



Automatyzacja procesu aktualizacji map pokrycia i użytkowania terenu w oparciu o wielo- i hiper-spektralne zobrażenia teledetekcyjne - projekt SaLMaR



dr hab. Piotr Wężyk (UR Kraków), **dr inż. Wojciech Drzewiecki** (AGH),
mgr inż. Paweł Hawryło (UR Kraków), **mgr inż. Marcin Pierzchalski**
(ProGea Consulting)



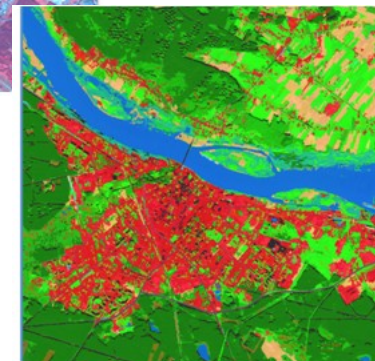
Klasyfikacja obiektowa (1)

OBIA = GEOBIA



- ❑ **GEOBIA = Geographic Object-Based Image Analysis**
- ❑ innowacja w analizie obrazów teledetekcyjnych
- ❑ odejście od schematu ograniczającego analizę tylko do informacji zawartej w pojedynczym pikselu (pixel based)
- ❑ posługiwanie się segmentami, przypominającymi jednorodne jednostki otrzymane na drodze wzrokowej interpretacji (zasada „oko-mózg”);
- ❑ możliwości połączenia zalet ludzkiej interpretacji obrazów, z większym obiektywizmem automatycznej analizy danych, ściśle przestrzegającej określonych reguł
- ❑ możliwość integracji danych pochodzących z różnych źródeł oraz okresów czasu różniących się rozdzielczością przestrzenną, spektralną i czasową;
- ❑ możliwość uzyskania dodatkowych statystyk o obiektach oraz
- ❑ ułatwienie interpretacji uzyskanych wyników

A gigantic animal -from west African folklore- that trespasses into villages and kidnaps girls on the behalf of witches



❑ zastosowania OBIA znacznie wykraczają poza teledetekcję środowiska, tj. dotyczą :

- ❑ medycyny
- ❑ rozpoznawania twarzy (systemy bezpieczeństwa);
- ❑ rozpoznawanie pisma;
- ❑ liczenie obiektów (np. budynków, samochodów, drzew w lesie, itp.)



❑ polem odniesienia dla analizy obrazu jest nie piksel, ale segment (obiekt): wyróżniona grupa pikseli przylegających do siebie (efekt **segmentacji** obrazu)

❑ GEOBIA ma duże znaczenie dla analizy obrazów wysokorozdzielczych (VHRS, lotnicze

Segmentacja
obrazu

definiowanie
klasyfikatorów

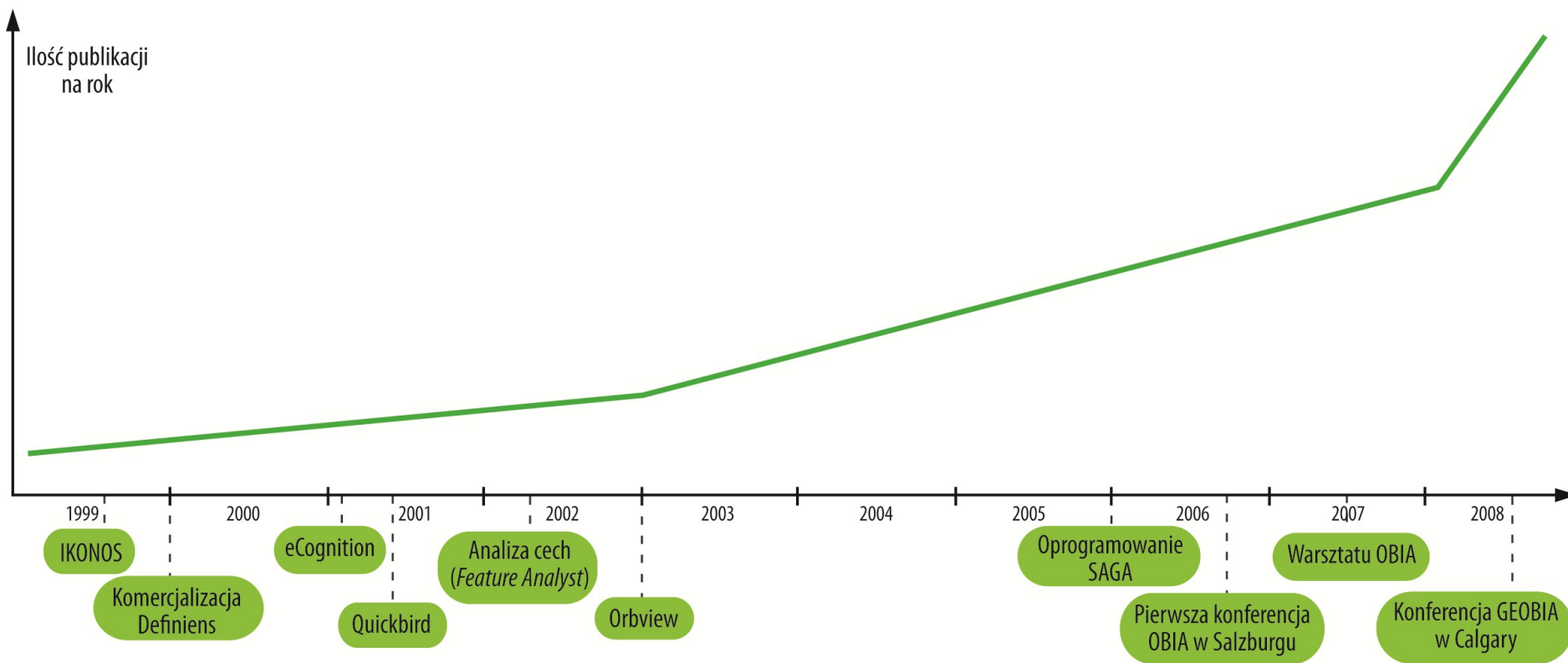
Klasyfikacja
obrazu



Klasyfikacja obiektowa (2)

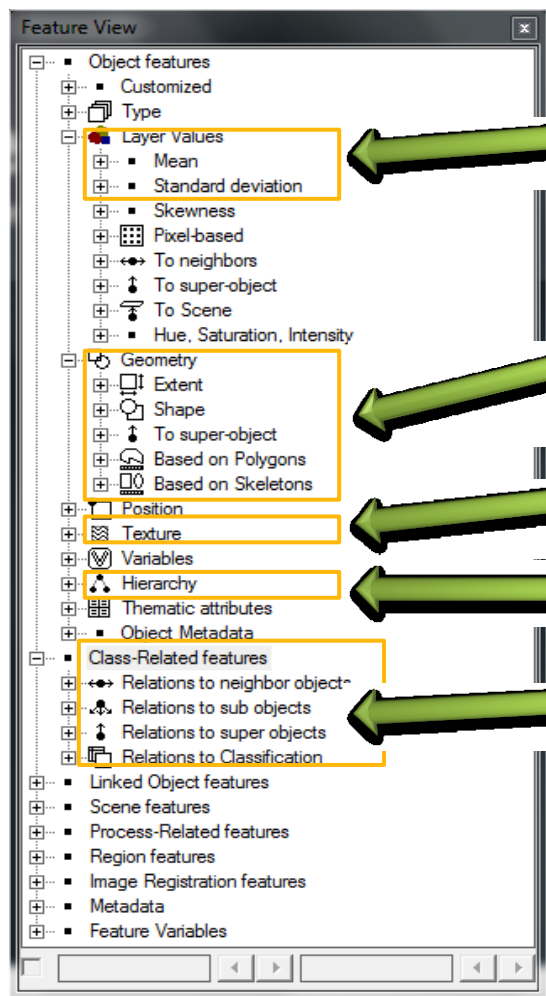


- początek: wczesne lata 70. XX wieku
- gwałtowny rozwój pod koniec ubiegłego wieku
 - łatwość komercyjnego pozyskiwania danych z wysokorozdzielczych satelitów
 - 1999 – oprogramowanie do klasyfikacji obiektowej **eCognition** firmy Definiens



Klasyfikacja obiektowa (5)

□ GEOBIA pozwala na definiowanie:



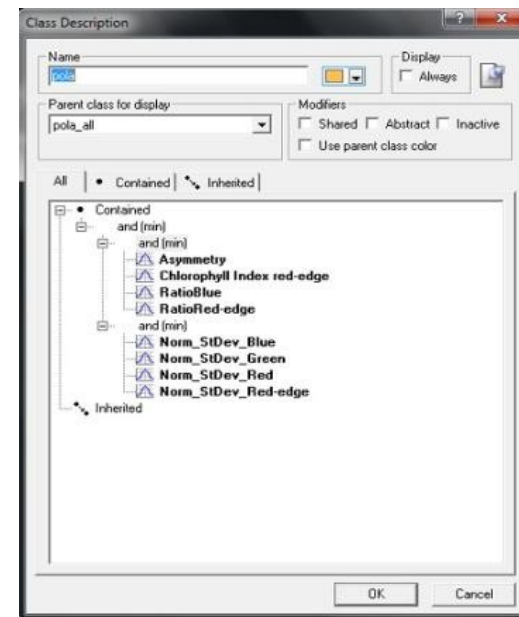
□ wartości spektralnych warstw oraz ich średnich i odchyłeń standardowych

□ Właściwości geometrycznych (kształt, rozmiar)

□ tekstury

□ hierarchii

□ relacji między obiektami (wspólne granice, odległości od klas itp.)





SaLMar - Sustainable Land and Water Management of Reservoir Catchments

Zrównoważone użytkowanie zlewni zbiorników wodnych

Projekt realizowany w ramach polsko-niemieckiej współpracy
na rzecz zrównoważonego rozwoju NCBiR

Termin realizacji projektu: 01.09.2012 - 31.08.2015

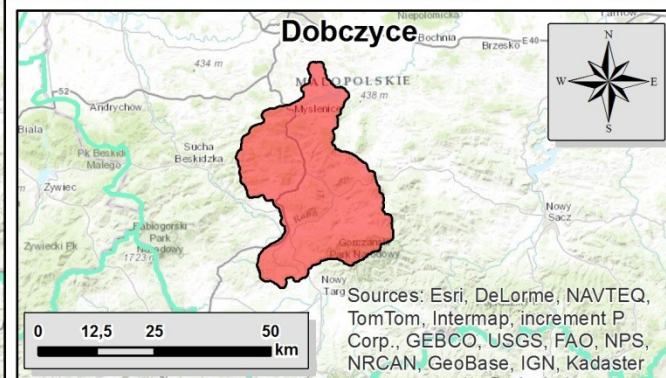
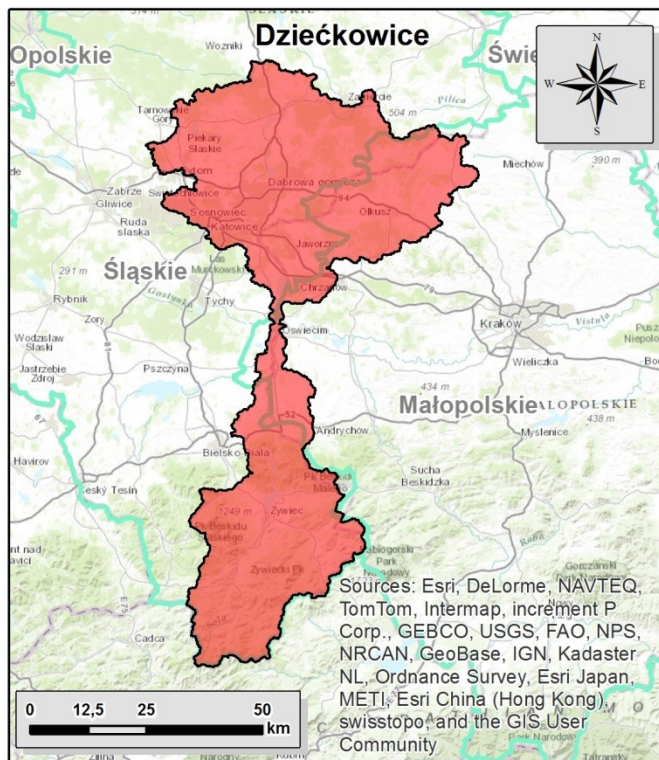
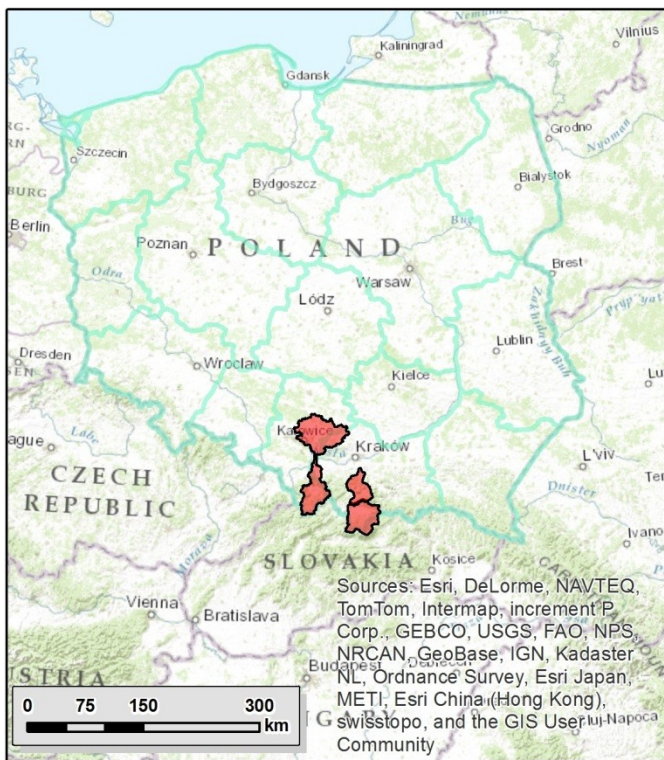
ze strony polskiej: Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Małopolski Ośrodek
Badawczy w Krakowie, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Główny Instytut Górnictwa
w Katowicach, ProGea Consulting Kraków



ze strony niemieckiej: Uniwersytet Friedrich-Schiller, Helmholtz-Zentrum für
Umweltforschung GmbH, Codematix GmbH i GDS GmbH)



Teren badań (1)



Dzieckowice

Czorsztyn

Dobczyce

3.905,51 km²

1.408,1 km²

886,65 km²

**Powierzchnia
opracowania**



Metodyka prac (1)

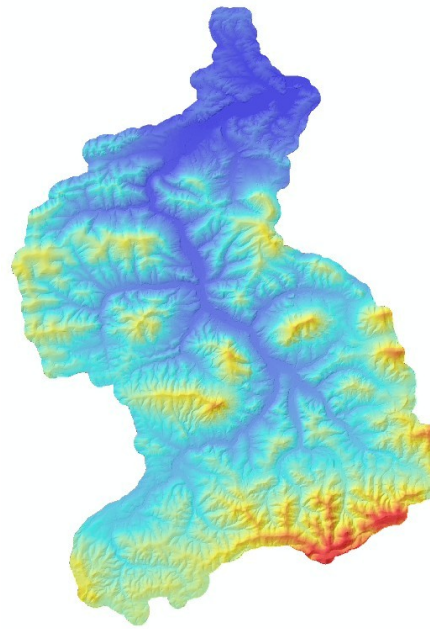
Warstwy źródłowe do klasyfikacji



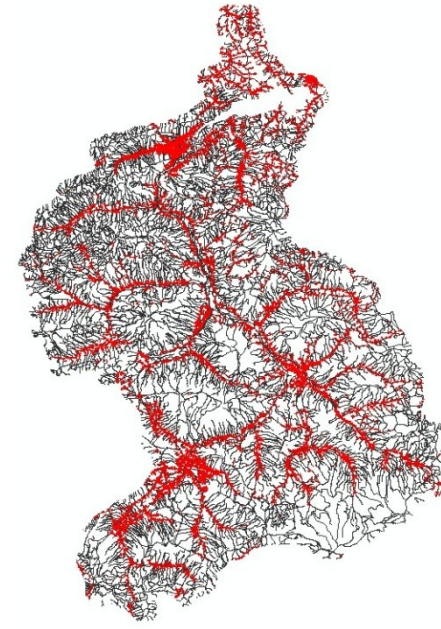
Zobrazowania
RapidEye
BlackBridge



Zobrazowania
LANDSAT 5, 8



Numeryczny Model
Terenu (NMT)
LPIS

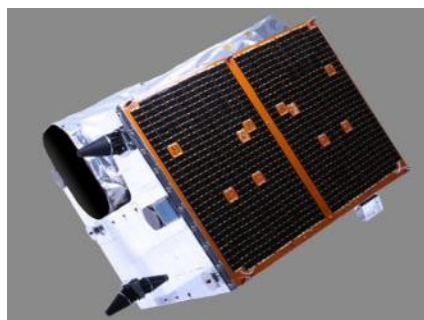
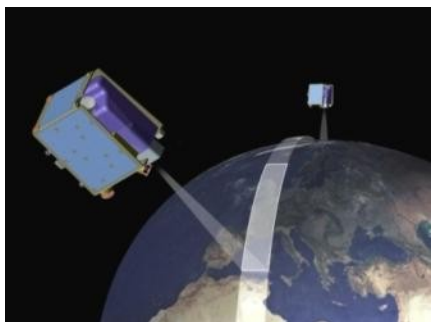
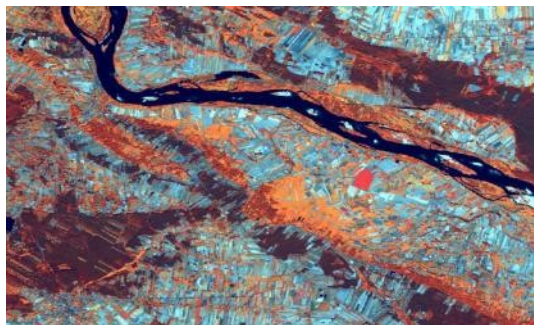


Warstwy
wektorowe
(BDOT)

Charakterystyka systemu BlackBridge RapidEye:



- 5 satelitów systemu jest w stanie pozyskać 4 miliony km² każdego dnia
- czas rewizyty wynosi zaledwie 1 dzień – wsparcie zespołów zarządzania kryzysowego
- pierwszy komercyjny system rejestrujący promieniowanie w dwóch zakresach podczerwieni



Specyfikacja	RapidEye
wysokość orbity	630 km
liczba satelitów	5
inklinacja do równika	97,8
okres rewizyty	1 dzień
czas okrążenia Ziemi	96,7 min
rozmiar piksela terenowego	5 m
Sensory – zakresy spektralne kanałów [nm]	
“Blue” - B	440-510
“Green” - G	520-590
“Red” - R	630-690
“Red Edge” - RedEdge	690-730
“Near Infrared” - NIR	760-880

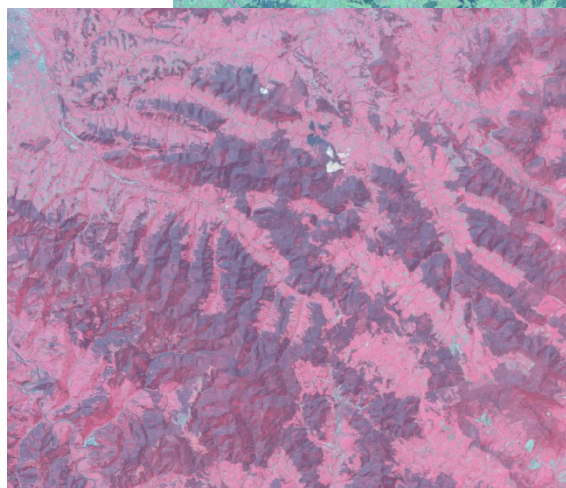


Metodyka prac (3)



Charakterystyka systemu LANDSAT5 TM:

- Czas obrazowania prawie 30 lat (1984 –2013; planowany czas misji ponad 3 lata);
- Ponad 2,5 miliona wykonanych scen;
- Ponad 1.500.00 razy okrążył Ziemię,
- Dane bezpłatne;



