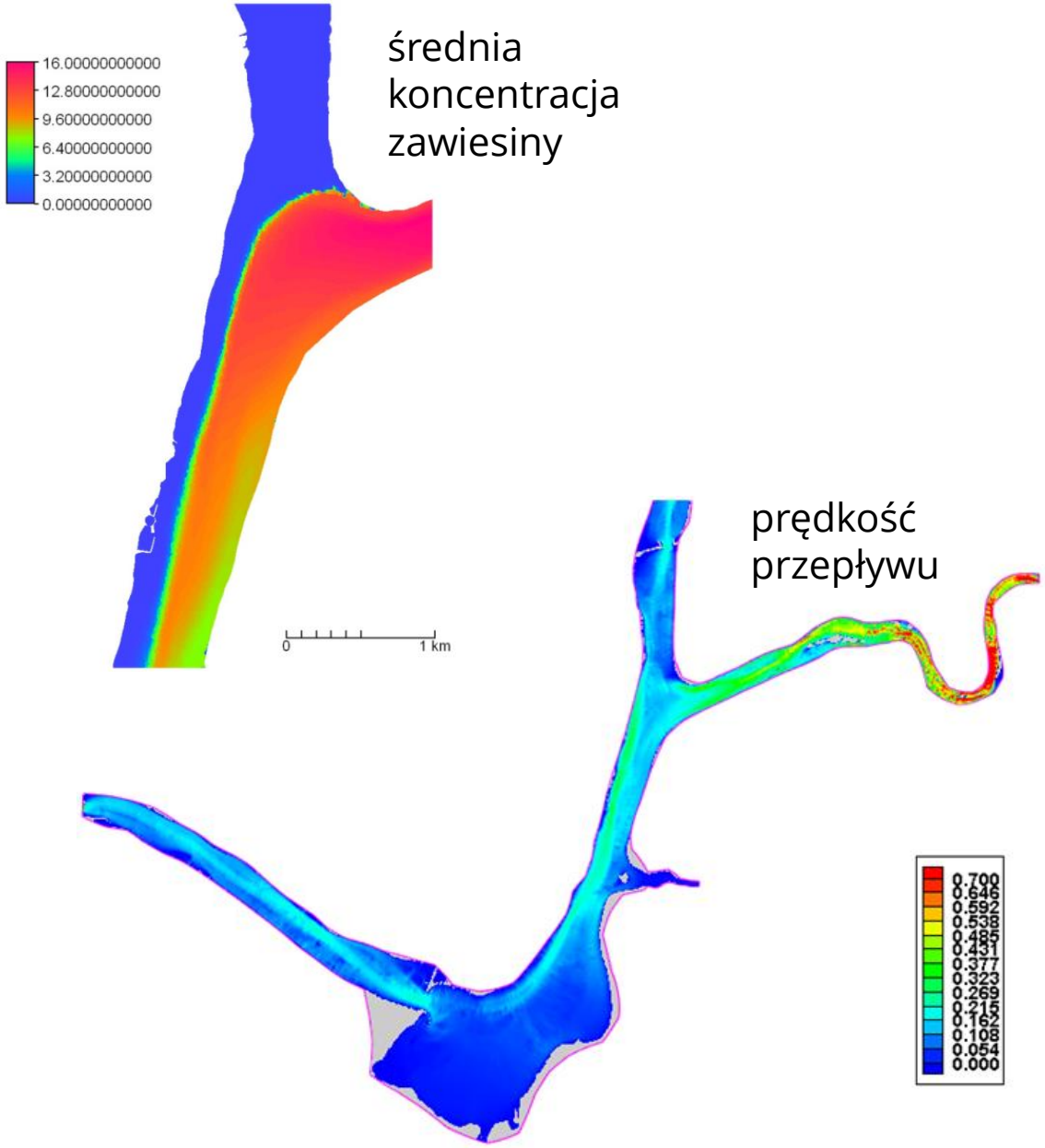
- narzędzie do analizowania warunków hydraulicznych przepływu i procesów sedymentacyjnych

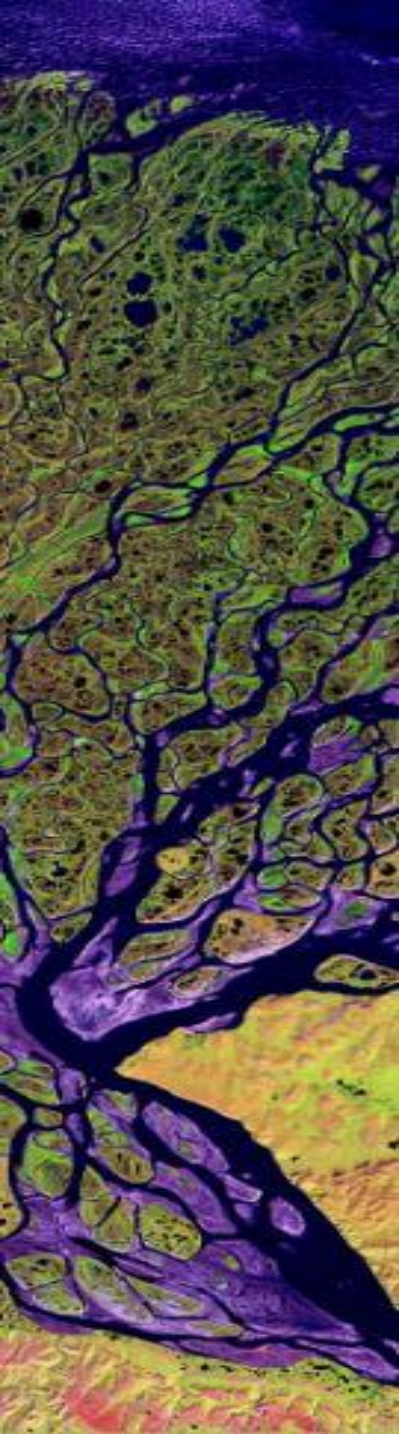
NATIONAL CENTER FOR COMPUTATIONAL HYDROSCIENCE AND ENGINEERING

School of Engineering
The University of Mississippi
University, MS 38677

Dane

- całkowite naprężenie styczne na dnie,
- natężenie wleczenia rumowiska,
- liczba Froude'a – przepływ,
- średnia koncentracja zawiesiny,
- prędkość przepływu.

