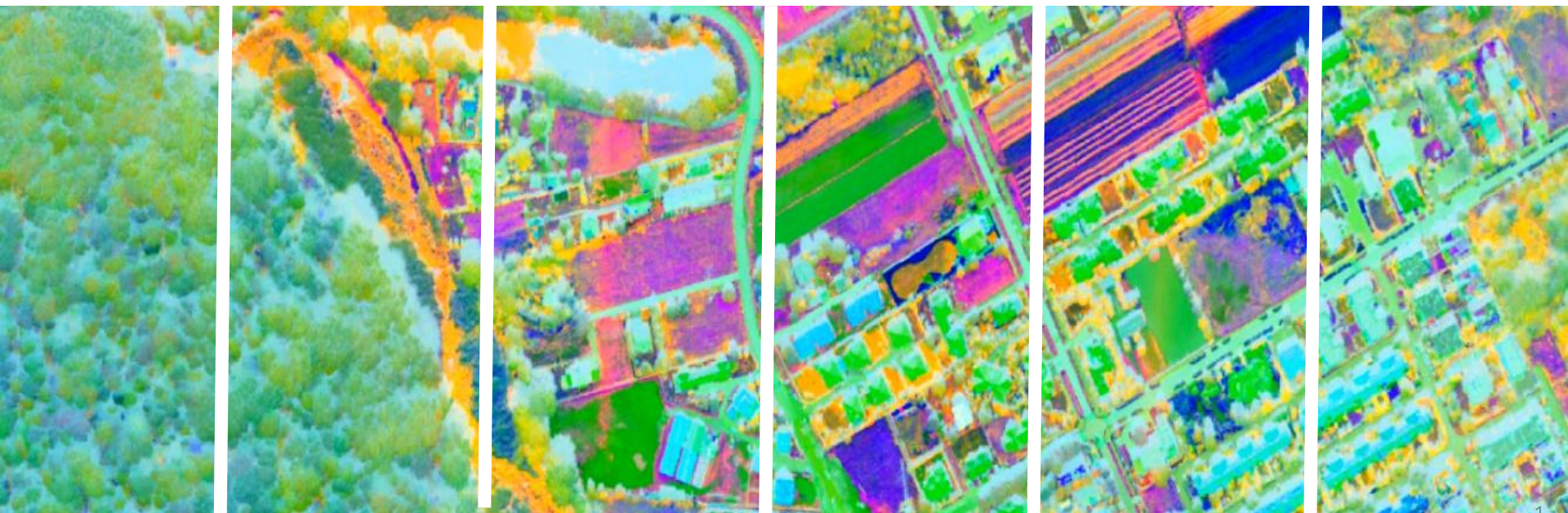


Zastosowanie teledetekcji i uczenia maszynowego do identyfikacji siedlisk Natura 2000 oraz inwazyjnych gatunków obcych - ograniczenia i wymagania metody

Dominik Kopeć

MGGP Aero & Uł



Izabelin, 11.01.2024

Jak opracować mapę
(siedlisk Natura 2000 / roślinności / inwazyjnych gatunków obecnych)
z zastosowaniem teledetekcji i uczenia maszynowego
o możliwie najwyższej dokładności?

1. **Doświadczenia** - zrealizowane projekty.
2. **Schemat tworzenia map z wykorzystaniem uczenia maszynowego i teledetekcji.**
3. **Wpływ kluczowych zmiennych na jakość wyniku.**
4. **Ograniczenia metody.**



Innowacyjne podejście wspierające monitoring nieleśnych siedlisk przyrodniczych Natura 2000, z wykorzystaniem metod teledetekcyjnych



Rok 2016

Liczba poligonów referencyjnych: **22 633**

Liczba obszarów: **23**

Powierzchnia obszarów: **2090 km²**

Czas spędzony w powietrzu: **302.86 h**

Trzy kampanie pomiarowe:

- wiosna: 01.05 - 30.06.
- lato: 01.07 - 31.08.
- jesień: 01.09 - 02.10.