10/3/2014

Środowisko Informacji 2014

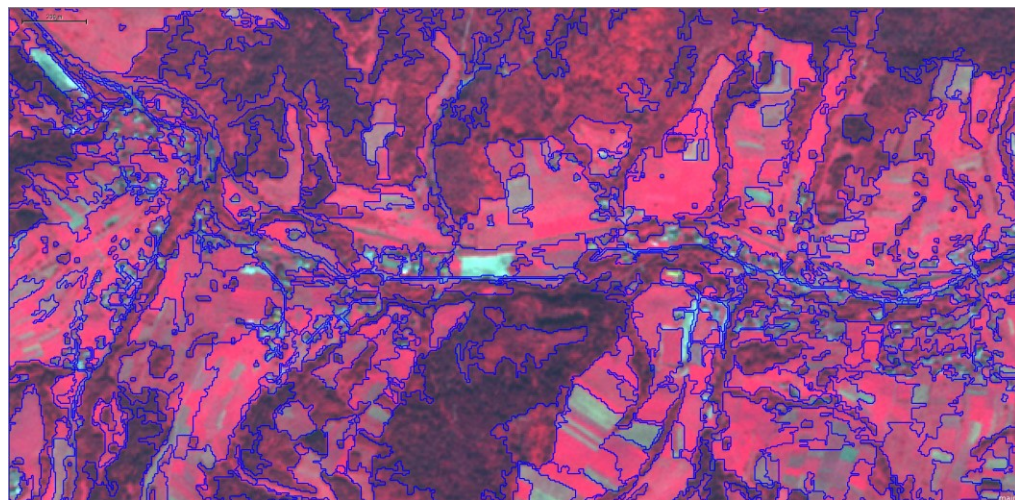
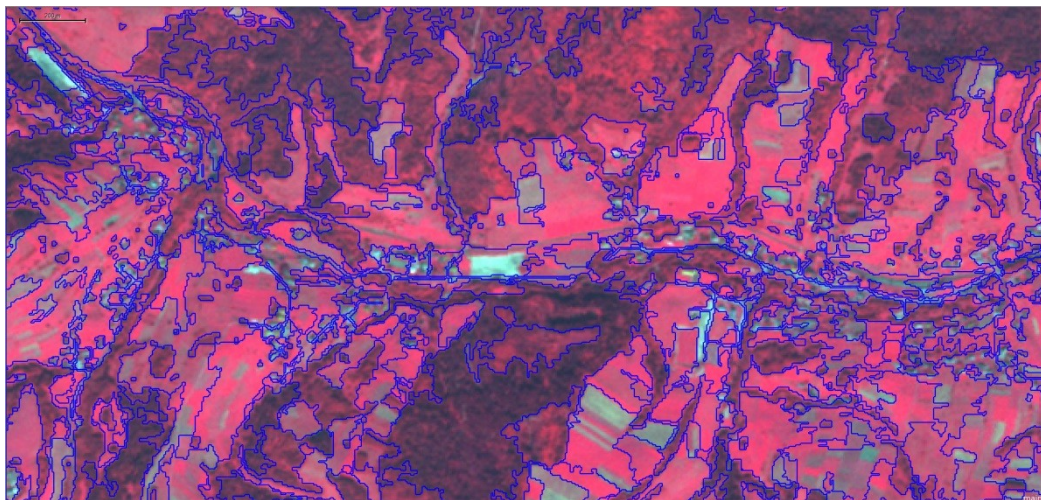
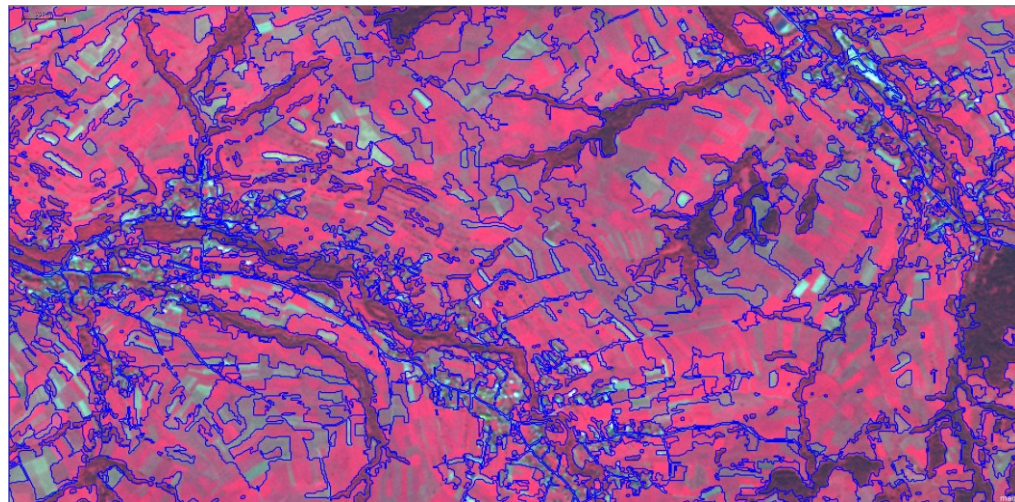
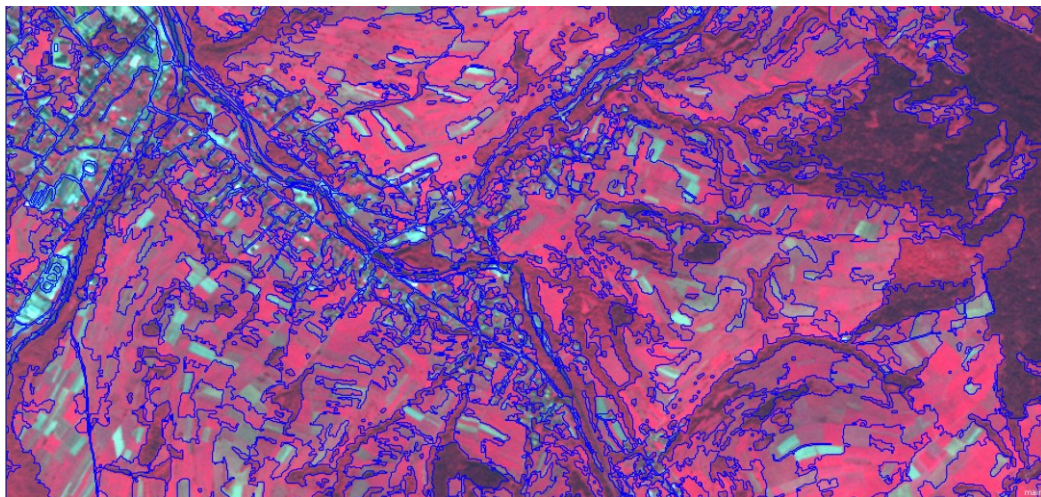
Specyfikacja	LANDSAT 5 TM
wysokość orbity	705 km
liczba satelitów	1
inklinacja do równika	98.2°
okres rewizyty	16 dni
czas okrążenia Ziemi	98,2 min
rozmiar piksela terenowego	30 m kanał termalny 120 m
Sensory – zakresy spektralne kanałów [nm]	
“Blue” - B	450-520
“Green” - G	520-600
“Red” - R	630-690
“Near Infrared” - NIR	760-900
“Near Infrared” - NIR	1550-1750
„Thermal Infrared” -TIR	10400-12500
„Mid-Infrared” - MIR	2080-2350



Metodyka prac (4)



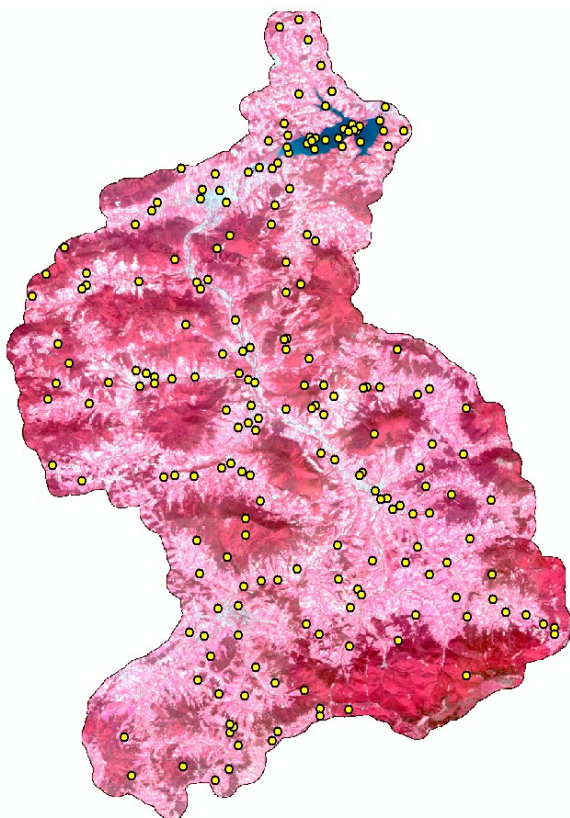
Segmentacja eCognition (TRIMBLE Geospatial)



Metodyka prac (5)

Ocena dokładności

- ocena dokładności - w oparciu o punkty wygenerowane losowo w obszarze klasyfikacji
- w każdej klasie LULC terenu wylosowano 20 punktów kontrolnych
- manualna fotointerpretację - porównane z wynikami klasyfikacji





Wyniki (1)



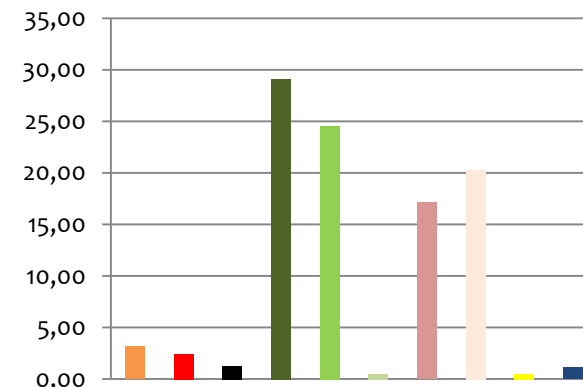
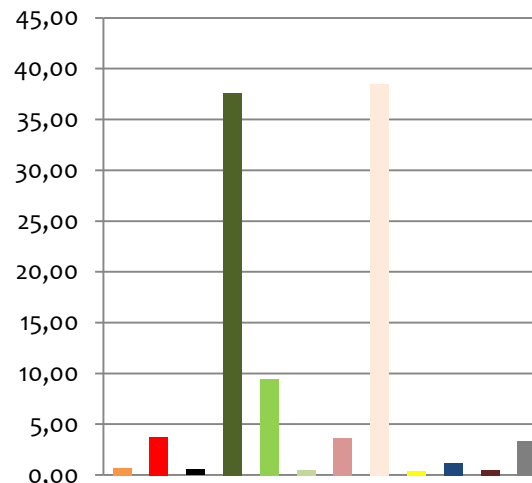
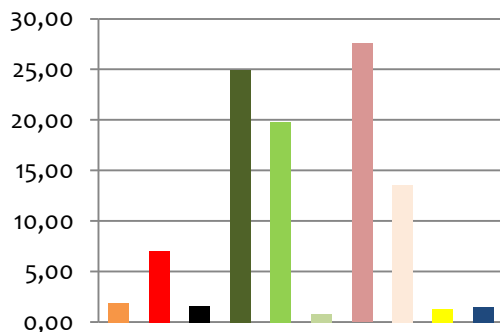
Statystyka \ Zlewnia	Dzieńkowice	Czorsztyn	Dobczyce
Powierzchnia opracowania [km ²]	3905,51	1408,1	886,65
Liczba poligonów	247 813	55 619	101 196
Dokładność klasyfikacji	kappa=0,87 dokładność=88%	kappa=0,83 dokładność=85%	kappa=0,83 dokładność=85%
Terminy wykonania zobrazowań BlackBridge RapidEye	2011-08-26; 2011-08-27; 2012-04-30	2011-08-21; 2011-08-27	2011-08-27
Terminy wykonania zobrazowań LANDSAT	2007-05-19; 2009-08-28; 2010-06-12; 2011-11-06		
Materiały pomocnicze	OpenStreetMap	TBD	TBD



Wyniki (2)



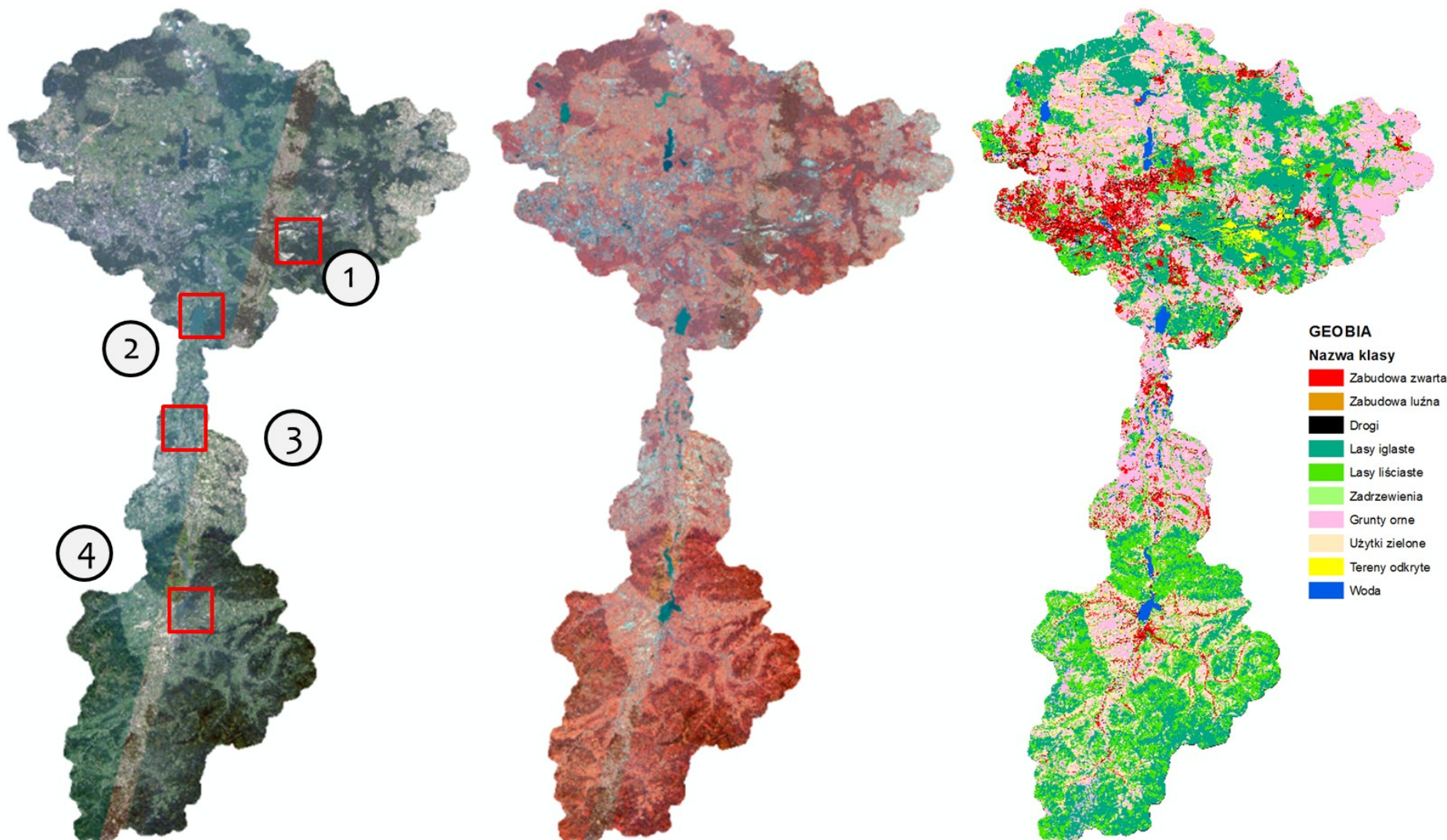
- Zabudowa luźna
- Zabudowa zwarta
- Drogi
- Lasy iglaste
- Lasy liściaste
- Zadrzewienia
- Grunty orne
- Użytki zielone
- Tereny odkryte
- Woda
- Tereny podmokłe
- Skały



Klasa LULC	Dzieńkowice		Czorsztyn		Dobczyce	
	Powierzchnia [km²]	Udział klasy [%]	Powierzchnia [km²]	Udział klasy [%]	Powierzchnia [km²]	Udział klasy [%]
Zabudowa luźna	73.04	1.87	9.66	0.69	27.84	3.14
Zabudowa zwarta	276.21	7.07	52.54	3.73	21.51	2.43
Drogi	61.73	1.58	7.75	0.55	11.23	1.27
Lasy iglaste	974.53	24.95	529.21	37.58	257.85	29.08
Lasy liściaste	772.79	19.79	133.02	9.45	217.63	24.55
Zadrzewienia	32.27	0.83	6.55	0.47	4.38	0.49
Grunty orne	1075.43	27.54	51.30	3.64	152.05	17.15
Użytki zielone	530.51	13.58	541.68	38.47	179.82	20.28
Tereny odkryte	50.87	1.30	5.51	0.39	4.47	0.50
Woda	58.13	1.49	16.71	1.19	9.86	1.11
Tereny podmokłe	-	-	7.18	0.51	-	-
Skały	-	-	46.98	3.34	-	-

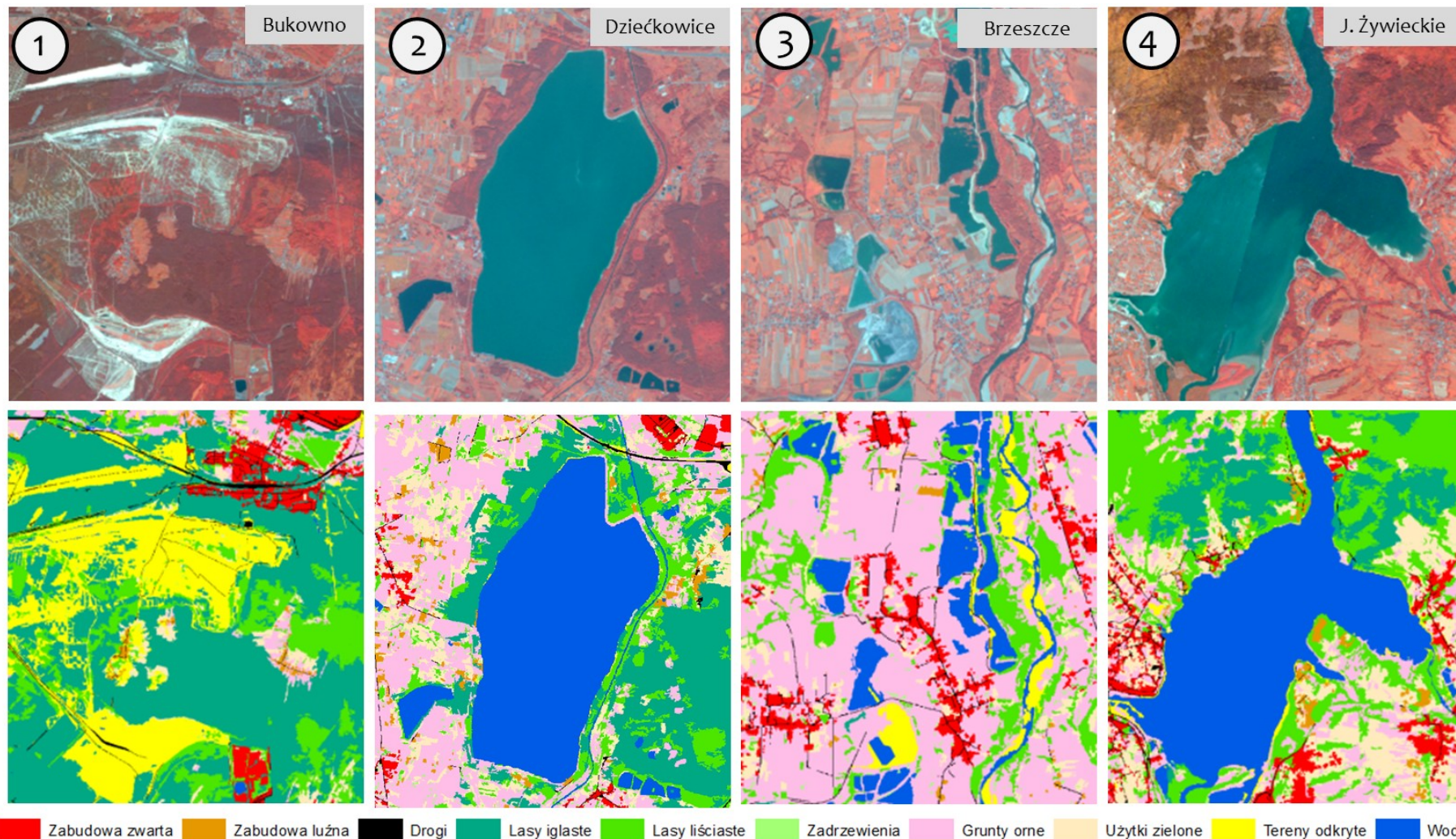
Wyniki (3)

Teren badań: Obszar zbiornika Dzieńków (1)