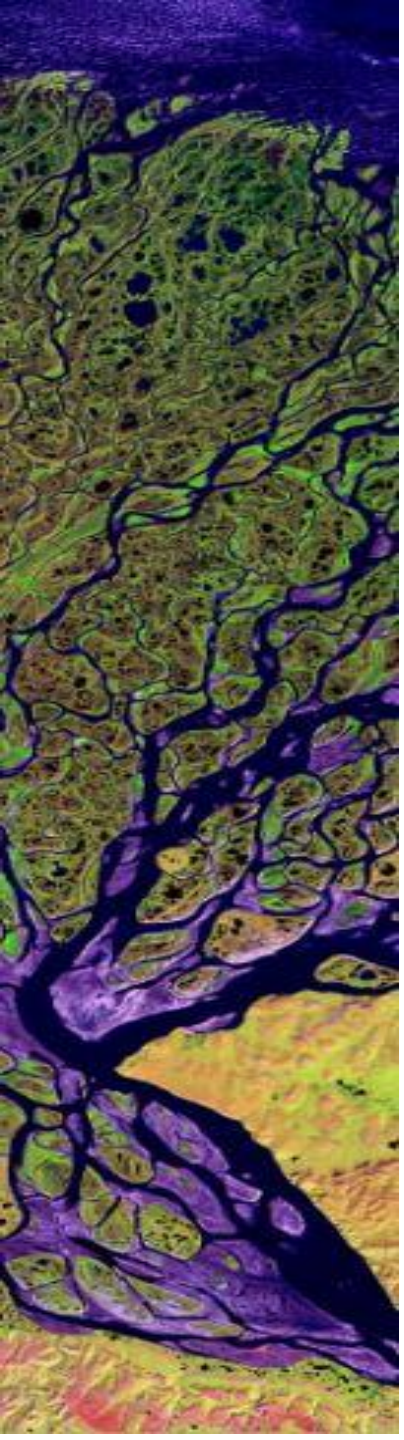




UNIWERSYTET WARSZAWSKI

Wskaźniki jakości wód

Wskaźniki stanu wody	Teledetekcyjne wskaźniki roślinności określające zawartość barwników
Widzialność krążka Secchiego (SSD)	Red Edge Normalised Difference Vegetation Index (NDVI705)
Rozpuszczona materia organiczna (DOM)	Modified Simple Ration Index (mSR 705)
Zawartość zawiesin ogółem (TSS)	Carotenoid Reflectance Index (CRI1)
Zawartość fosforu całkowitego (TP)	Anthocyjan Reflectance Index (ARI1)
Zawartość chlorofilu a (Chl a)	Photohemical Reflectance Index (PRI)



UNIWERSYTET WARSZAWSKI

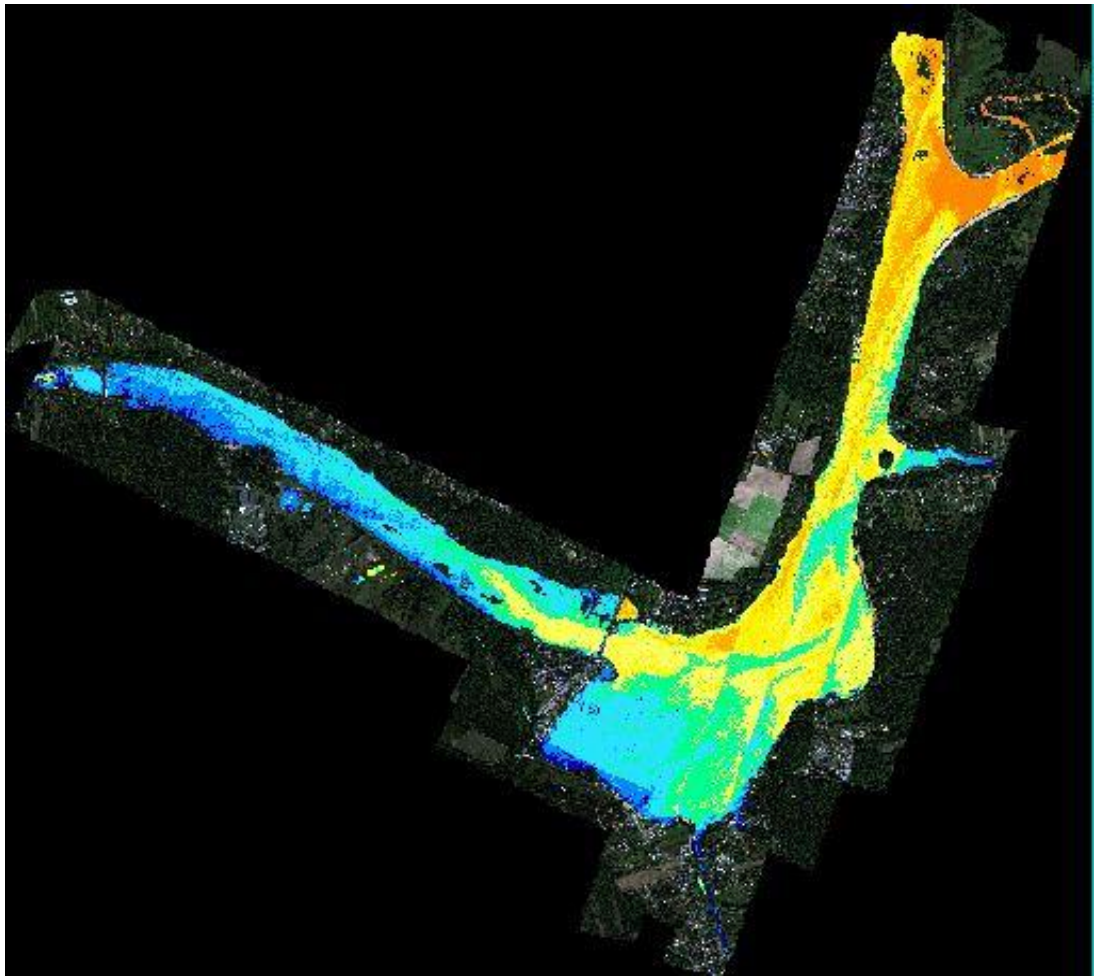
WYNIKI- wskaźniki jakości wód

Zawartość zawiesin ogółem– *Total Suspended Solids* (TSS)