Rok 2017

Liczba poligonów referencyjnych: **22 807**

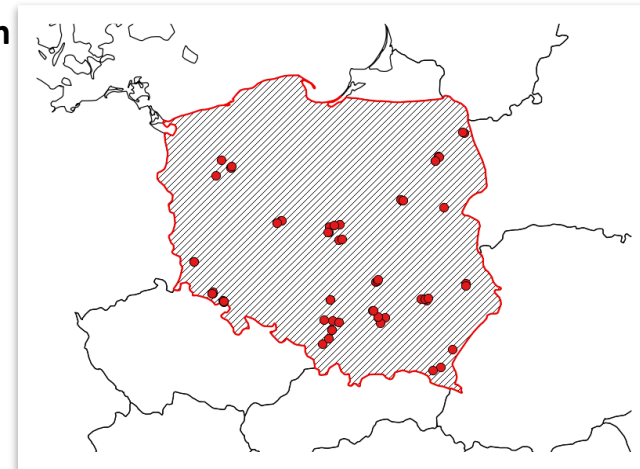
Liczba obszarów: **19**

Powierzchnia obszarów: **1216 km²**

Czas spędzony w powietrzu: **187.56 h**

Trzy kampanie pomiarowe:

- wiosna: 15.05 - 27.06.
- lato: 07.07 - 24.08.
- jesień: 09.09 - 29.09.



Lokalizacja obszarów badań



68,1 KM²

NARWIAŃSKI
PARK NARODOWY



150,9 KM²

WIGIERSKI
PARK NARODOWY



76,0 KM²

WIELKOPOLSKI
PARK NARODOWY



80,7 KM²

PARK NARODOWY
„UJŚCIE WARTY”



211,6 KM²

TATRZAŃSKI PARK
NARODOWY



53 NALOTY



33 SCENY SATELITARNE
SENTINEL I LANDSAT



42 KAMPANIE
TERENOWE



182 PRODUKTY
MAPOWE



5 APLIKACJI
OBLIEWY

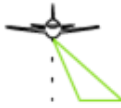


10 SZKOLEŃ DLA
PRACOWNIKÓW

POZYSKANO:



ZDJĘCIA LOTNICZE
PIONOWE



ZDJĘCIA LOTNICZE
UKOŚNE



DANE ZE SKANOWANIA
LASEROWEGO

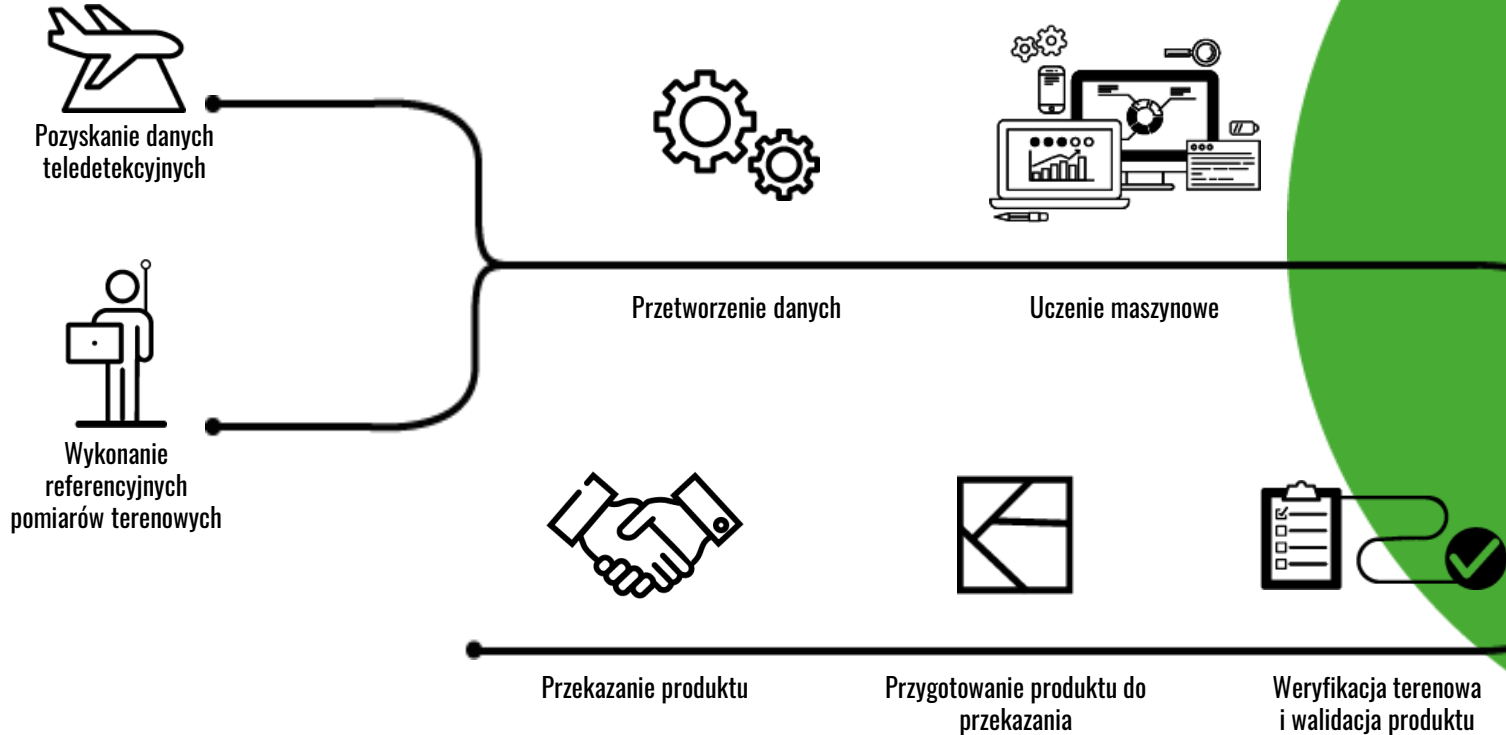


DANE
HIPERSPEKTRALNE



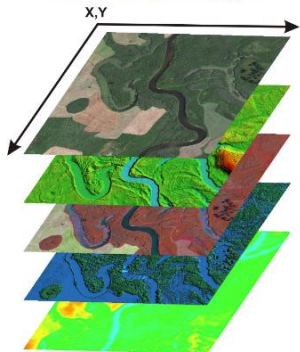
DANE
TERMALNE

Jak powstają mapy - schemat postępowania.

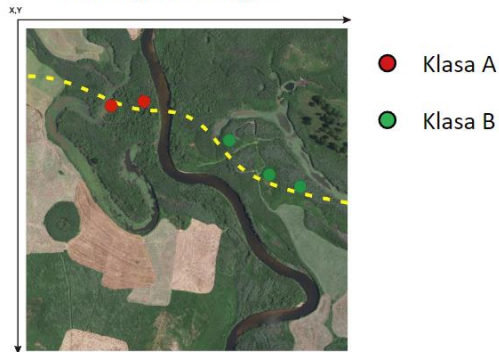


1.

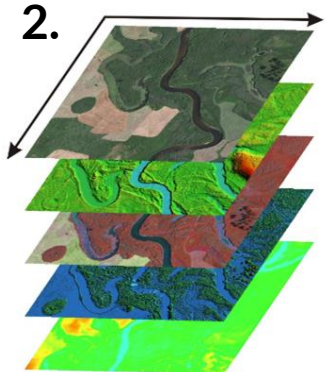
Dane teledetekcyjne



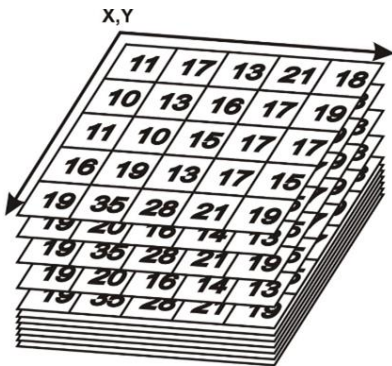
Pomiary referencyjne



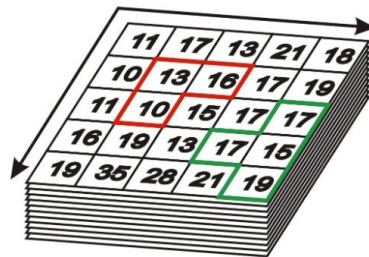
2.



=



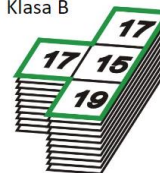
3.



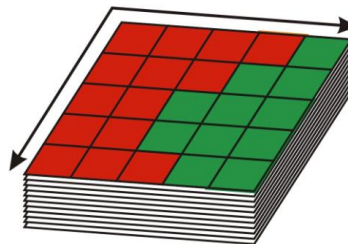
Klasa A



Klasa B



4.