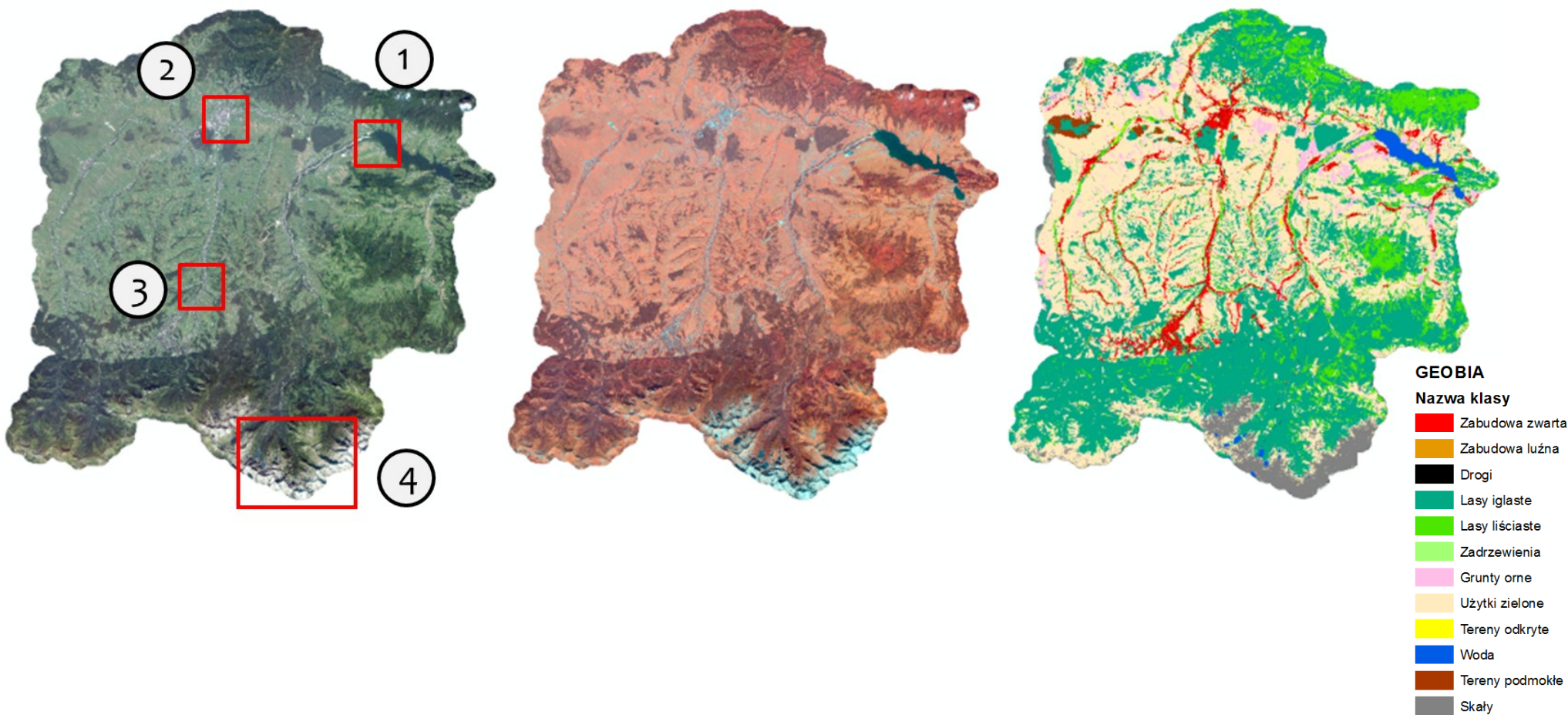
Wyniki (4)

Teren badań: Obszar zbiornika Dziećkowice (2)



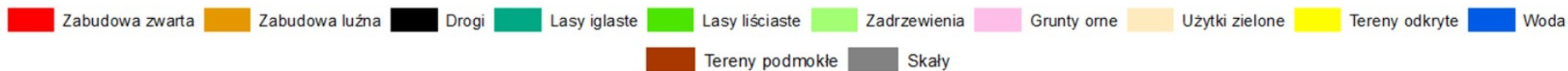
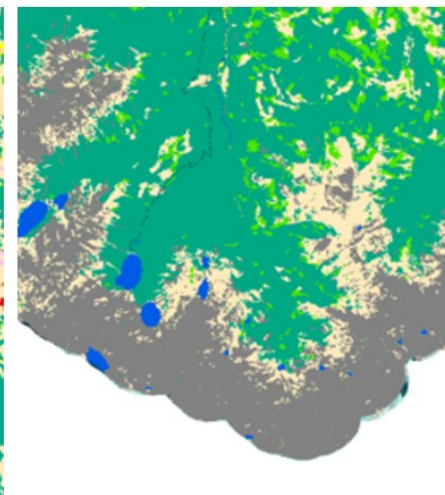
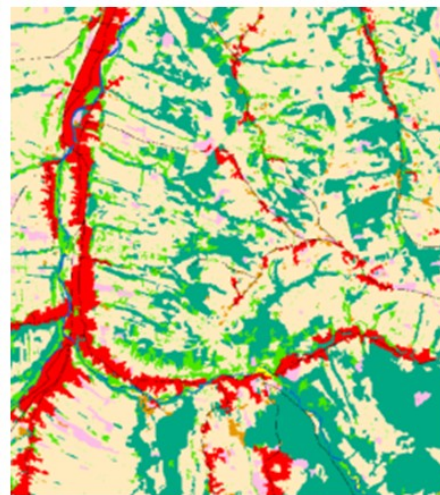
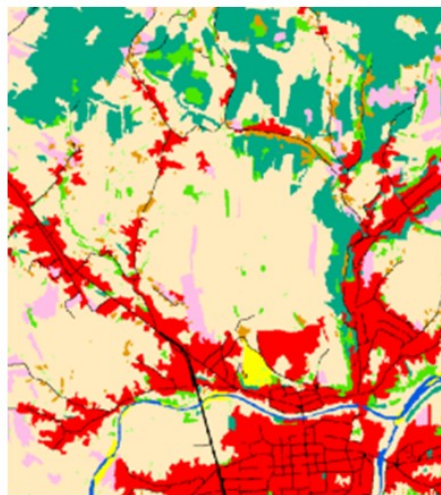
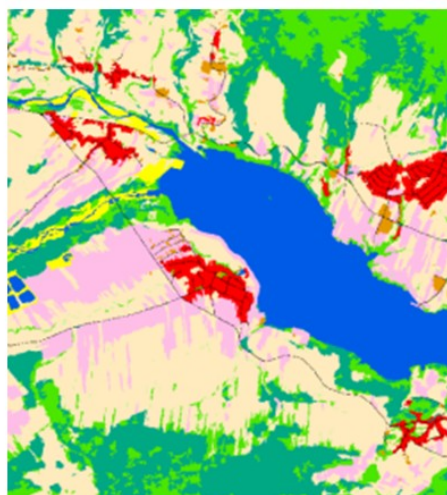
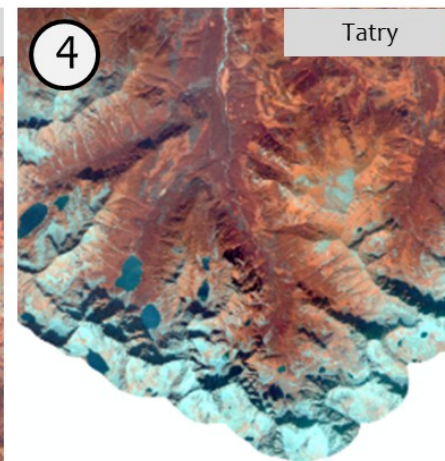
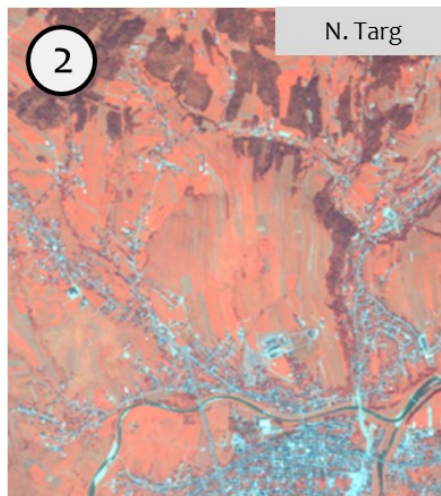
Wyniki (5)

Teren badań: Obszar zbiornika Czorsztyn (1)



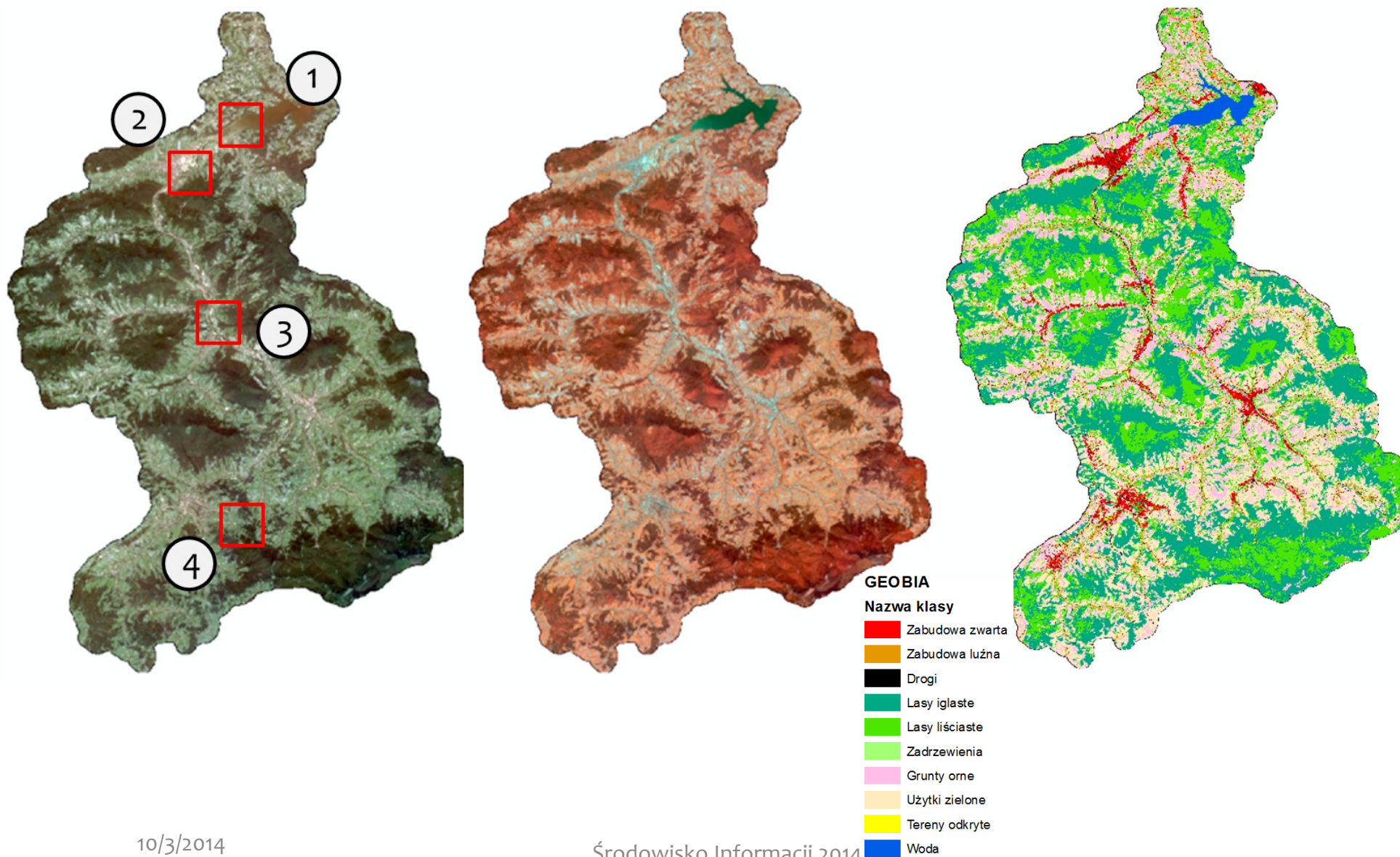
Wyniki (6)

Teren badań: Obszar zbiornika Czorsztyn (2)



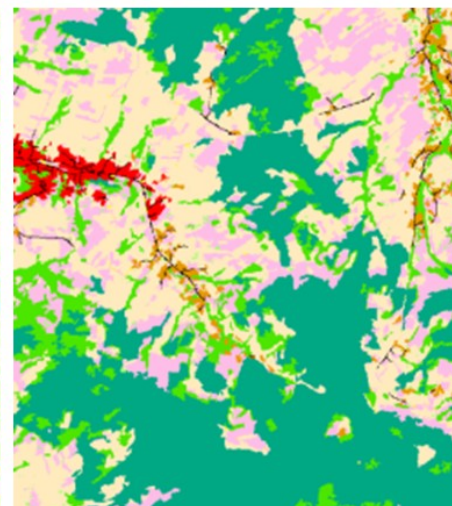
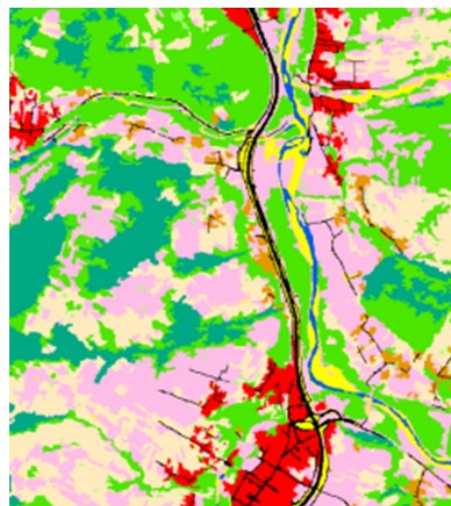
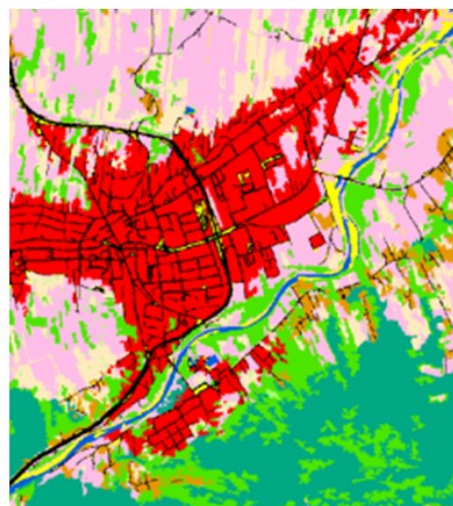
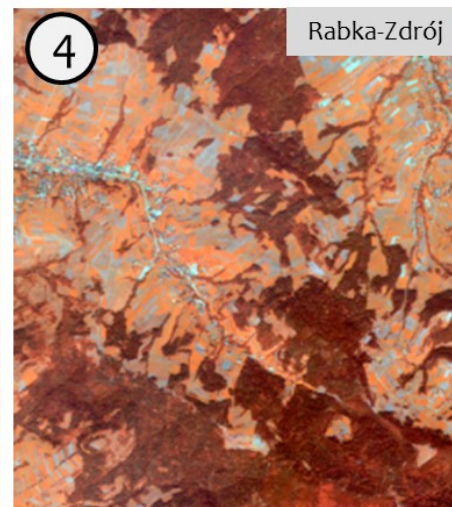
Wyniki (7)

Teren badań: Obszar zbiornika Dobczyce (1)



Wyniki (8)

Teren badań: Obszar zbiornika Dobczyce (2)



Zabudowa zwarta Zabudowa luźna Drogi Lasy iglaste Lasy liściaste Zadrzewienia Grunty orne Użytki zielone Tereny odkryte Woda

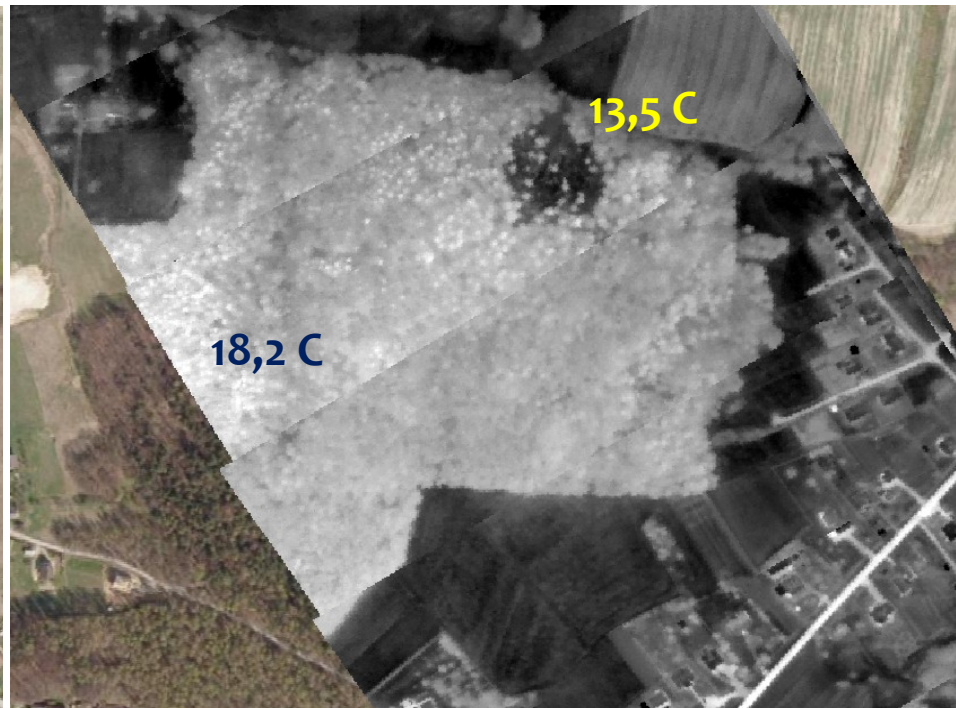


Wyniki (9)

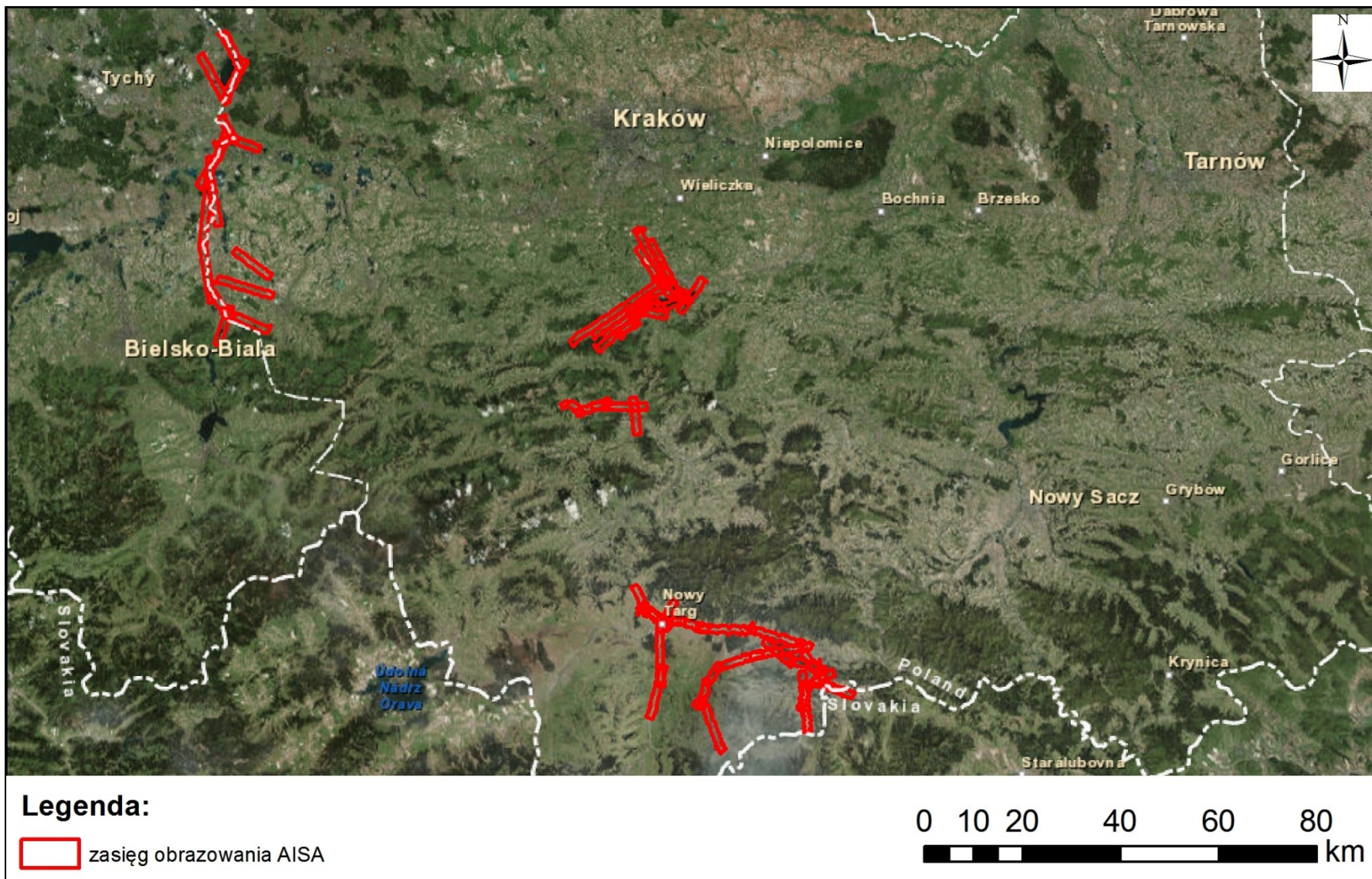
Zobrazowania termalne 2014



Zdjęcia termalne, anomalie w lesie
(Hejmanowska B. AGH, 2014)

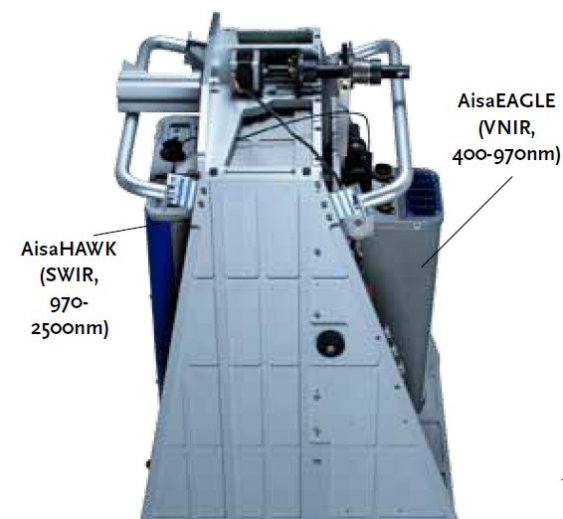


AISA Dual (1)