$$TSS = 1,92 + 4,49 * \rho 614,5 : 625,2$$

AISA – 3.08.2013

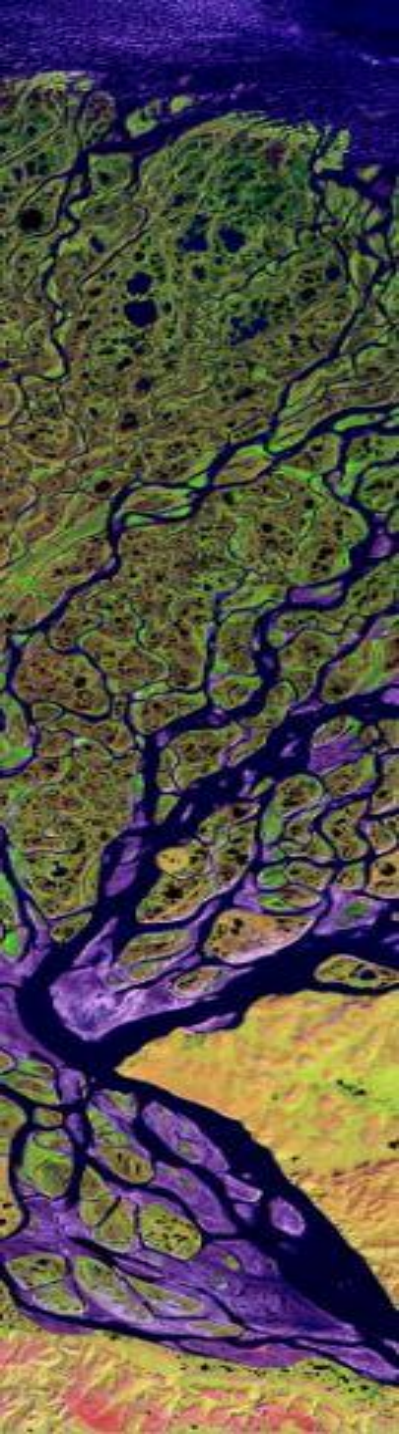
HySpex – 2.10.2015



Ilość zawiesin

bardzo niska

bardzo wysoka



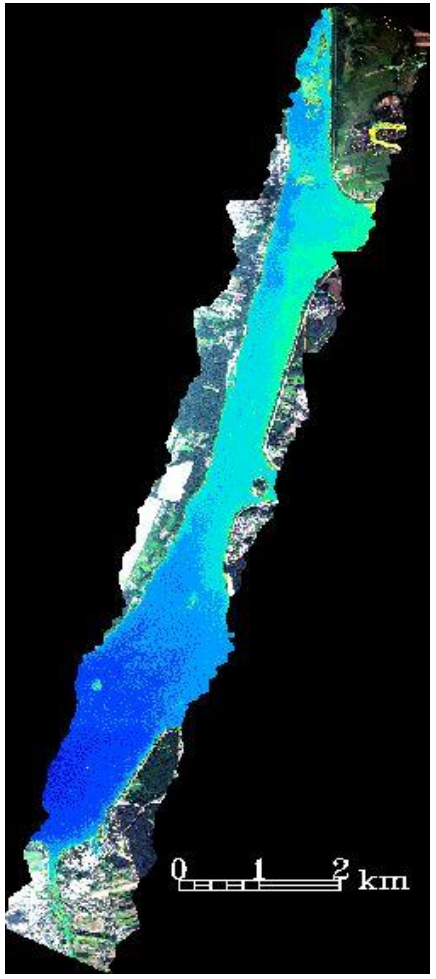
UNIWERSYTET WARSZAWSKI

WYNIKI- wskaźniki jakości wód

Widzialność krążka Secchiego – *Secchi Disk Depth* (SDD)

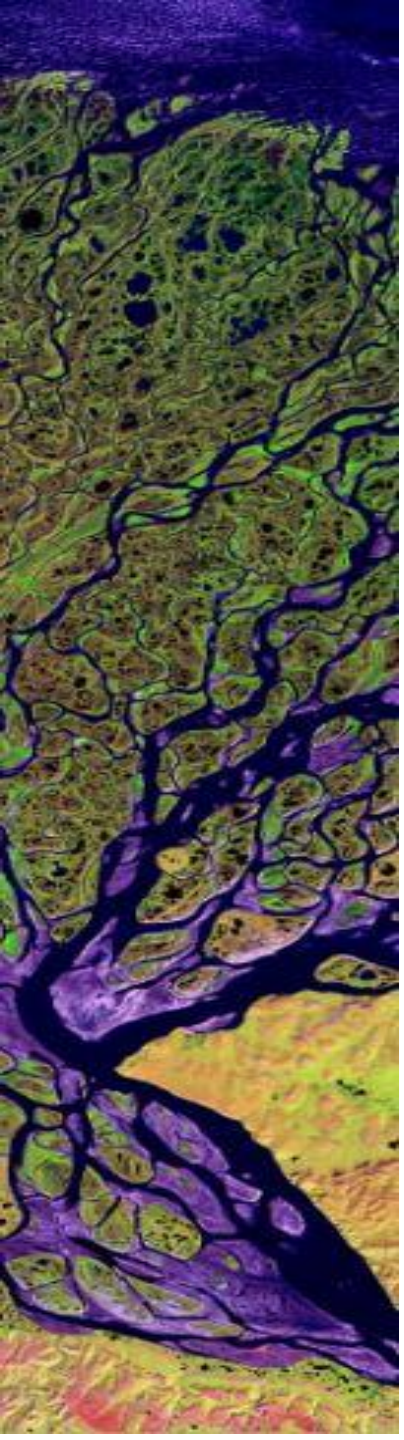
$$SDD = \frac{\rho\ 490 - \ \rho\ 754}{\rho\ 620 + \ \rho\ 754}$$