AISA Dual (2)

OPTICAL CHARACTERISTICS		TYPICAL SPECIFICATIONS				
	VNIR			SWIR		
Spectral range	400-970 nm			970-2500 nm		
	Total 400-2500 nm					
Spectral resolution	3.3 nm			12 nm		
Spectral binning options	none	2x	4x	none	2x	4x
Number of spectral bands	244	122	60	254	127	63
Spectral sampling/band (nm)	2.3	4.6	9.2	5.8	11.6	23.2
FODIS (optional)	In VNIR channel					
Calibration	Sensor provided with wavelength and radiometric calibration file					
FORE OPTICS						
Swath acquisition, option 1	See data acquisition option 1 on right					
Number of spatial pixels	320			320		
FOV	24 degrees			24 degrees		
IFOV	0.075 degrees			0.075 degrees		
Swath width	0.43 x altitude			0.43 x altitude		
Swath acquisition, option 2	See data acquisition option 2 on right					
Number of spatial pixels	1024			320		
FOV	37.7 degrees			35.5 degrees		
IFOV	0.037 degrees			0.111 degrees		
Swath width	0.68 x altitude			0.64 x altitude		
ELECTRICAL CHARACTERISTICS						
Detector	CCD 12 bits			MCT 14 bits		
SNR	350:1 or 500:1 (peak)			800:1 (peak)		
	More detailed SNR data in various conditions available from SPECIM.					
Integration time	Adjustable, independent of frame rate					
Frame rate	Up to 100 images/s					
Shutter	Electromechanical shutter for dark background registration in both channels, user controllable by software.					
Power consumption						
Complete system with rack PC	815 W					
Complete system with lightweight PC	695 W					

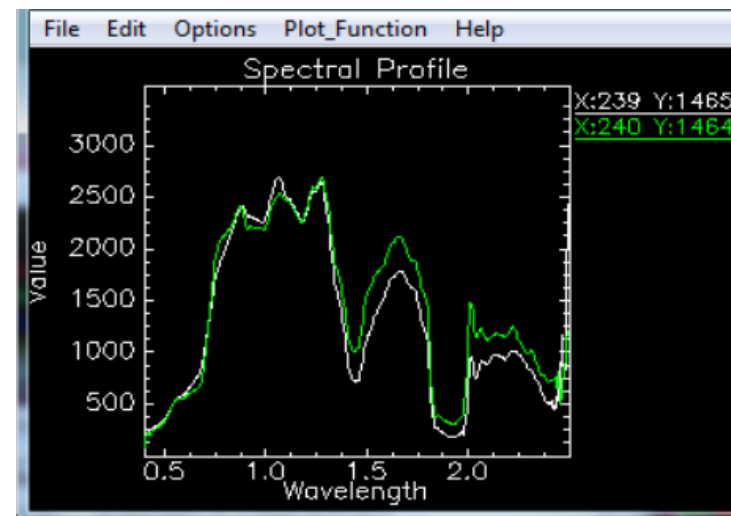


Mounted AisaDUAL sensor system,
dimensions:
L: 420 mm
W: 490 mm
H: 680 mm
Mass: 50 kg

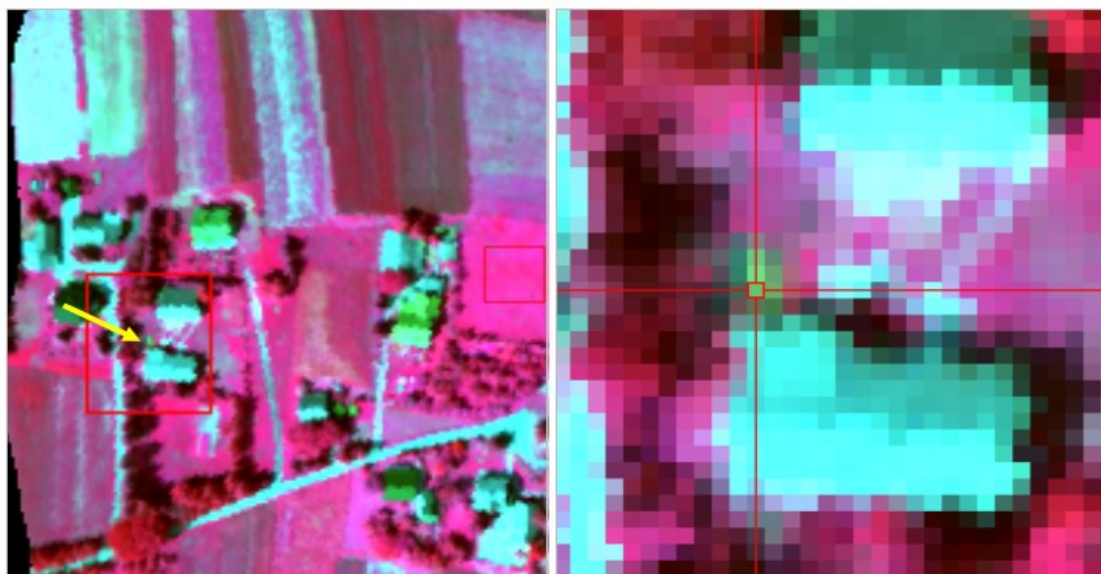
Zobrazowania hiperspectralne 2014



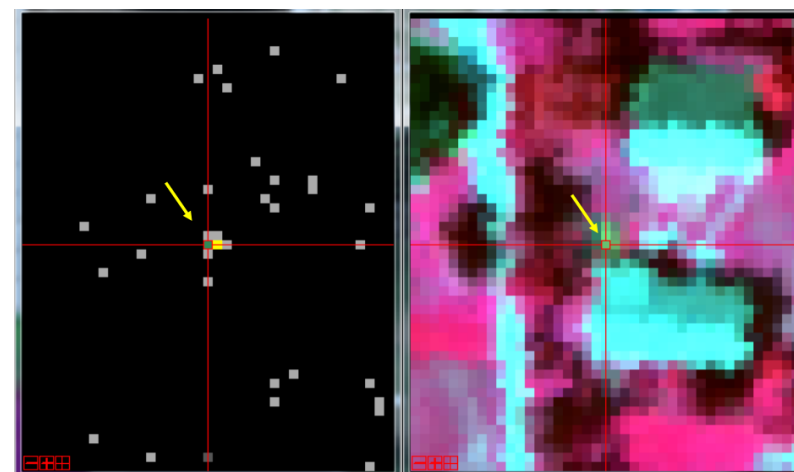
Lokalizacja położenia zbiornika na obornik – Geoportal ($49^{\circ}53'9.81''$ N, $20^{\circ}1'55.56''$ E)



Krzywe spektralne obornika pobrane z obrazu



Lokalizacja położenia zbiornika na obornik - kompozycja CIR dla wycinka obrazu hiperspektralnego (piksel-1m).

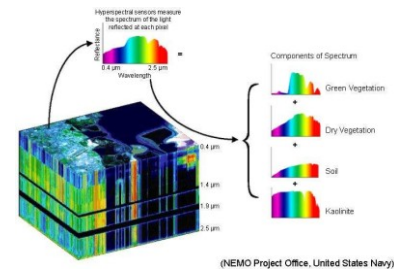
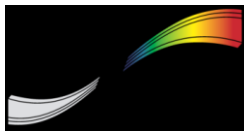


Wynik klasyfikacji

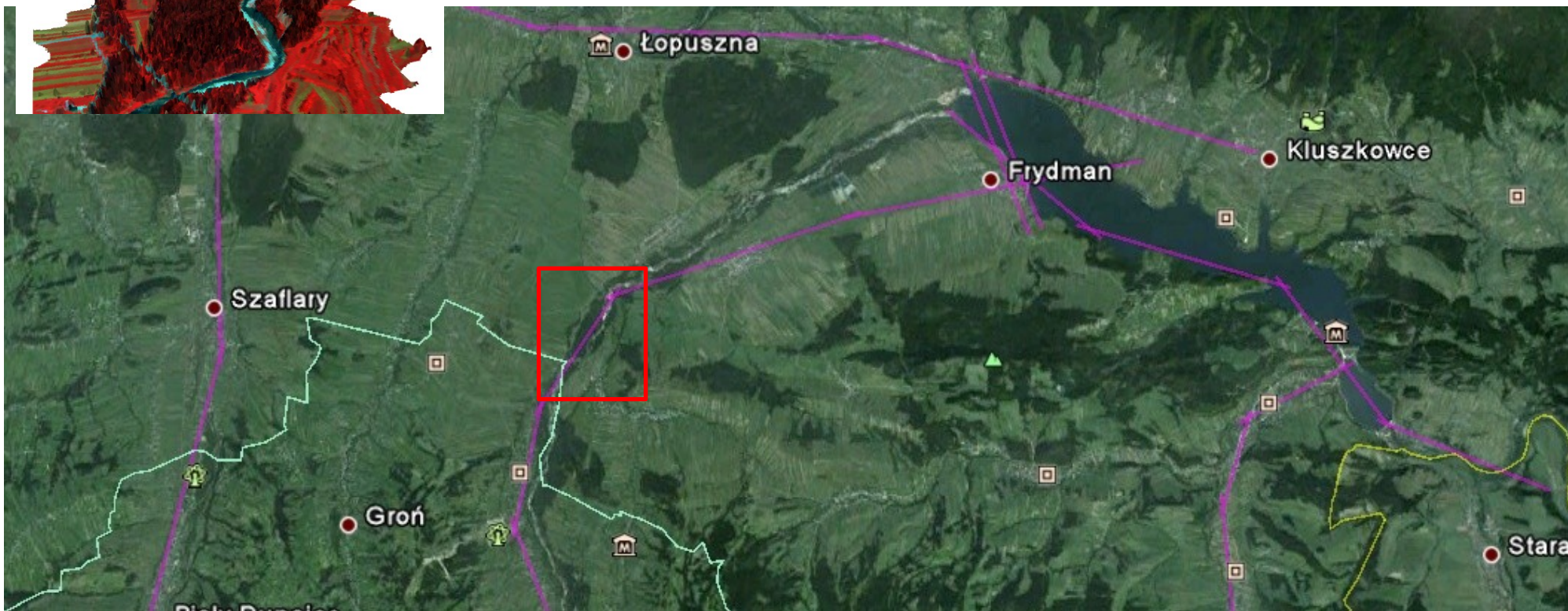
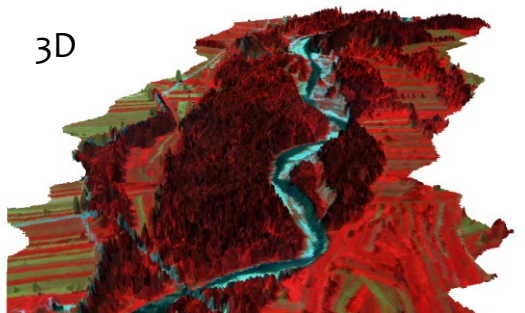
(Hejmanowska B. AGH, 2014)



Zobrazowania hiperspektralne 2014

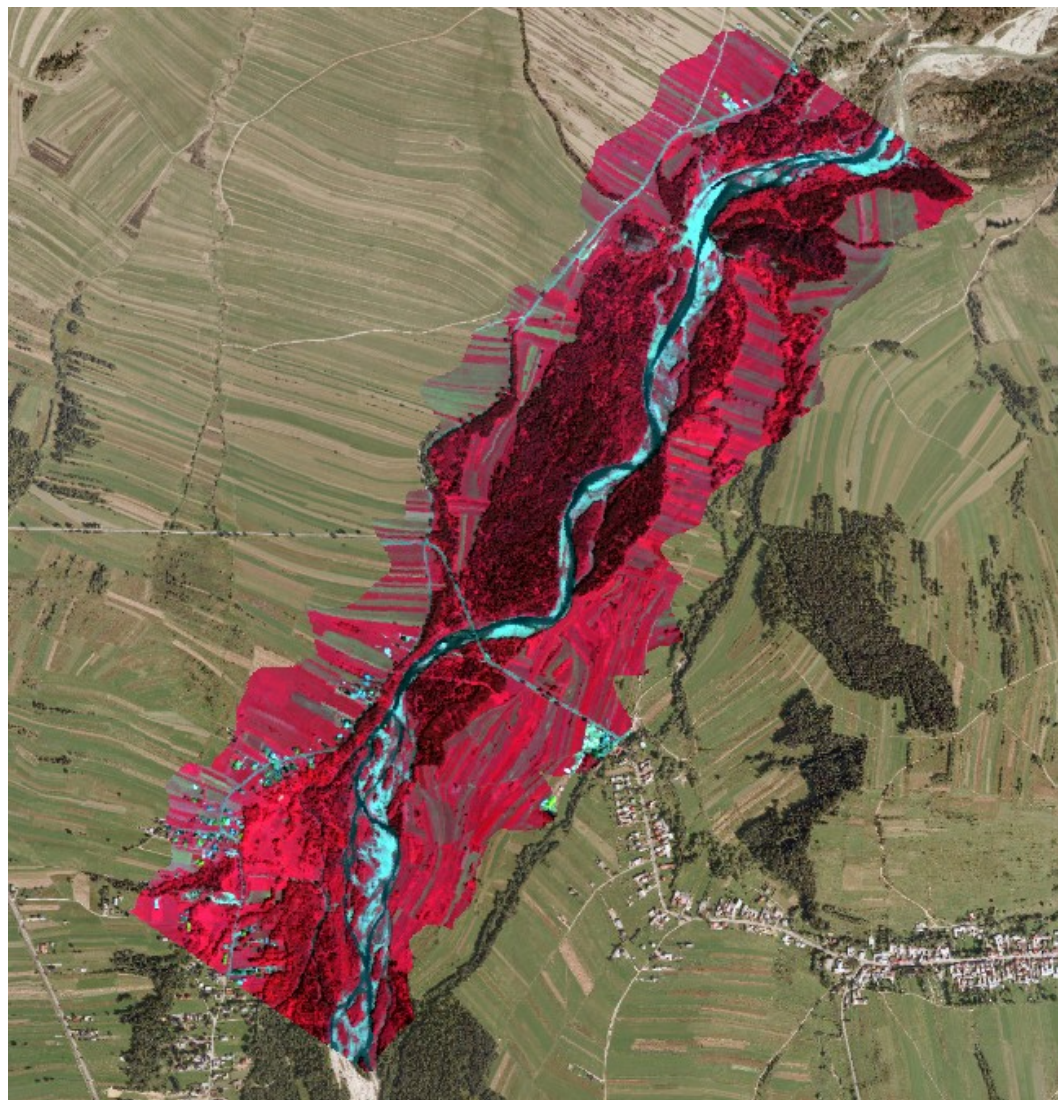


3D





AISA Dual

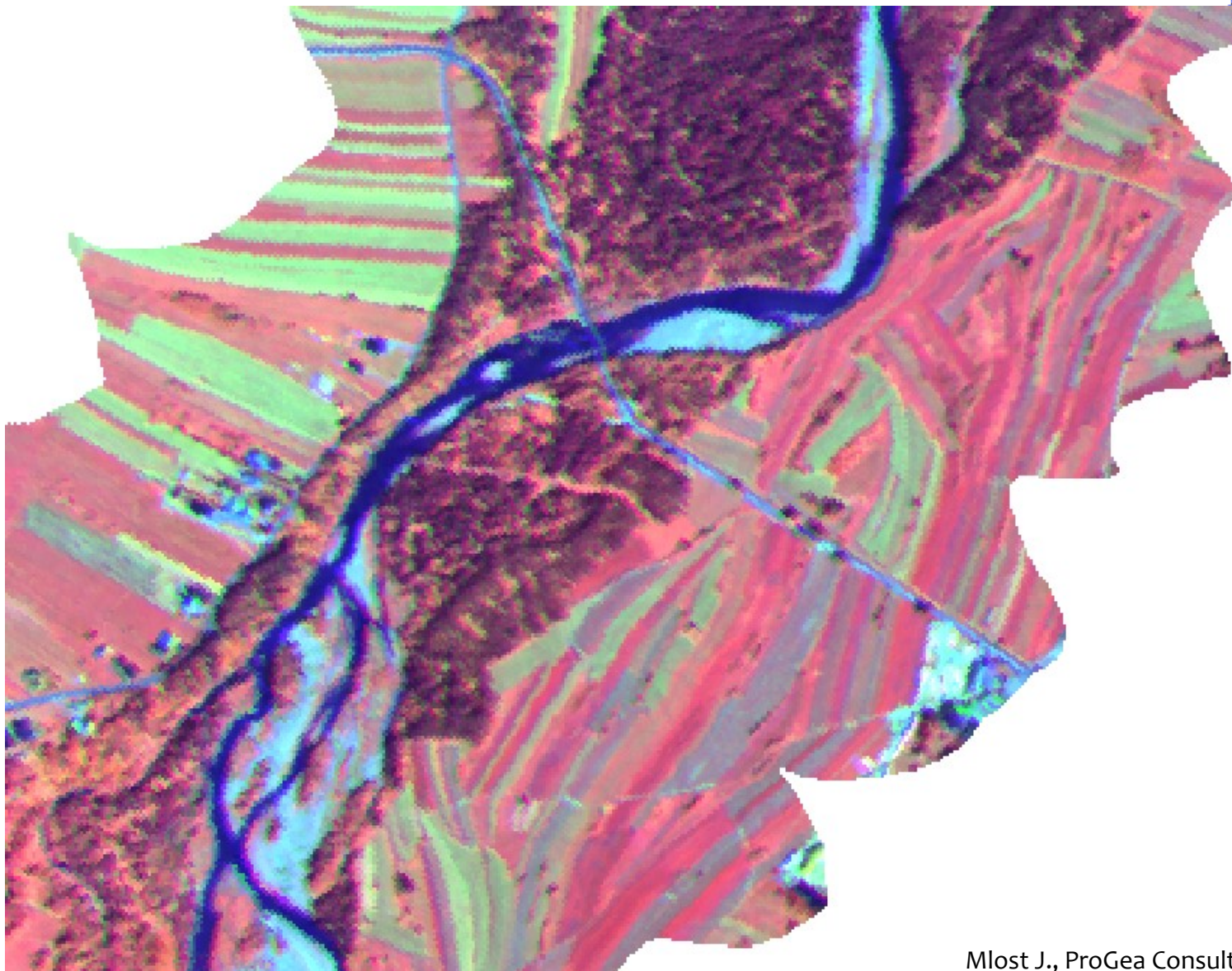


Mlost J., ProGea Consulting

CIR 90, 59, 34



AISA Dual



, 36

Mlost J., ProGea Consulting



AISA Dual



Mlost J., ProGea Consulting



AISA Dual

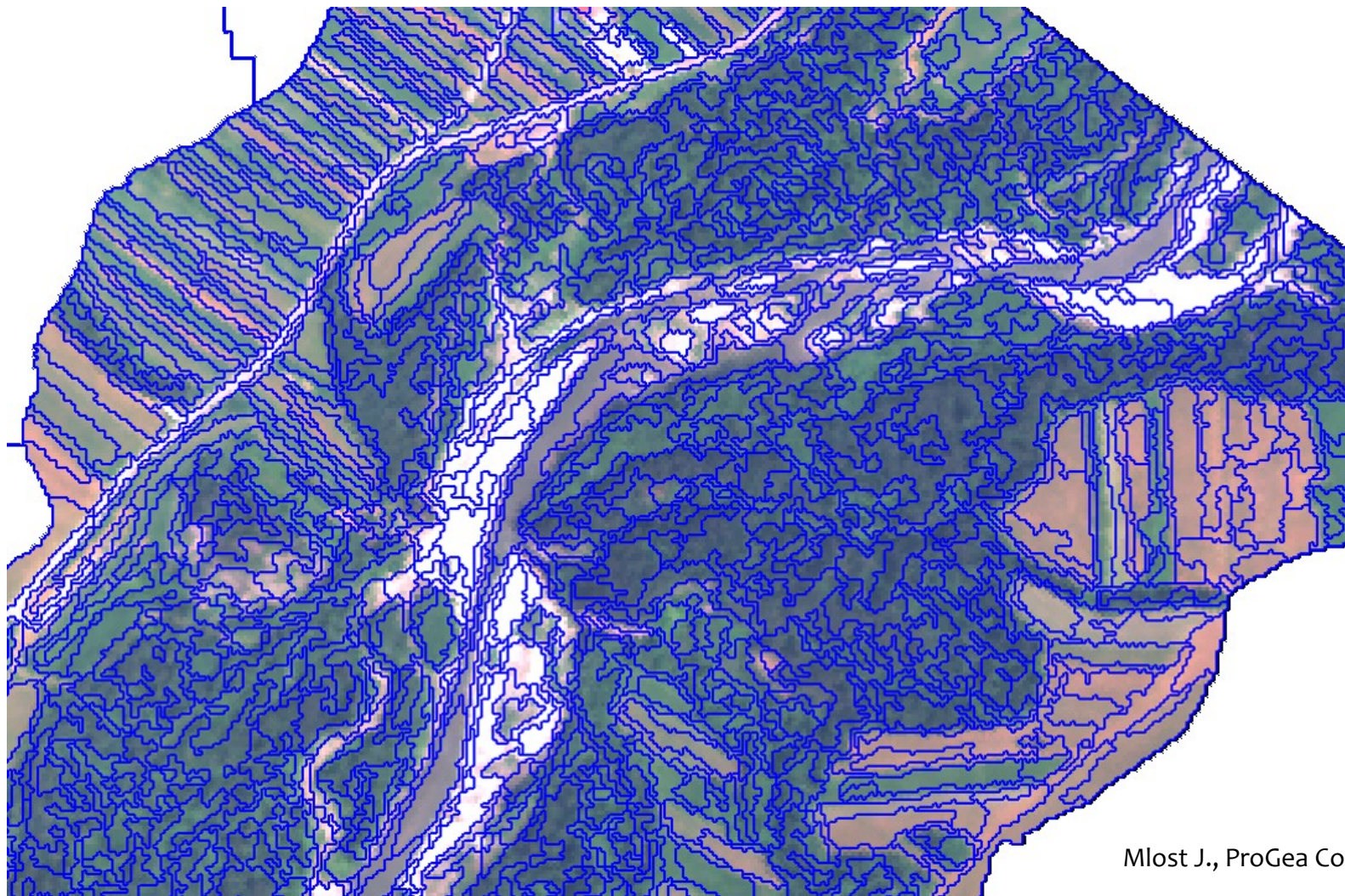


RGB (59,32,13)