AISA – 3.08.2013



HySpex – 2.10.2015

Przezroczystość wód



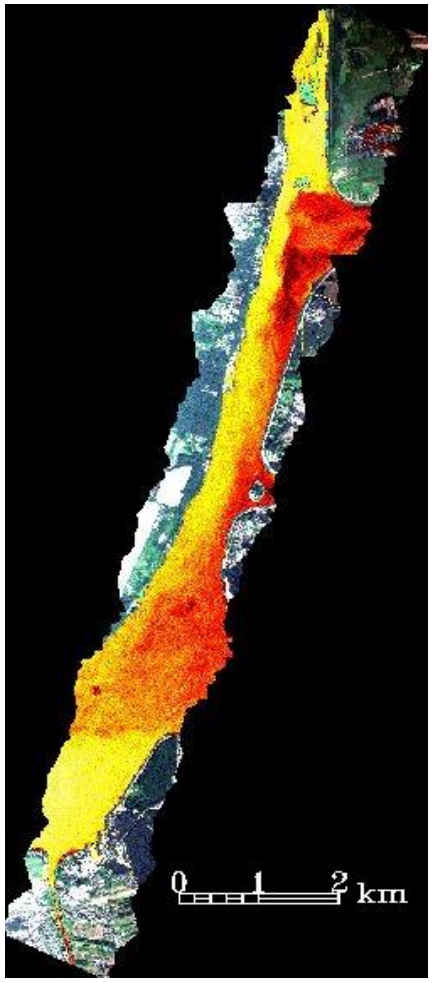
UNIWERSYTET WARSZAWSKI

WYNIKI- wskaźniki jakości wód

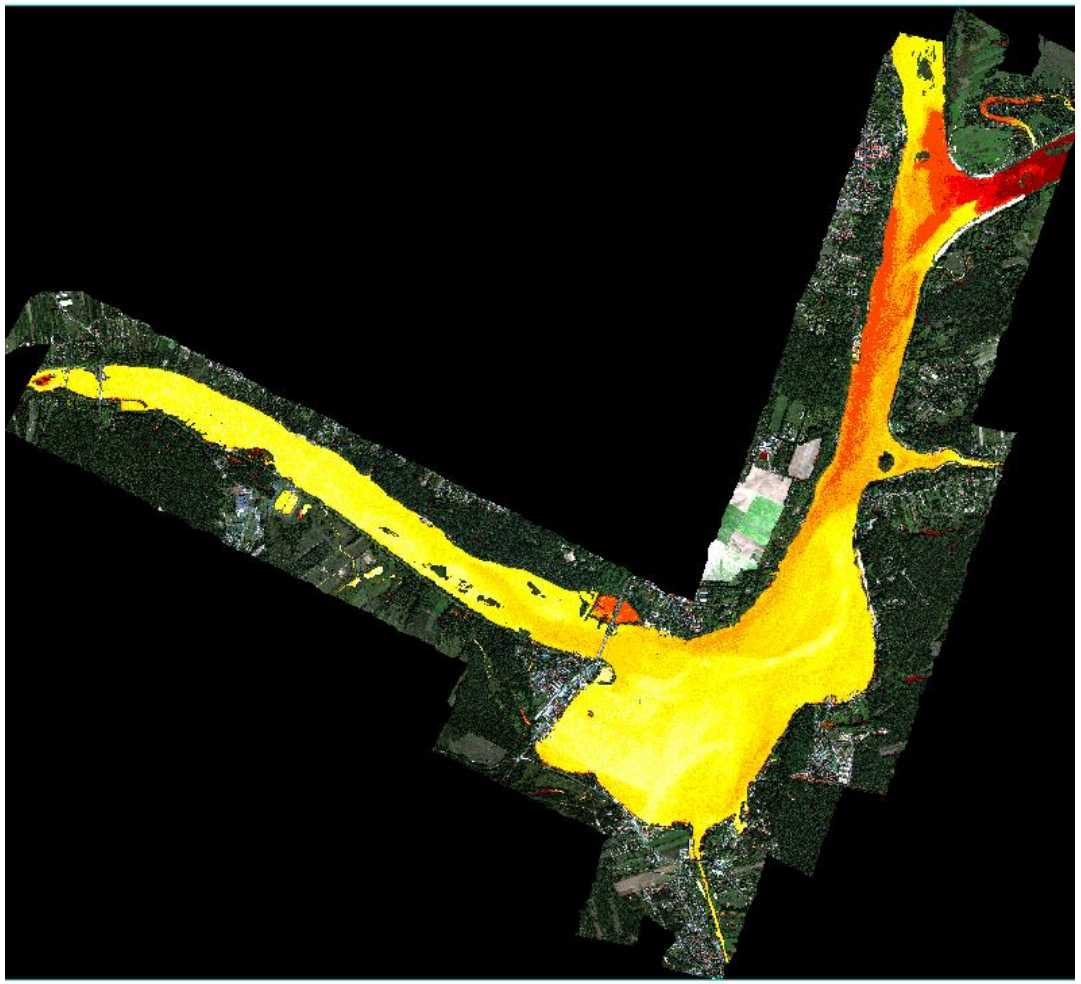
Zawartość fosforu całkowitego – *Total Phosphorus* (TP)