Mlost J., ProGea Consulting



AISA Dual - Segmentacja

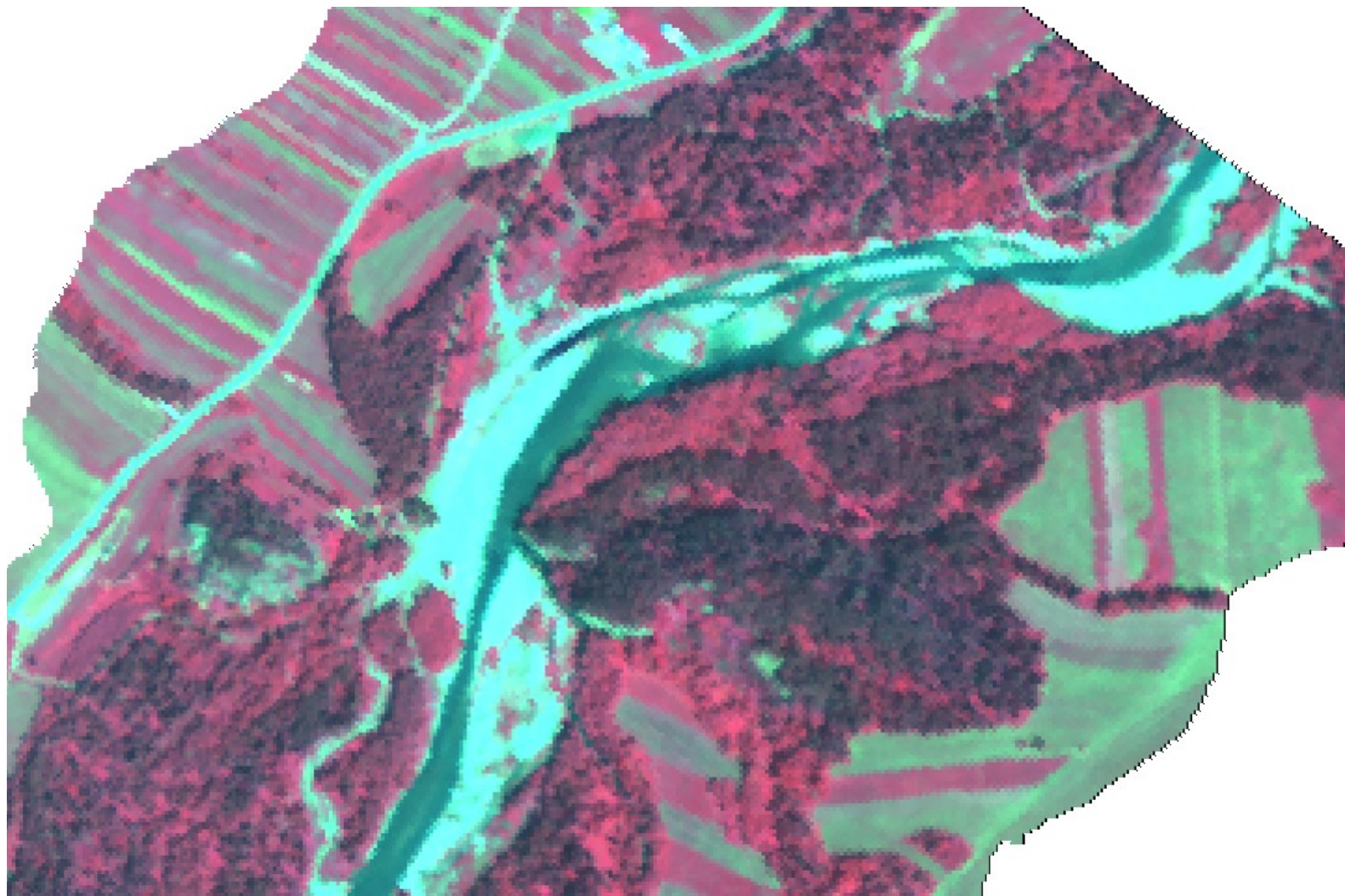


Mlost J., ProGea Consulting

multiresolution segmentation (RGB 59, 32, 13)



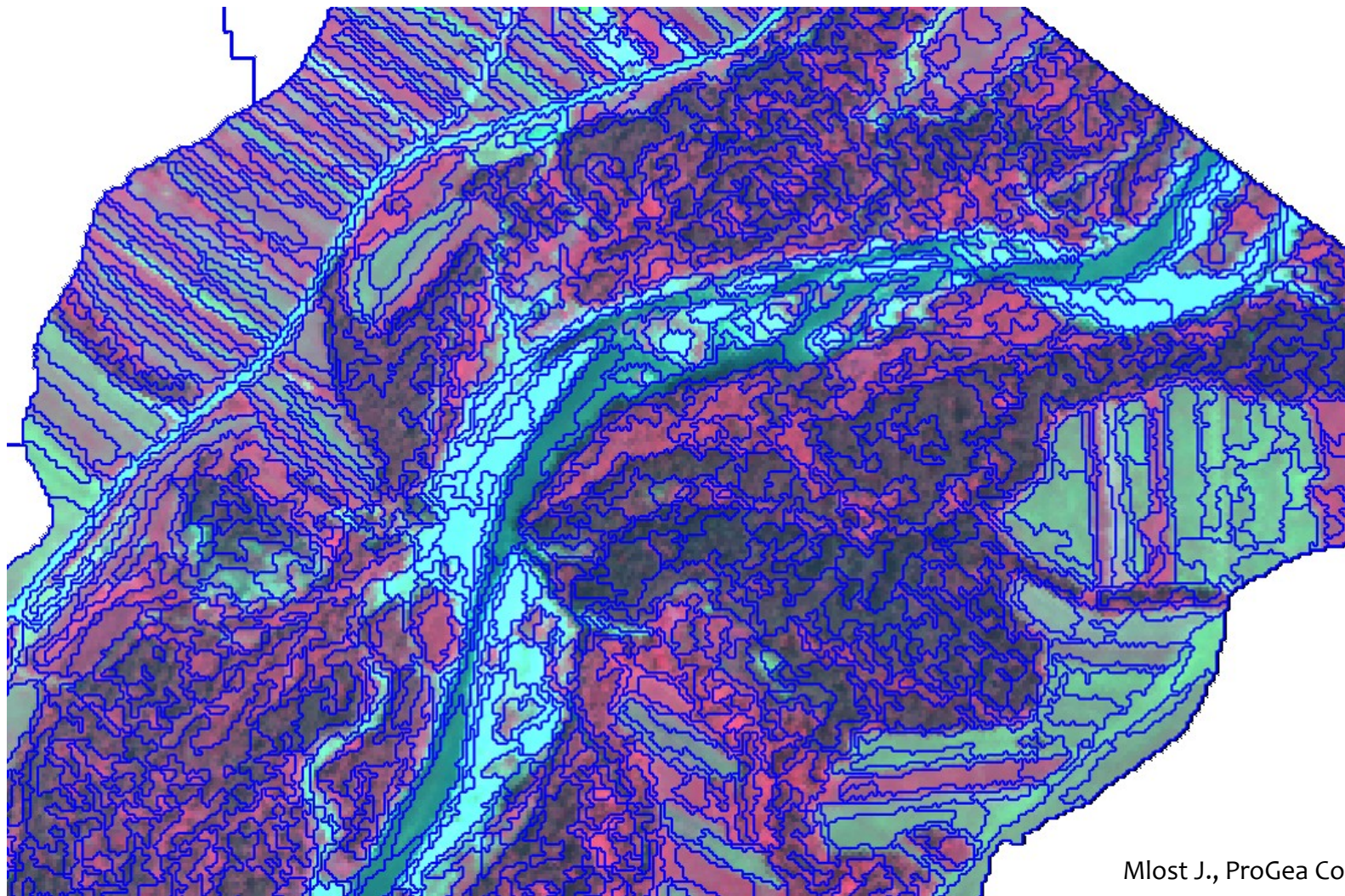
AISA Dual - CIR



CIR (90,59,34)

Mlost J., ProGea Consulting

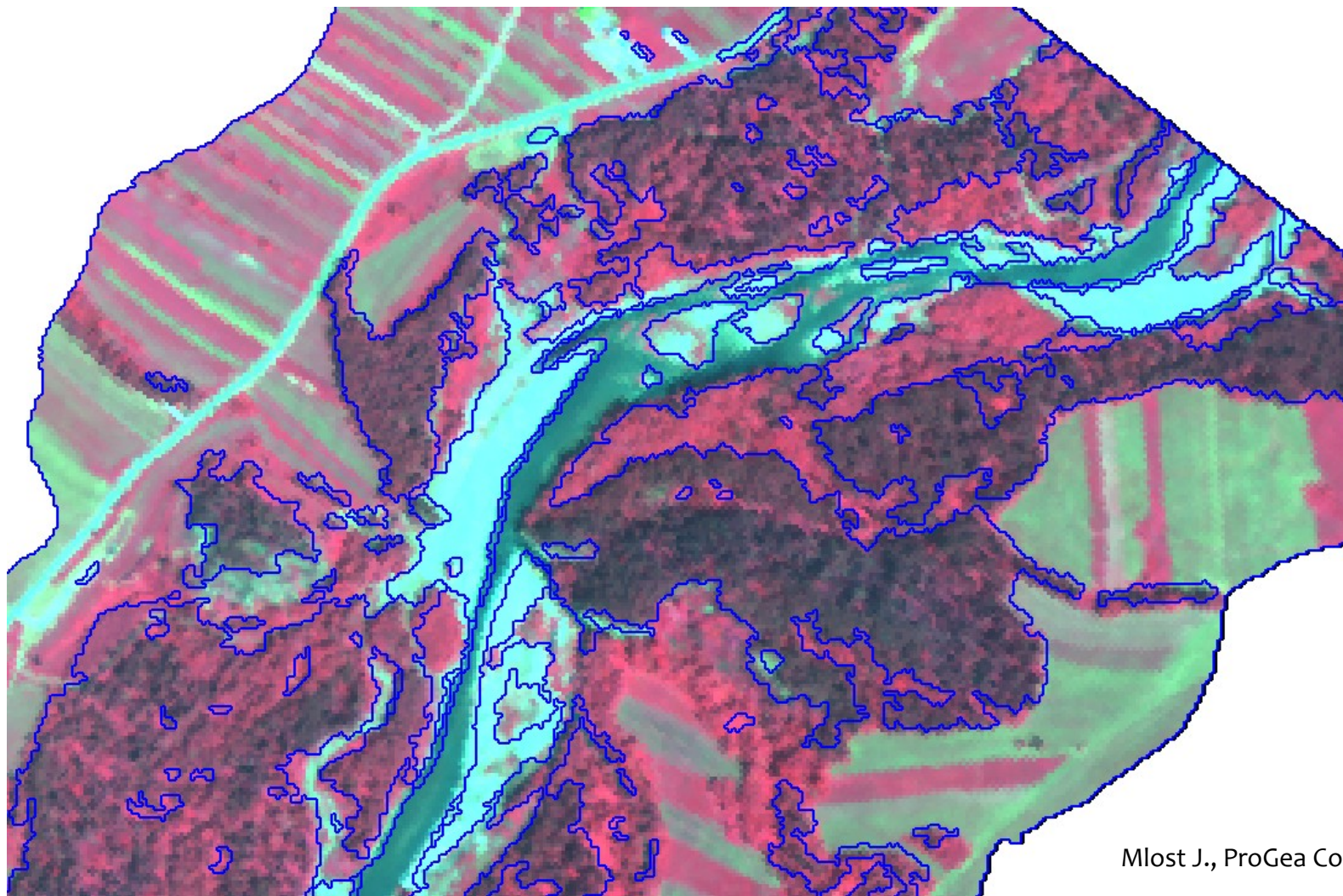
AISA Dual - Segmentacja



Mlost J., ProGea Consulting

multiresolution segmentation CIR (90,59,34)

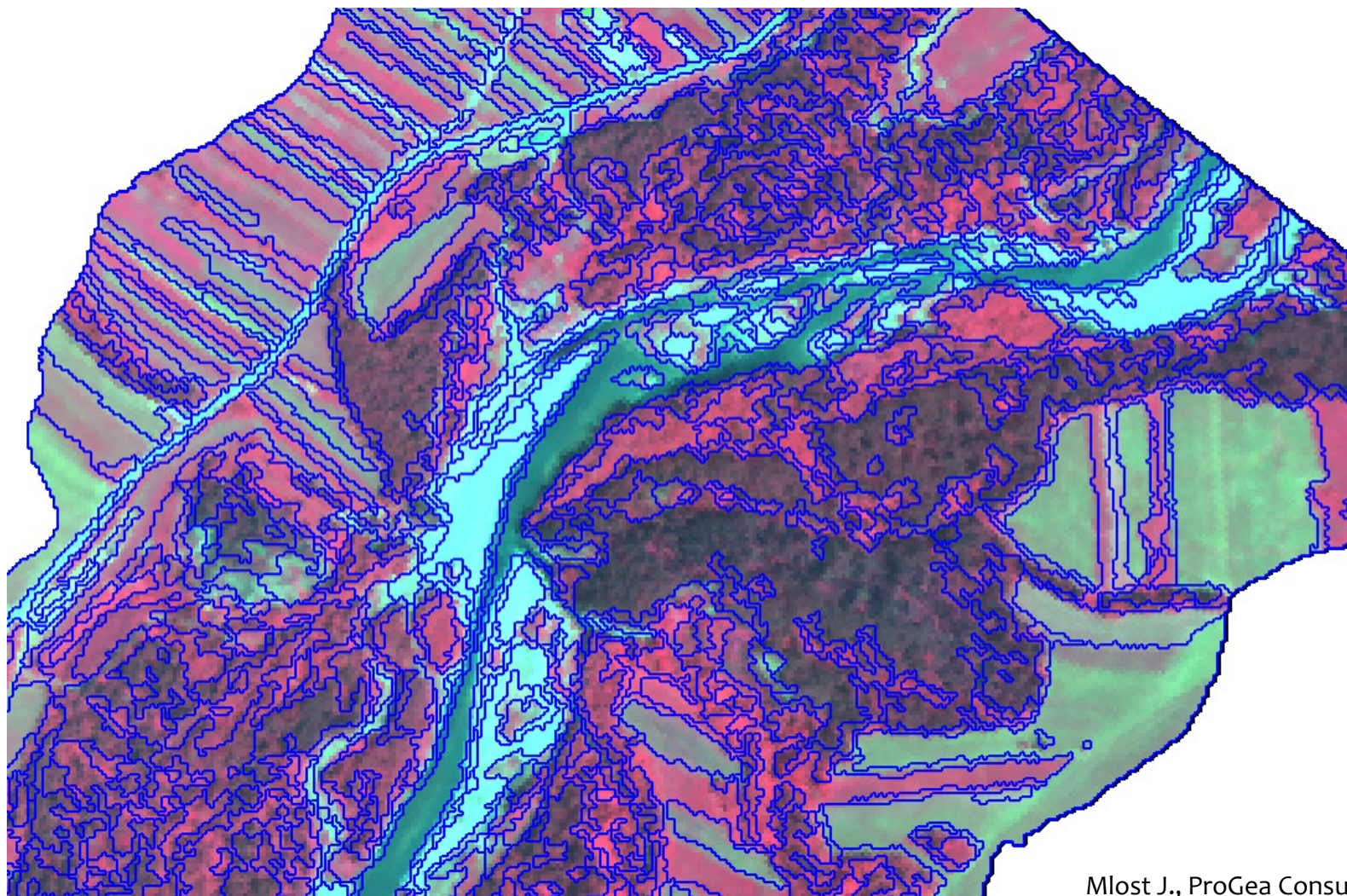
AISA Dual - Segmentacja



Mlost J., ProGea Consulting

multiresolution segmentation + spectral difference (parametr 500)
kompozycja CIR (90,59,34)