$$TP = \frac{\rho 706}{\rho 676}$$

AISA – 3.08.2013



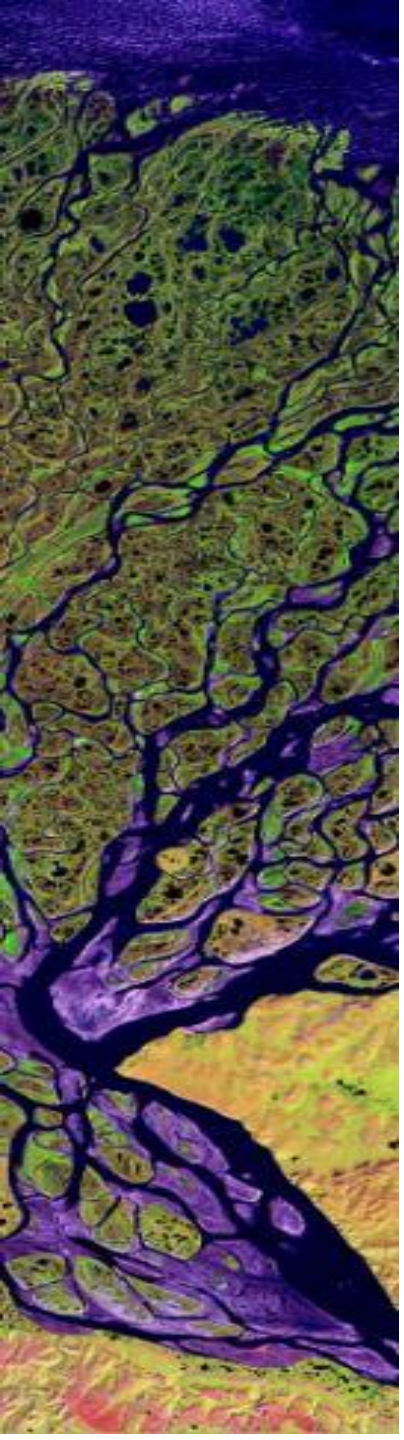
HySpex – 2.10.2015



Zawartość fosforu

bardzo wysoka

bardzo niska



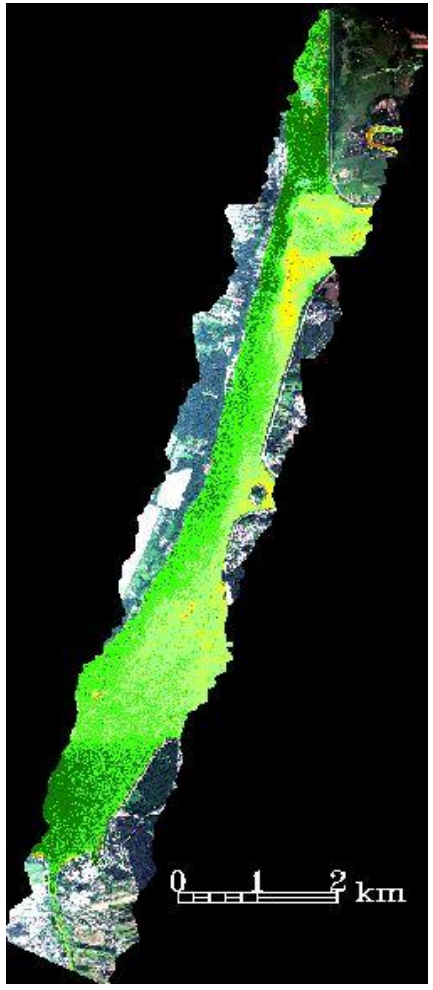
UNIWERSYTET WARSZAWSKI

WYNIKI- wskaźniki jakości wód

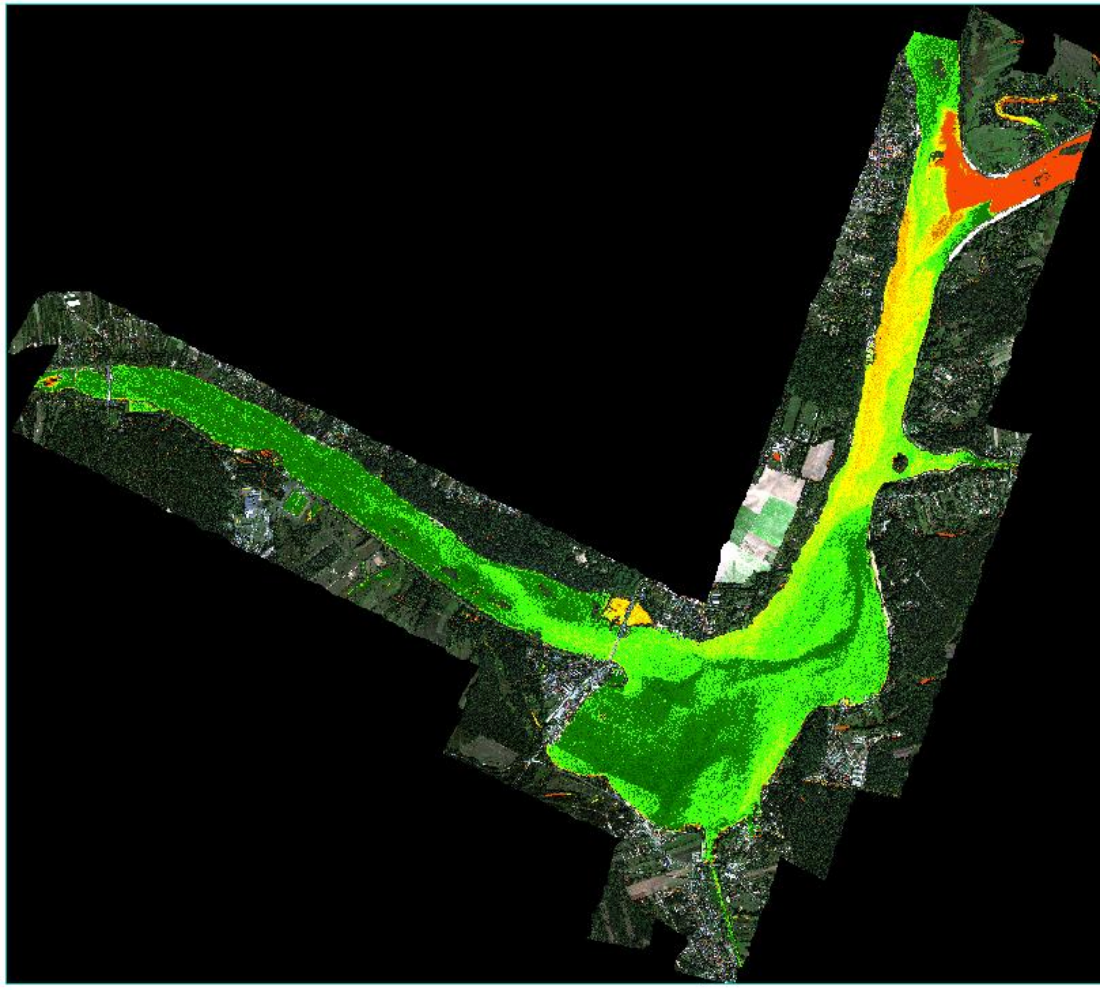
Zawartość chlorofilu a– *Chlorophyll a* (Chl a)

$$Chl\ a = -51 * \frac{\rho 699:705}{\rho 670:677} + 69$$

AISA – 3.08.2013



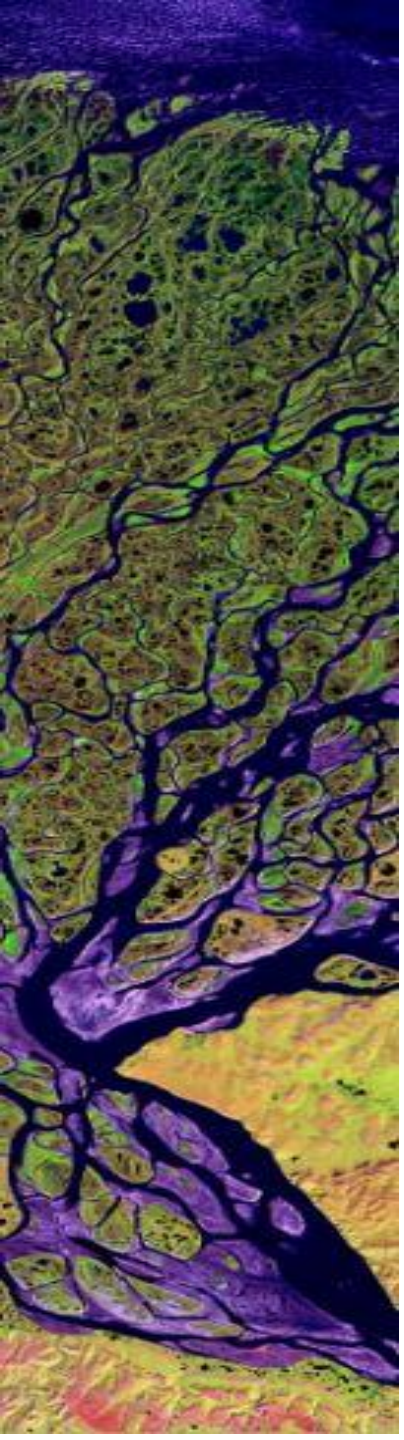
HySpex – 2.10.2015



Zawartość chlorofilu *a*

bardzo niska

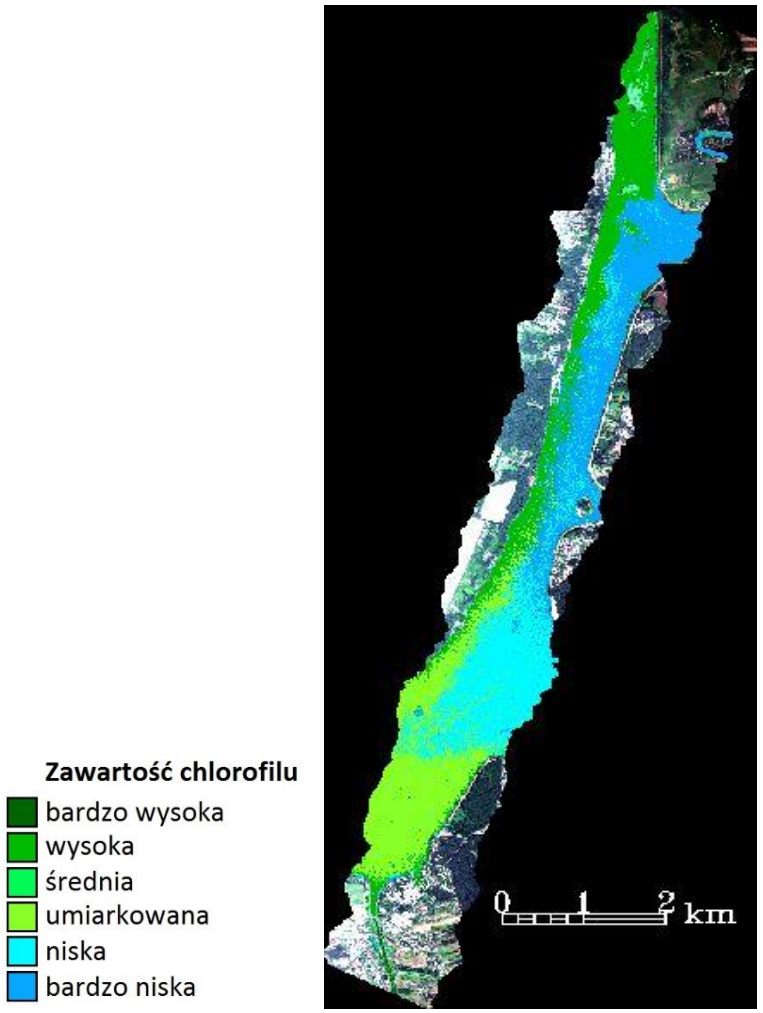
bardzo wysoka



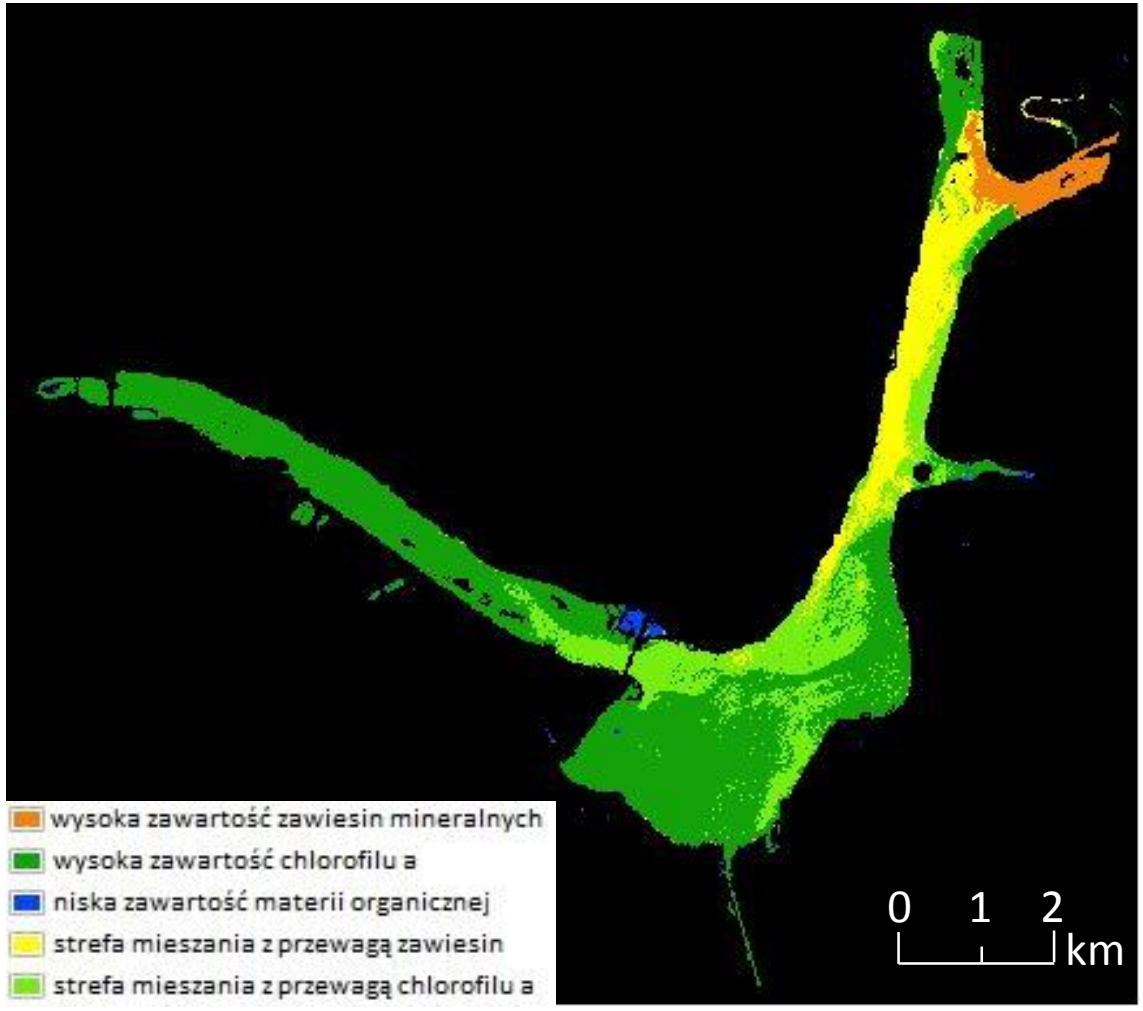
UNIWERSYTET WARSZAWSKI

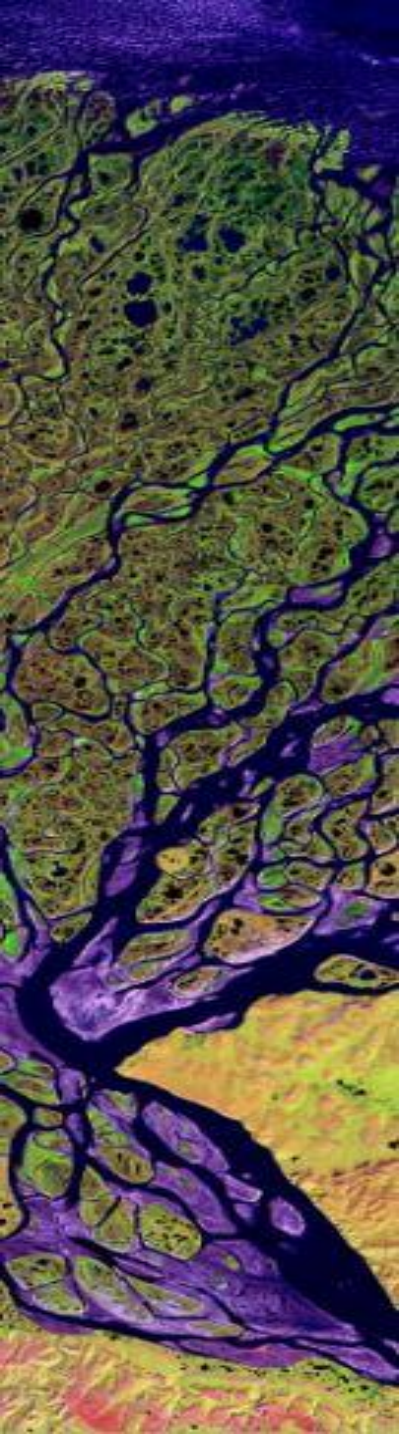
WYNIKI- klasyfikacje jakości wód

Klasyfikacja nienadzorowana *IsoData*



Klasyfikacja nadzorowana *Support Vector Machine*