AISA Dual

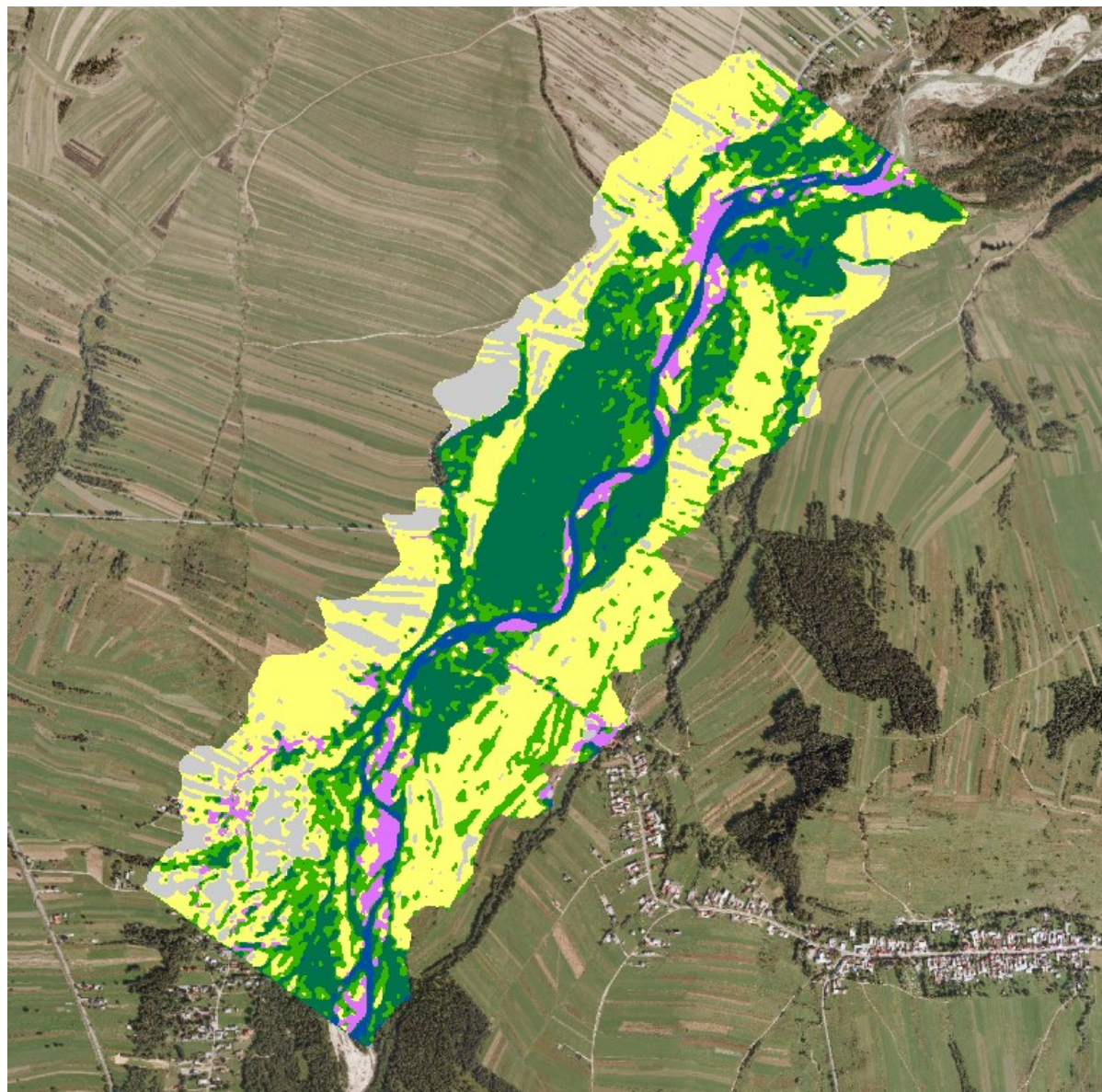


Mlost J., ProGea Consulting

**multiresolution segmentation + spectral difference (parametr 200),
kompozycja CIR (90,59,34)**



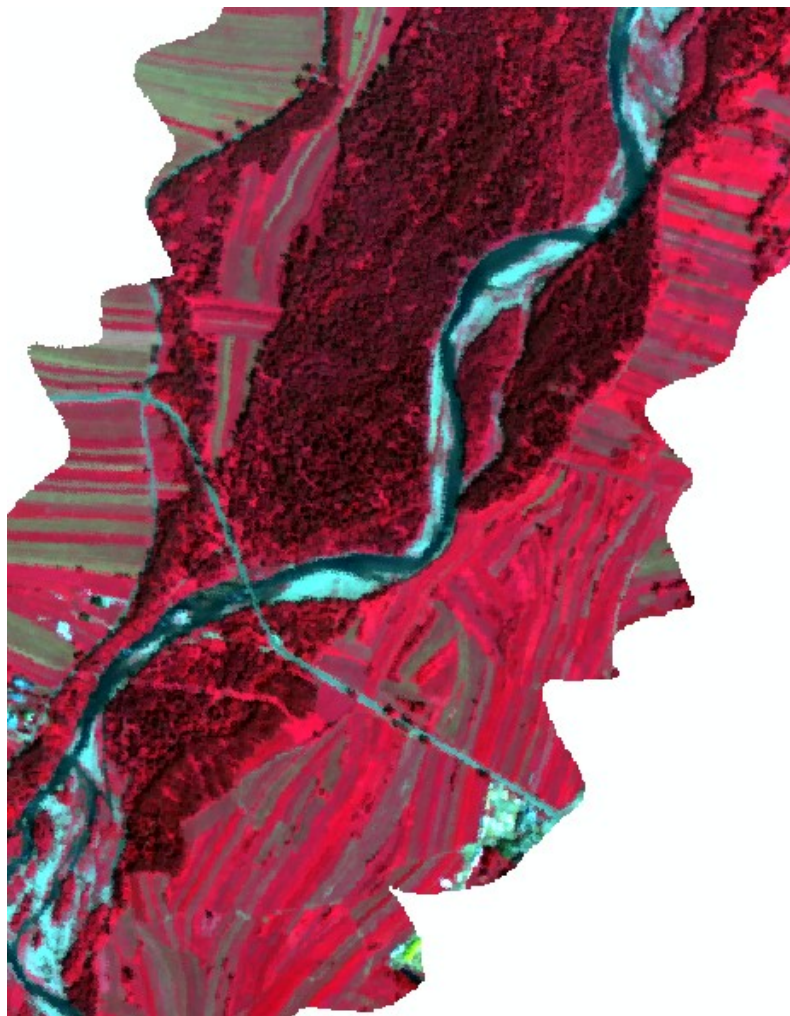
AISA Dual



wynik klasyfikacji
nienadzorowanej

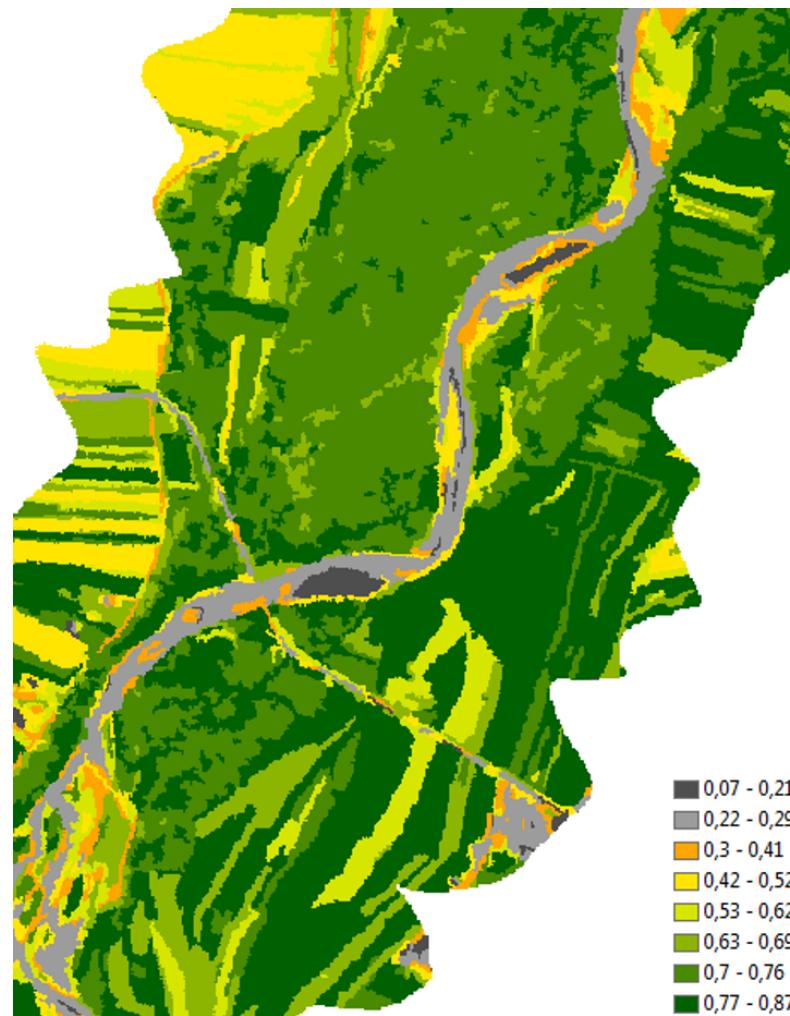
- wody
- las iglasty
- las liściasty
- wegetacja niska
- żwir, kamieńce
- grunty orne

AISA Dual



CIR (90,59,34)

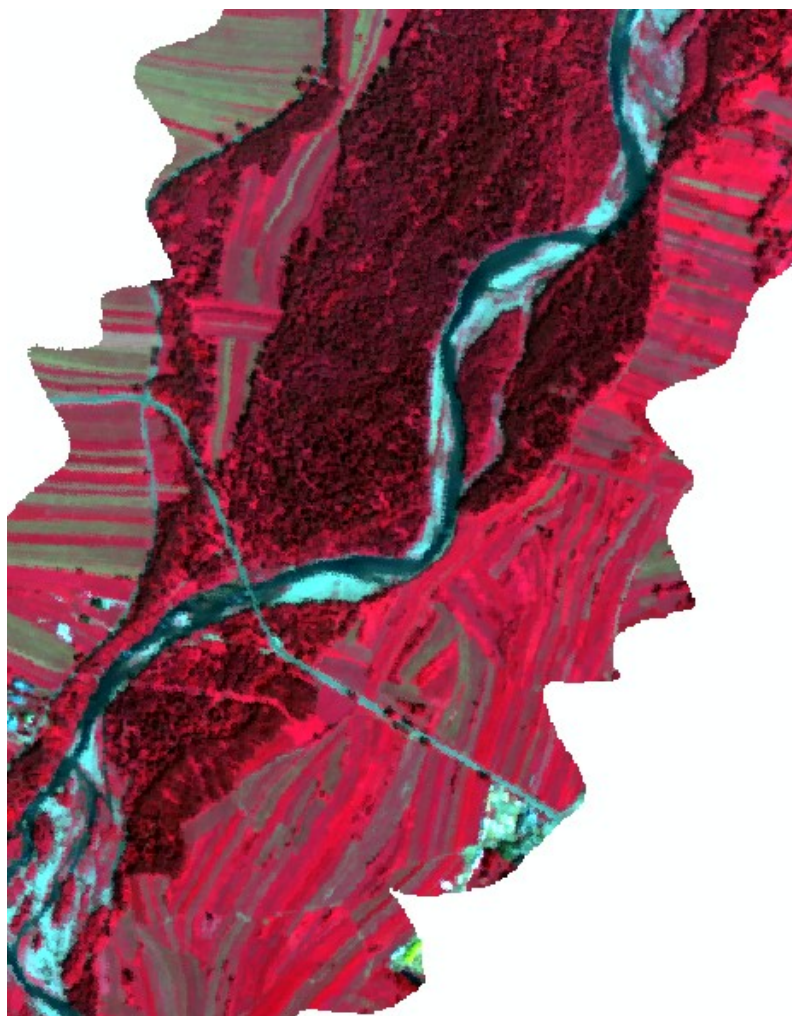
Mlost J., ProGea Consulting



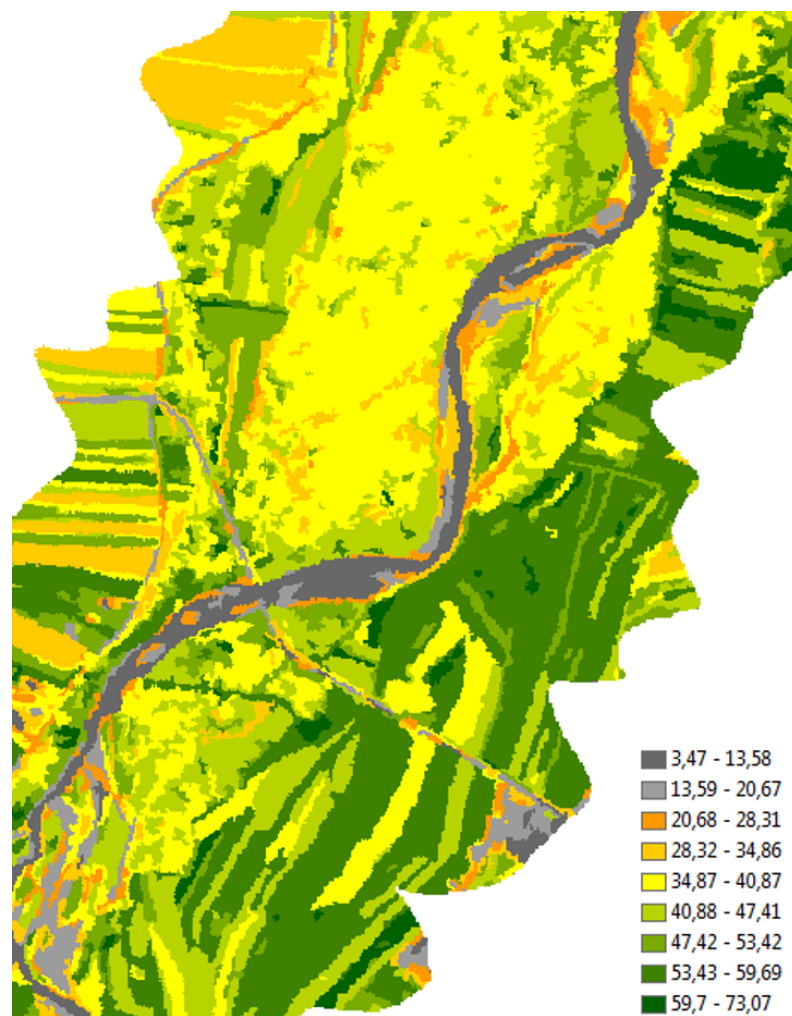
NDVI

$$NDVI = (R_{800} - R_{670}) / (R_{800} + R_{670})$$

AISA Dual



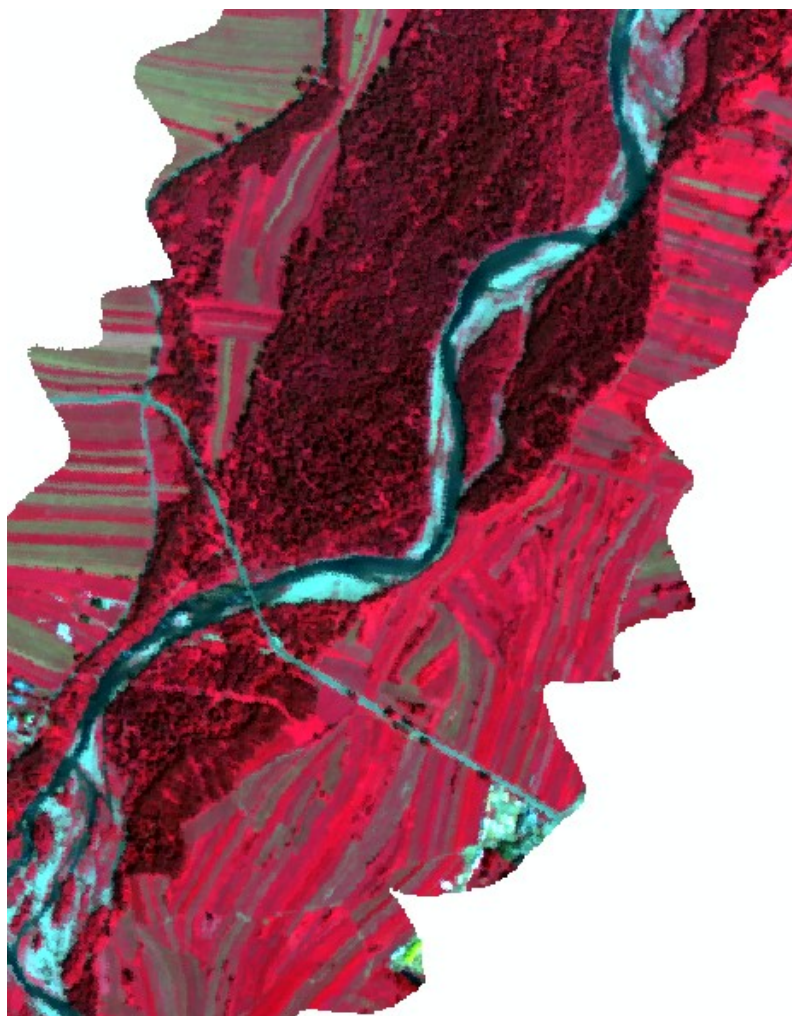
CIR (90,59,34)



RDVI (Renormalized Difference Vegetation Index)

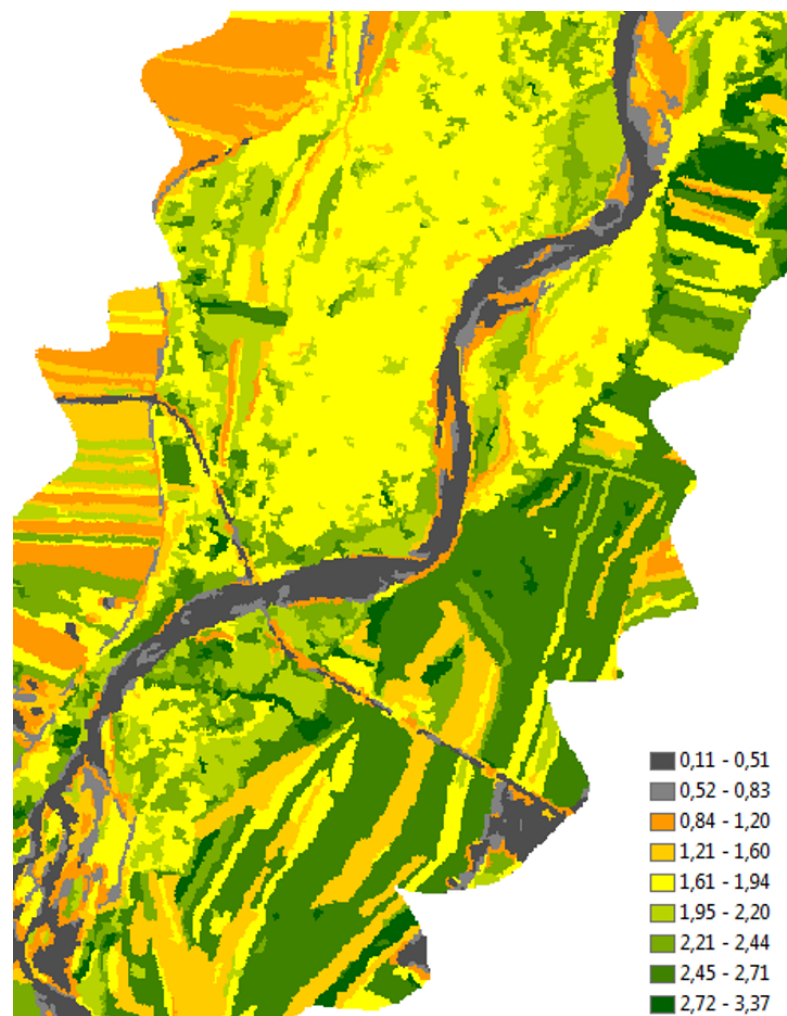
$$RDVI = (R_{800} - R_{670}) / \sqrt{(R_{800} + R_{670})}$$

AISA Dual



CIR (90,59,34)

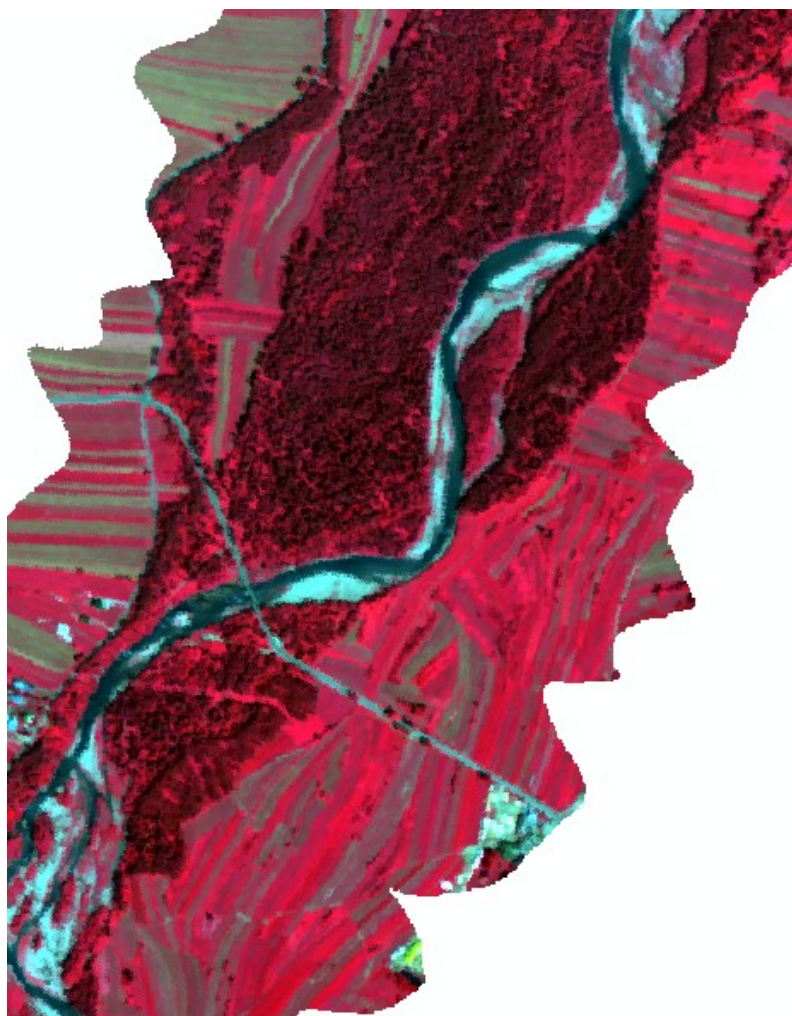
Mlost J., ProGea Consulting



Modified Simple Ratio (MSR)

$$MSR = \left(\frac{R_{800}}{R_{670}} - 1 \right) / \sqrt{\left(\frac{R_{800}}{R_{670}} + 1 \right)}$$

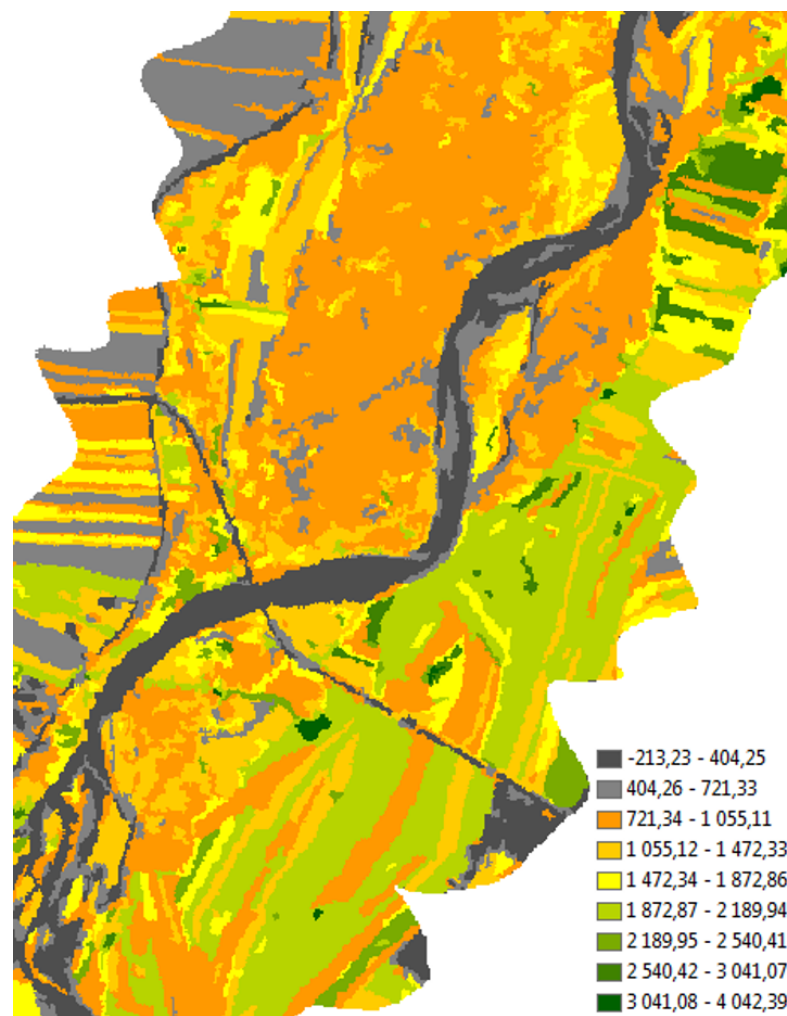
AISA Dual



CIR (90,59,34)