UNIWERSYTET WARSZAWSKI

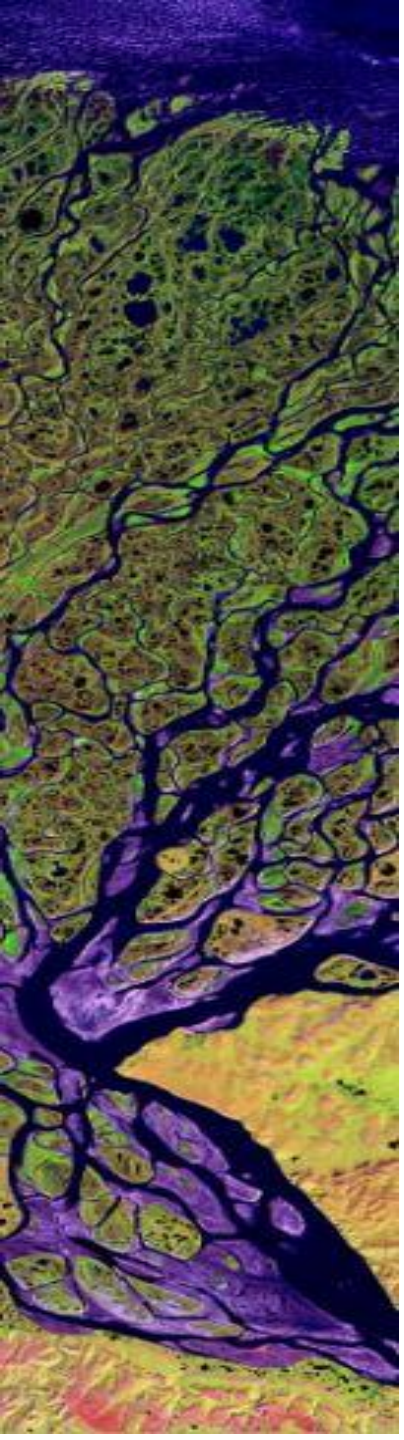
WYNIKI- weryfikacja

Wskaźniki jakości wód:

- Korelacje wartości teledetekcyjnych wskaźników jakości wód uzyskanych na obrazach hiperspektralnych z wynikami pomiarów terenowych i modelu hydrodynamicznego.

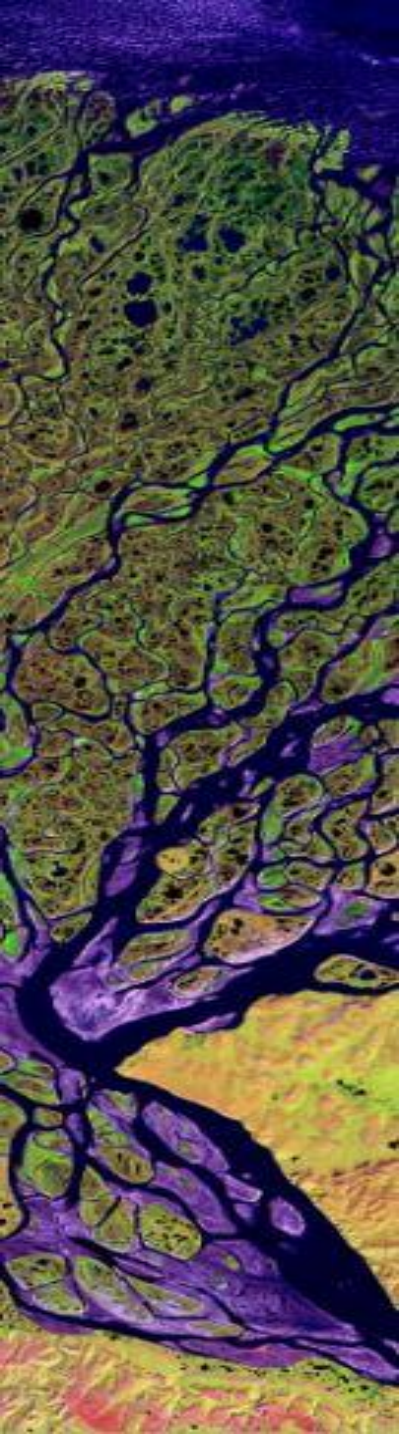
Klasyfikacje:

- Określenie różnic wartości parametrów fizyczno-chemicznych pomiędzy klasami klasyfikacji.



WYNIKI- korelacje danych

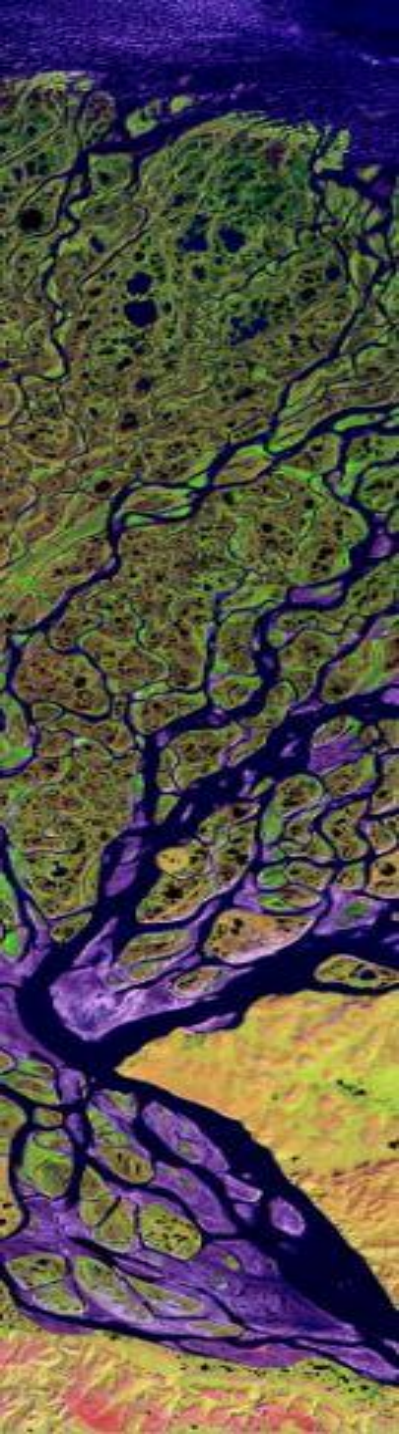
KORELACJE PORZĄDKU RANG SPEARMANA (ISTOTNOŚĆ STATYSTYCZNA P<0,05)					
		TELEDETEKCYJNE WSKAŹNIKI JAKOŚCI WÓD (AISA)			
	Parametr	Chla	TP	SDD	TSS
POMIARY TERENOWE (N=8)	chlorki	-0,31	0,2	-0,25	0,47
	siarczany	-0,31	0,16	-0,18	0,43
	tlen	0,55	-0,43	-0,35	0,14
	bromki	0,43	-0,51	0,8	-0,91
	fluorki	-0,45	0,4	0,07	0,17
	sód	-0,19	0,07	-0,47	0,64
	amoniak	0,1	0,01	0,48	-0,62
	potas	-0,26	0,18	-0,34	0,52
	magnez	0,43	-0,51	0,71	-0,81
	wapń	-0,36	0,36	-0,63	0,81
	barwa	-0,05	-0,01	-0,51	0,62
	tlen rozpuszczony	0,21	-0,34	-0,04	0,05
	przewodność wł. 25°C	-0,32	0,33	-0,64	0,78
MODELOWANIE HYDRO-DYNAMICZNE (N=600)	zawiesina	-0,63	0,61	-0,33	0,55
	prędkość przepływu	0,07	-0,06	-0,29	0,4
	rumowisko rzeczne	-0,26	0,27	-0,55	0,59



UNIWERSYTET WARSZAWSKI

Analiza jakości wód J. Zegrzyńskiego

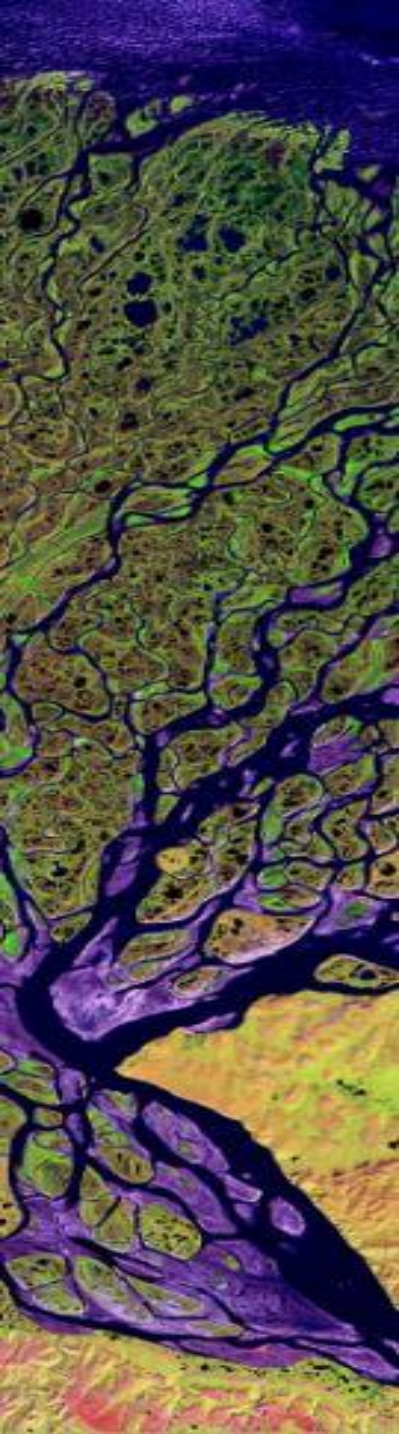
- Wody Narwi mają wysoką zawartość chlorofilu i niską zawartość zawiesin mineralnych.
- Rzeka Bug ma większą zawartość zawiesin mineralnych, organicznych i zanieczyszczeń chemicznych, które ograniczają rozwój fitoplanktonu.
- Wody Narwi i Bugu ulegają wymieszaniu dopiero w części Zbiornika Zegrzyńskiego zwanej Plosem Dużym.



UNIWERSYTET WARSZAWSKI

Wnioski

- Dane hiperspektralne AISA i HySpex mogą być stosowane do celów monitoringu jakości wody. **Umożliwiają jednoczesną analizę jakości wód wielu jezior o dużym zasięgu przestrzennym**.
- Możliwość **zredukowania pomiarów in-situ**.
- Obliczając **wskaźniki teledetekcyjne** na obrazie hiperspektralnym (SDD, TSS, TP, Turbidity, Chl a, CDOM, PRI) można określić względną zawartość substancji w wodzie i ich rozkład przestrzenny.
- **Klasyfikacje jakości wód** pozwalają na wyróżnienie stref wód o różnych właściwościach fizyczno-chemicznych.



UNIWERSYTET WARSZAWSKI

MGGPAERO

Dziękuję za uwagę!

Anita Sabat

anita.sabat@uw.edu.pl