Mlost J., ProGea Consulting

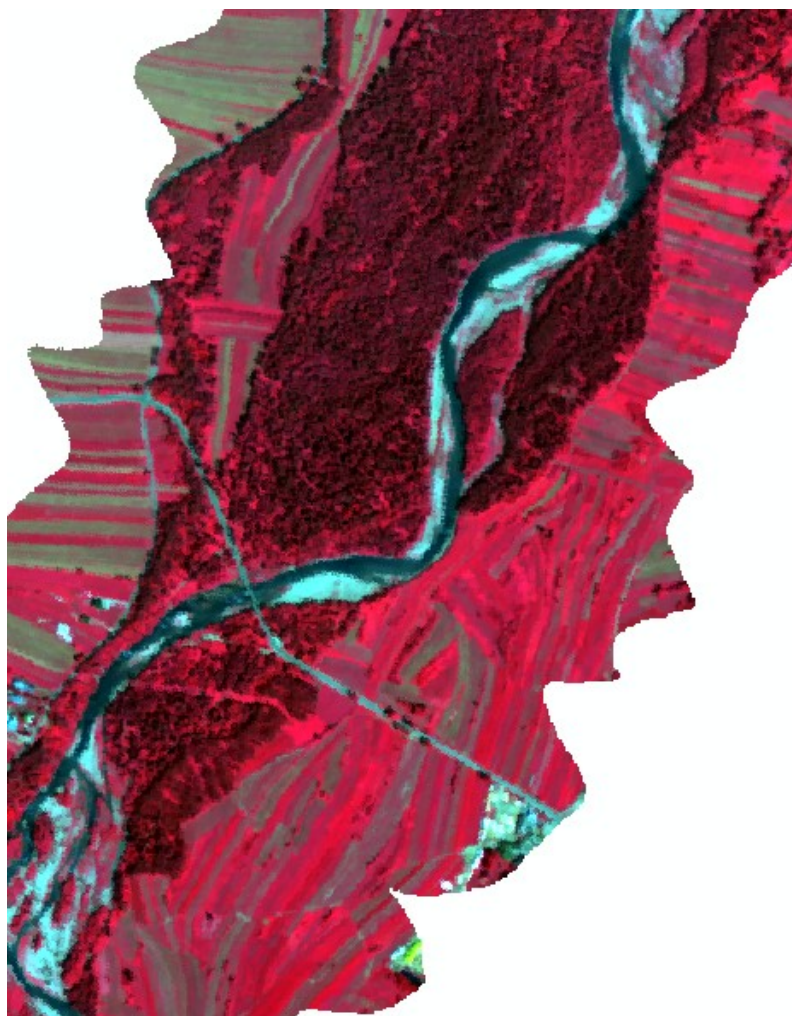
10/3/2014



Modified Chlorophyll Absorption Ratio Index (MCARI)

$$MCARI = [(R_{700} - R_{670}) - 0.2(R_{700} - R_{550})](R_{700}/R_{670})$$

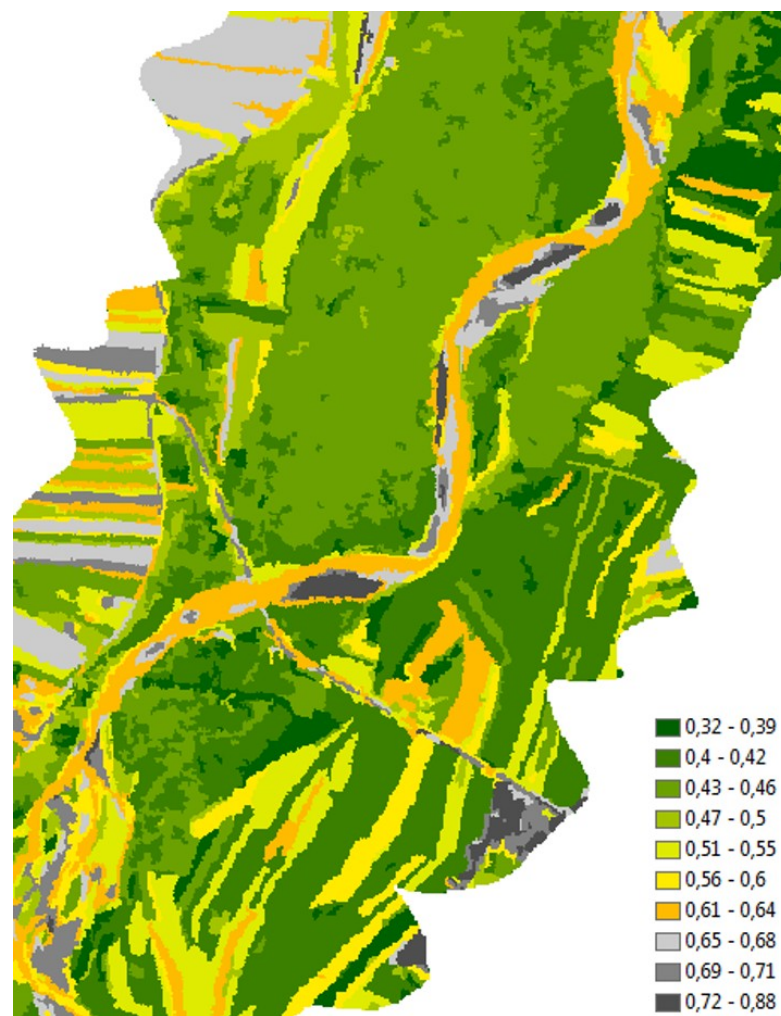
AISA Dual



CIR (90,59,34)

Mlost J., ProGea Consulting

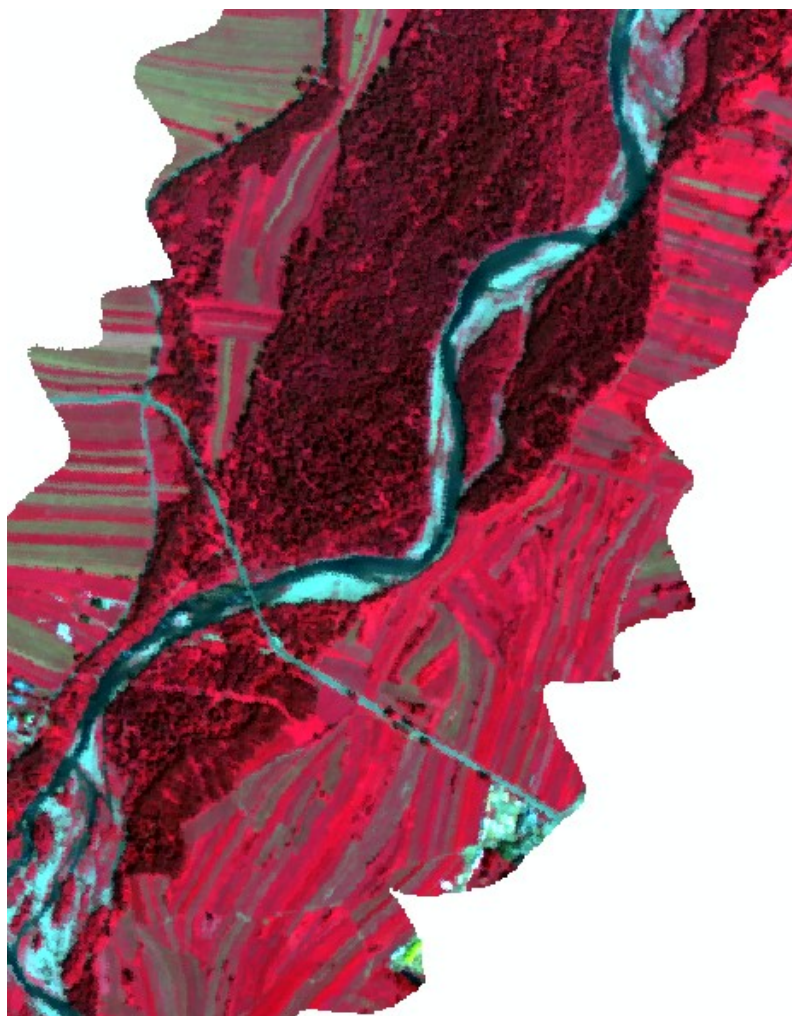
10/3/2014



Stosunek zawartości karotenoidów do chlorofilu (PSRI)

$$PSRI = \frac{(R_{678}/5.08) - ((R_{485} + R_{505})/31.04)}{(R_{695}/5.08)}$$

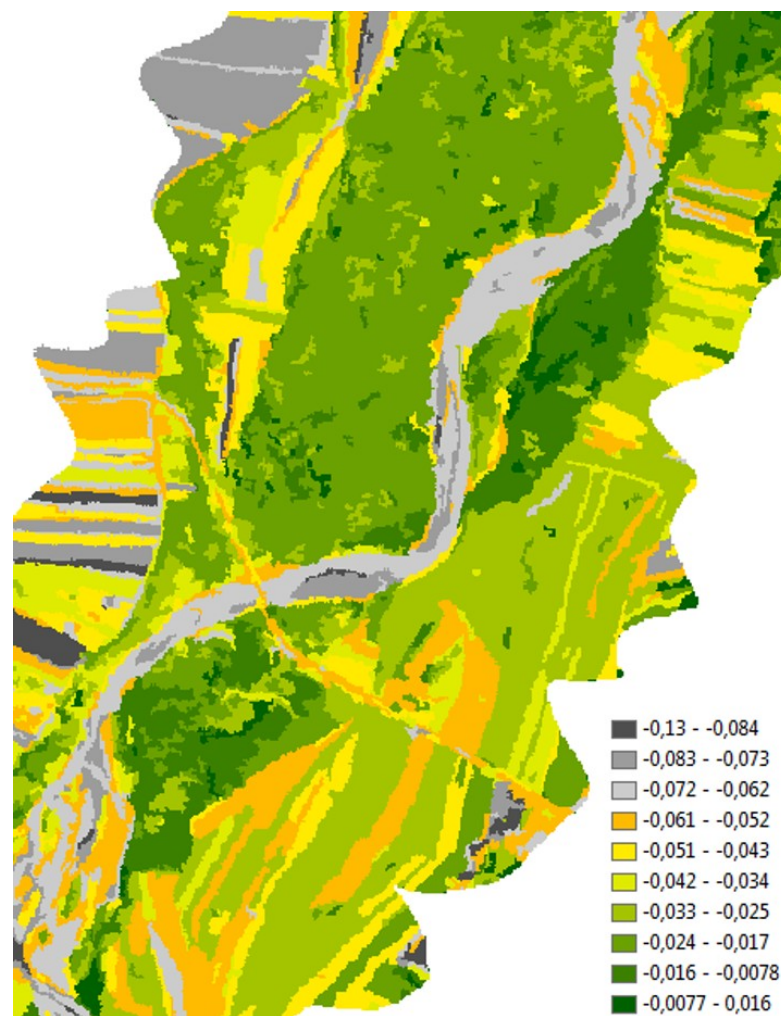
AISA Dual



CIR (90,59,34)

Mlost J., ProGea Consulting

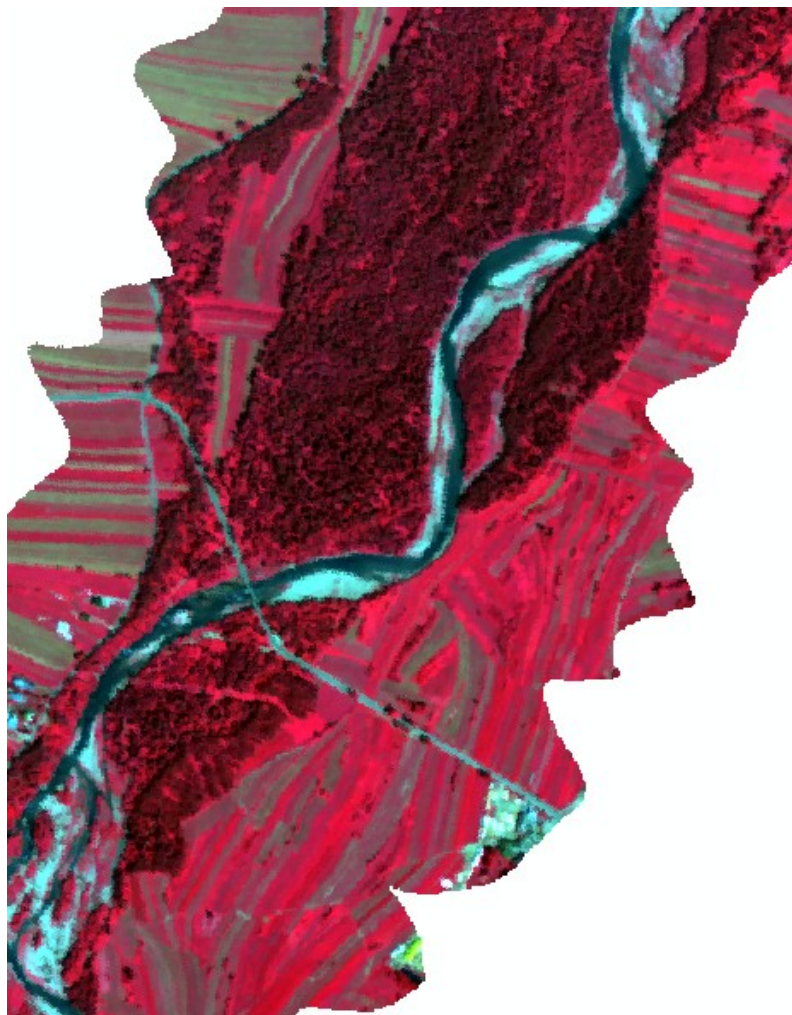
10/3/2014



Photochemical Reflectance Index (PRI)

$$PRI = (R_{531} - R_{570}) / (R_{531} + R_{570})$$

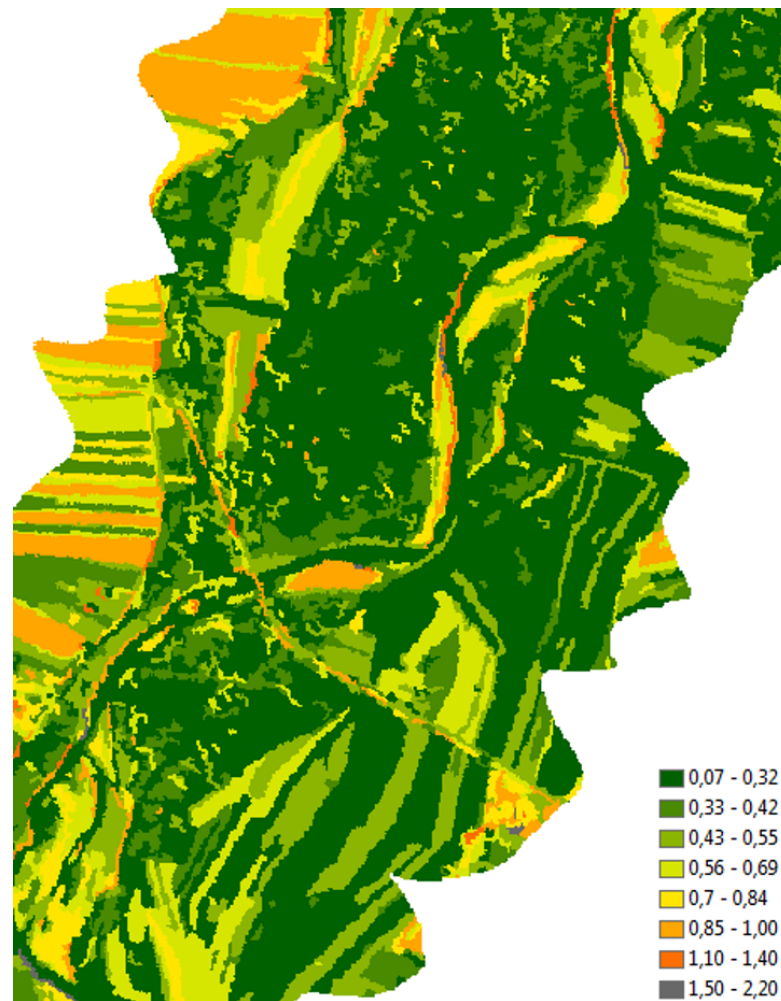
AISA Dual



CIR (90,59,34)

Mlost J., ProGea Consulting

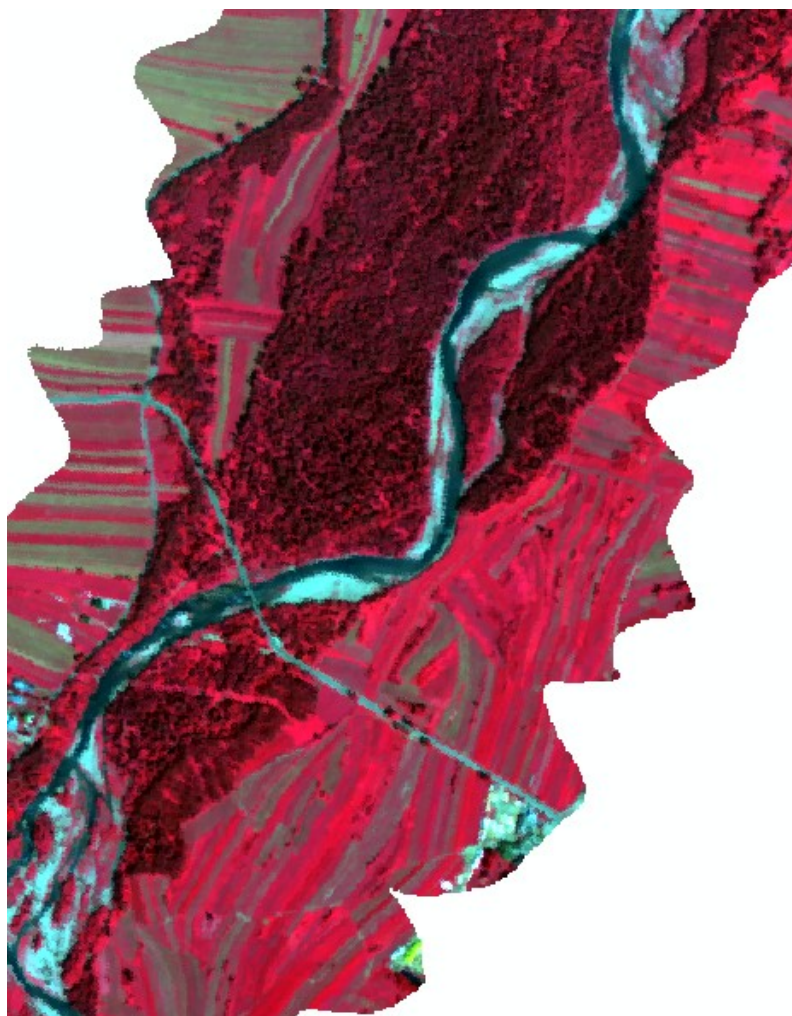
10/3/2014



Moisture Stress Index (MSI)

PSRI R_{678} / R_{819}

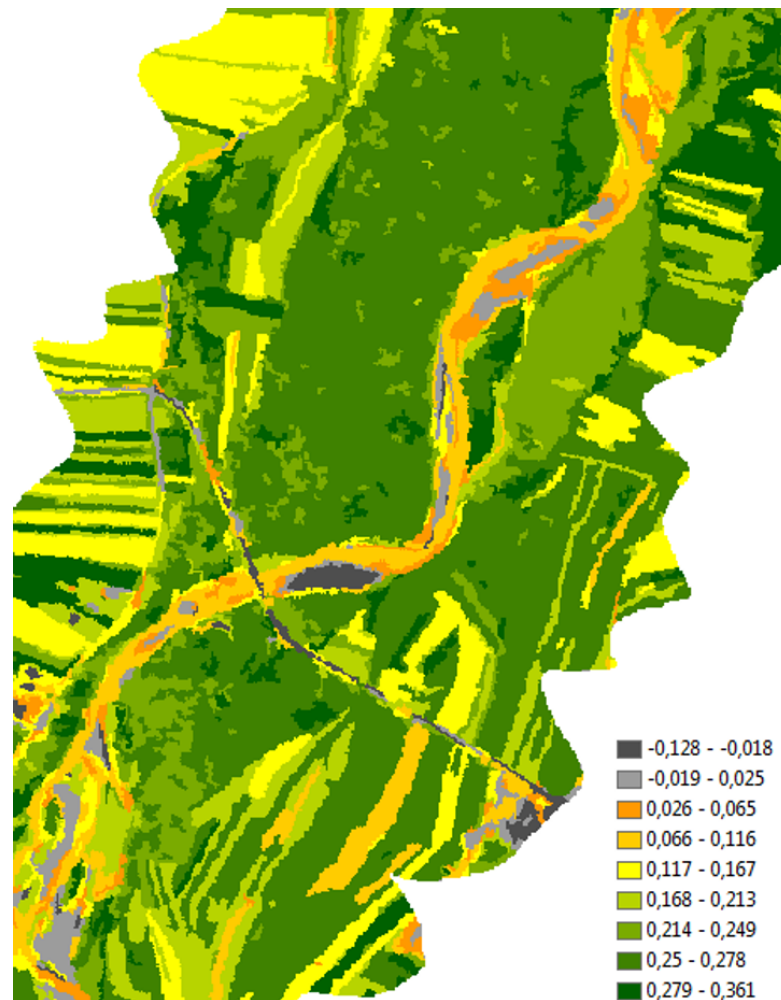
AISA Dual



CIR (90,59,34)

Mlost J., ProGea Consulting

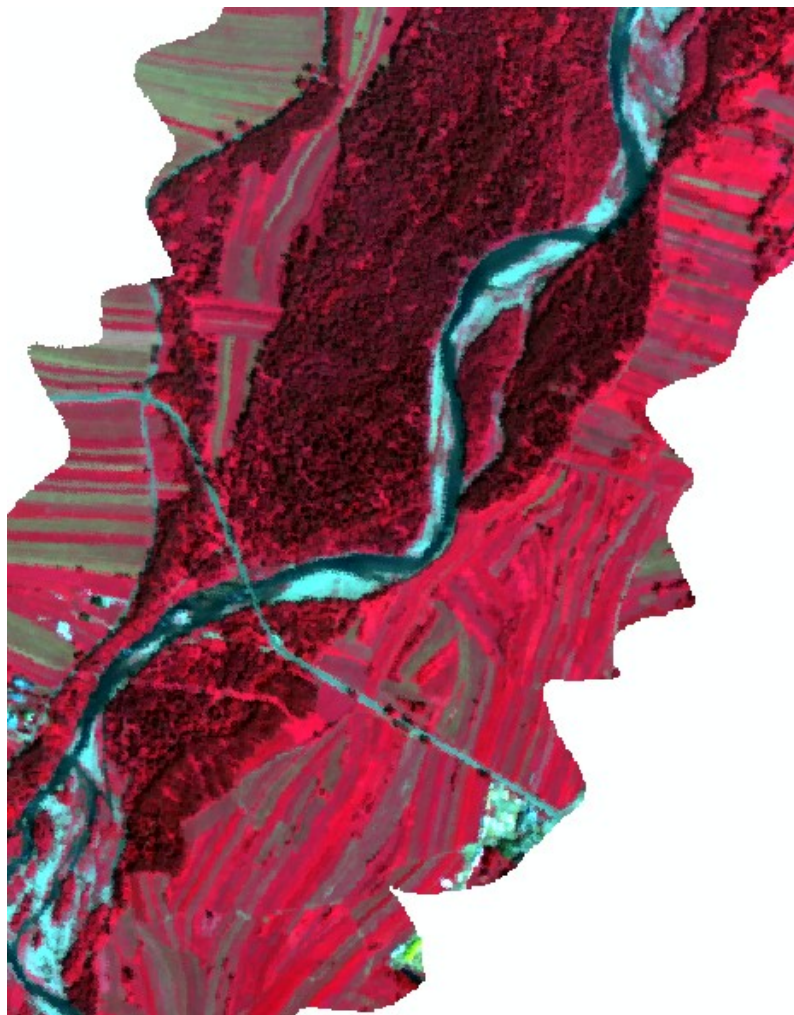
10/3/2014



Soil moisture content

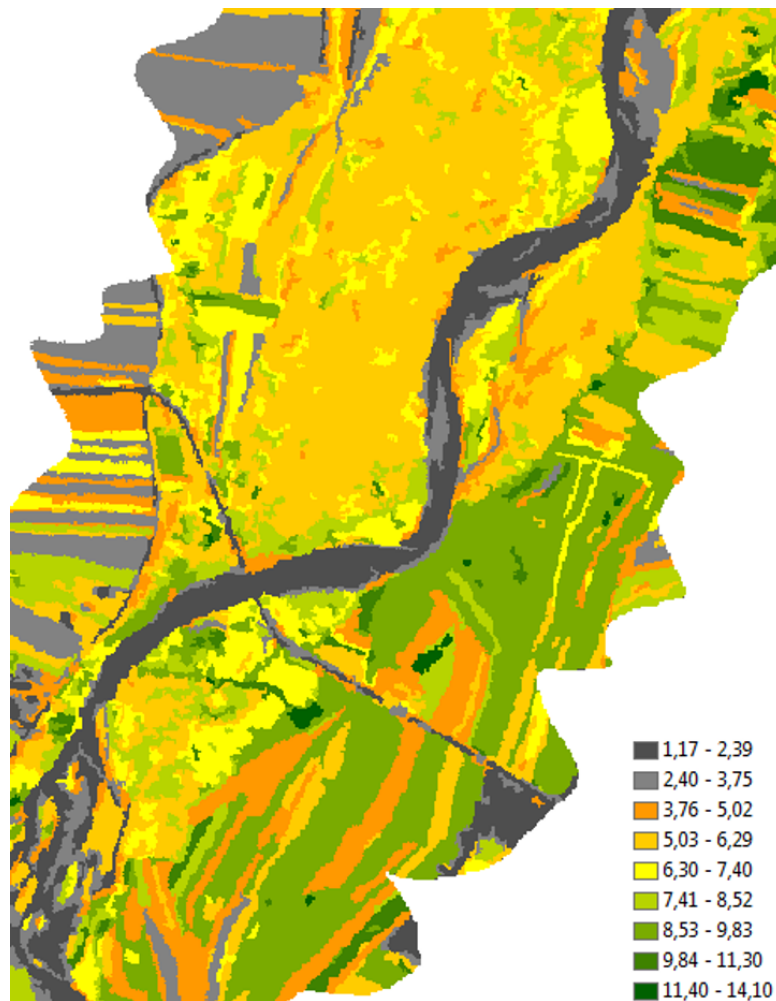
$$\frac{R_{1800} - R_{2119}}{R_{1800} + R_{2119}}$$

AISA Dual



CIR (90,59,34)

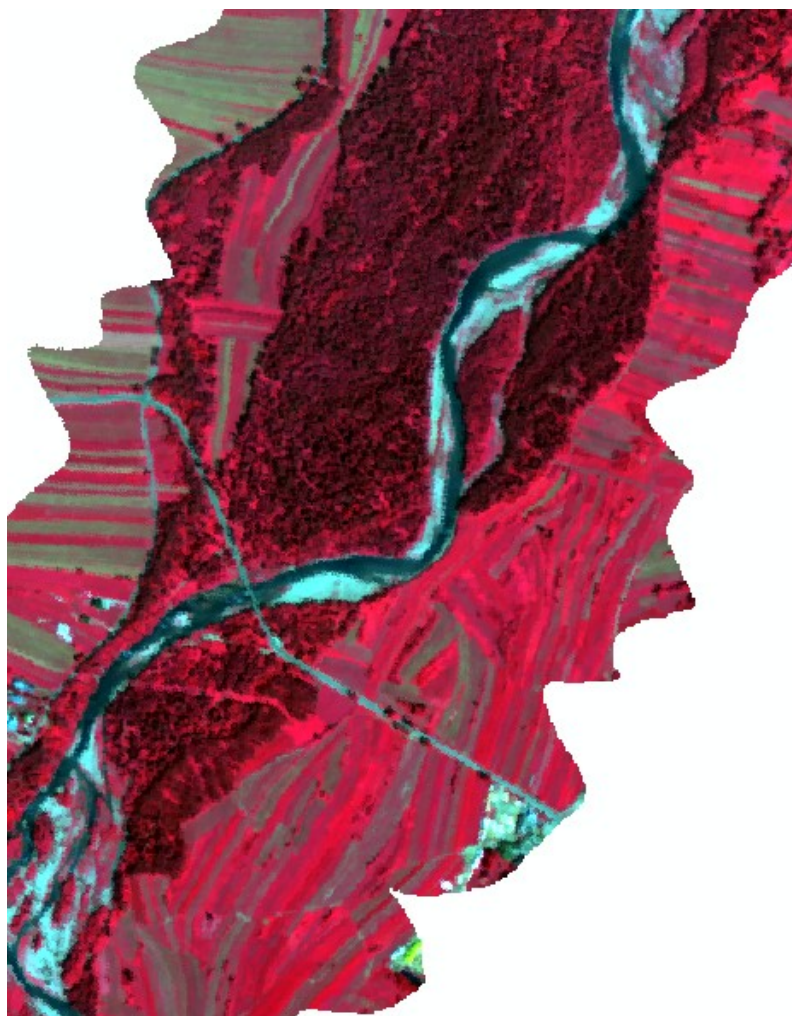
Mlost J., ProGea Consulting



Ratio Vegetation Index (RVI)

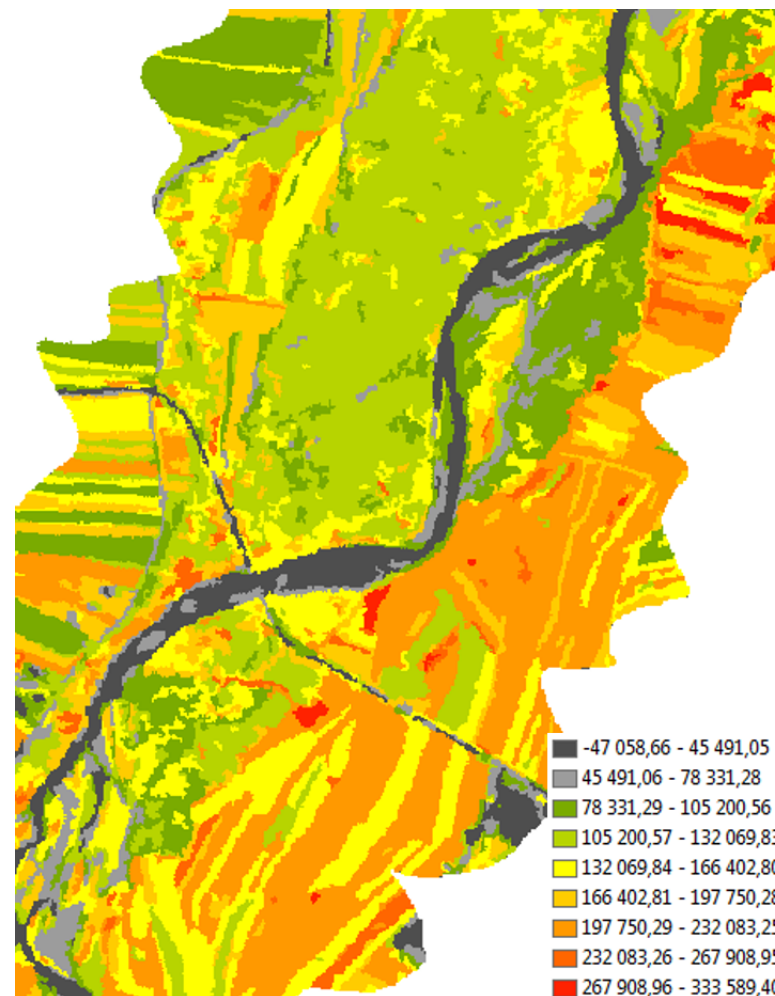
$$RVI = NIR/red$$

AISA Dual



CIR (90,59,34)

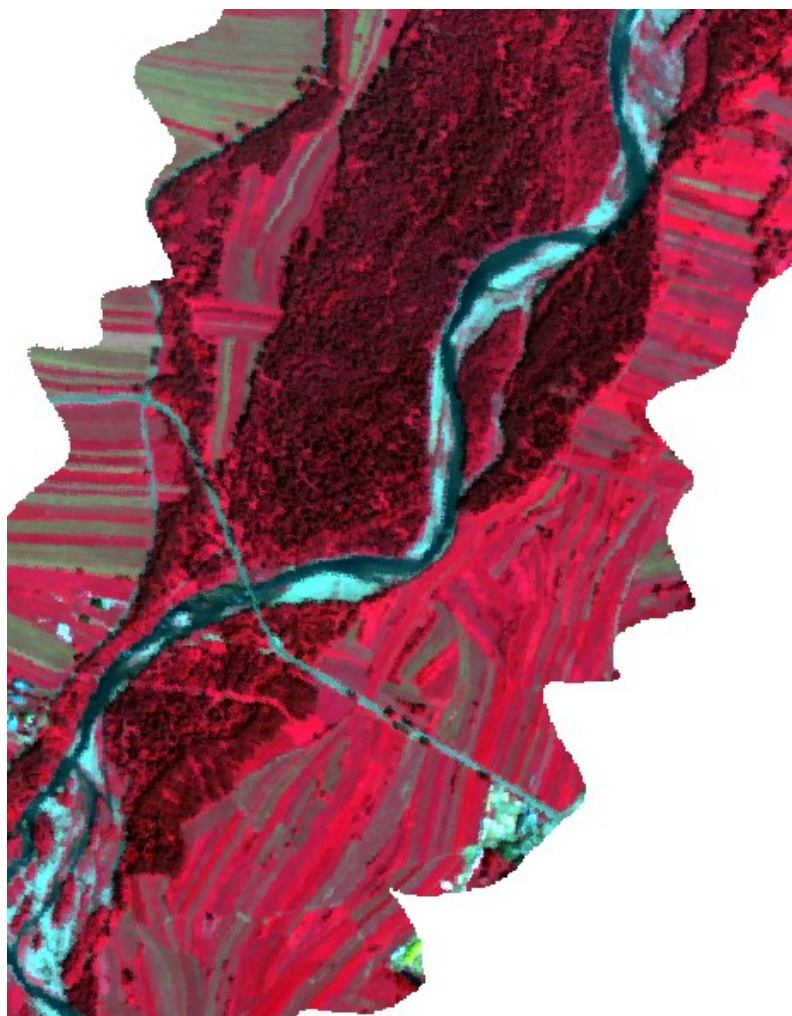
Mlost J., ProGea Consulting



Triangular Vegetation Index (TVI)

$$TVI = 0,5 * [120 * (R_{750} - R_{550}) - 200 * (R_{670} - R_{550})]$$

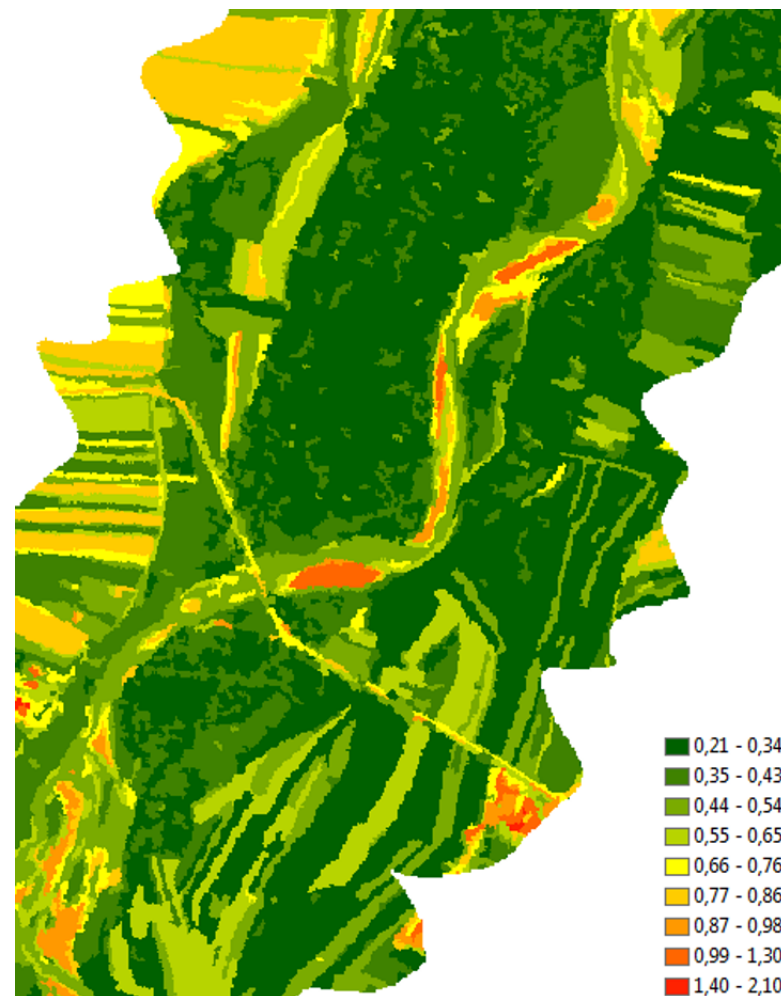
AISA Dual



CIR (90,59,34)

Mlost J., ProGea Consulting

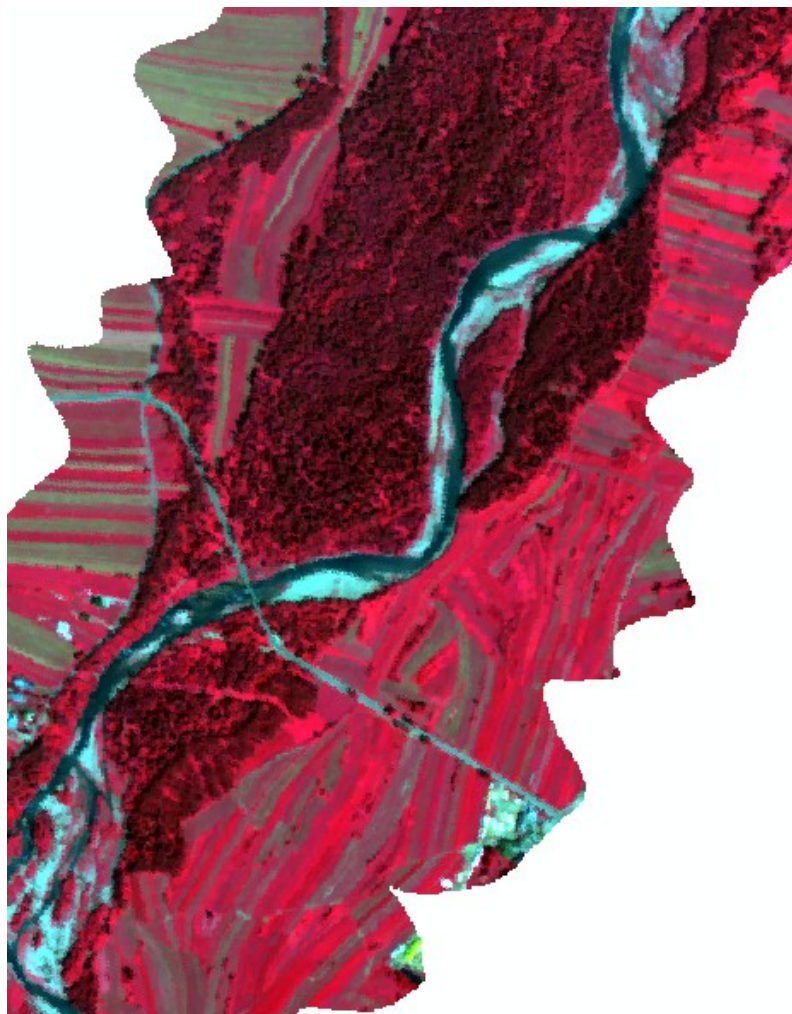
10/3/2014



Ratio Drought Index (RDI)

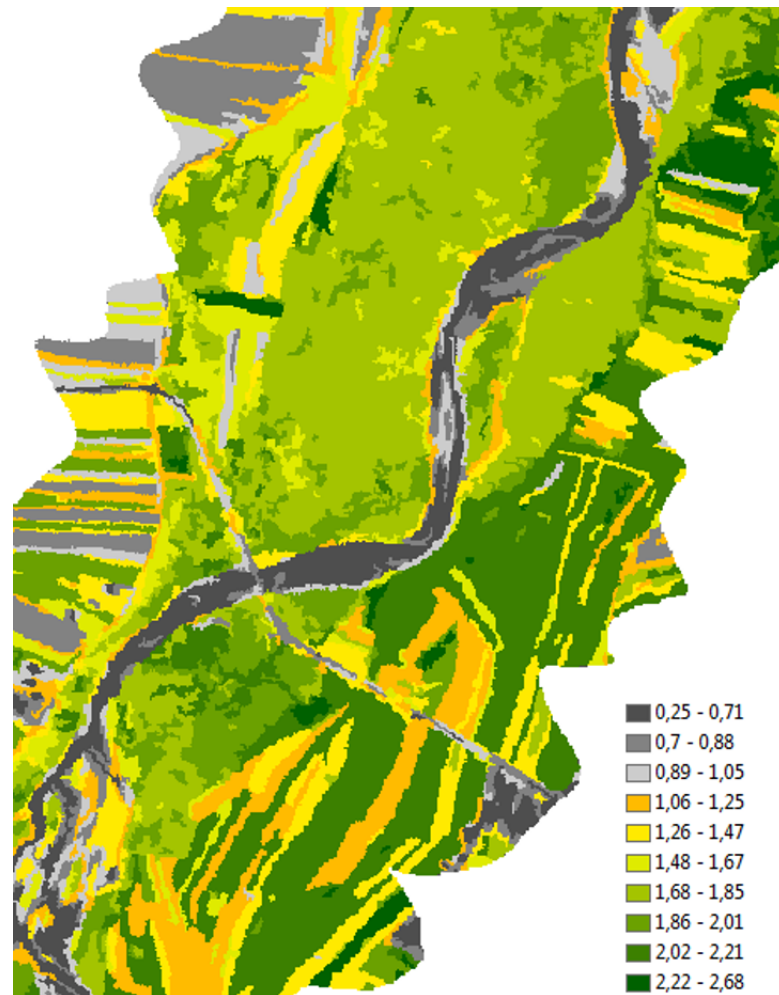
RDI = SWIR/NIR

AISA Dual



CIR (90,59,34)

Mlost J., ProGea Consulting



Specific Leaf Area Vegetation Index (SLAVI)

$$SLAVI = NIR / (R + SWIR)$$



Dziękuję za uwagę....



fot. Piotr Wężyk