Klasa A



21%

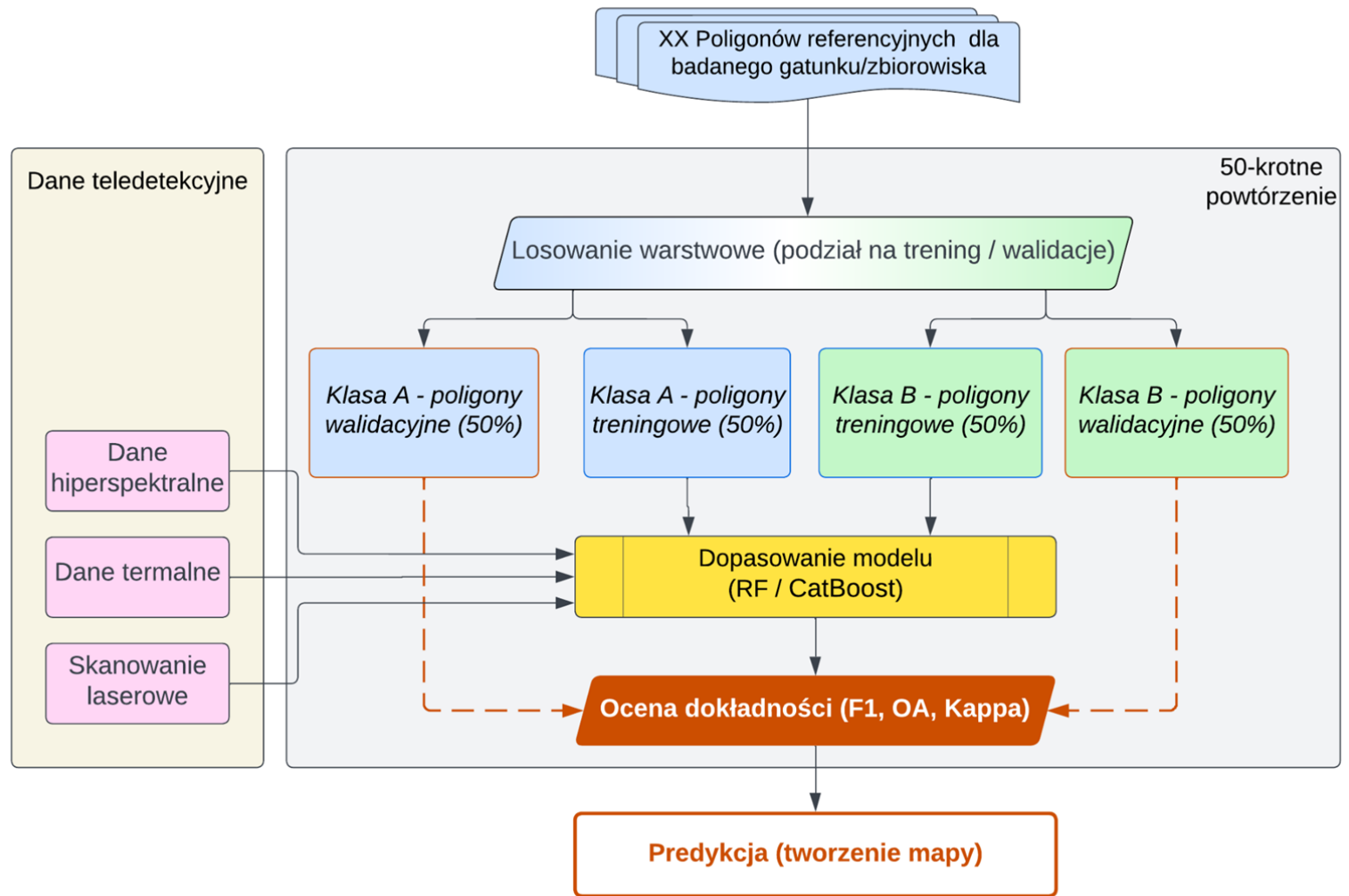
Klasa B



73%

...

Klasa N



Jakie dane pozyskać ?
Ile razy dane pozyskać?



Pozyskanie danych
teledetekcyjnych



Wykonanie
referencyjnych
pomiarów terenowych

Czy ważna jest synchronizacja?

Jakie warstwy mogą poprawić
dokładność?



Przetworzenie danych



Uczenie maszynowe



Przekazanie produktu



Przygotowanie produktu do
przekazania



Weryfikacja terenowa
i walidacja produktu

- ❑ **Rozdzielczość spektralna** - wpływ na dokładność klasyfikacji.
- ❑ **Synchronizacja pozyskiwania danych referencyjnych i teledetekcyjnych** - Czy jest ważna i kiedy?
- ❑ **Dane wieloczasowe** - Czy zawsze pozwalają uzyskać wyższe dokładności?
- ❑ **Ograniczenia metody** - Kiedy nie możemy spodziewać się zadowalających wyników klasyfikacji?

Porównanie: Lotnicze dane hiperspektralne vs. wieloczasowe dane Sentinel-2

ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 184 (2022) 148–164



Contents lists available at ScienceDirect

ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing

journal homepage: www.elsevier.com/locate/isprsjprs



Hyperspectral vs. Multispectral data: Comparison of the spectral differentiation capabilities of Natura 2000 non-forest habitats

Anna Jarocińska^a, Dominik Kopec^{b,c,*}, Marlena Kycko^a, Hubert Piórkowski^d, Agnieszka Błońska^e

^a Department of Geoinformatics, Cartography and Remote Sensing, Chair of Geomatics and Information Systems, Faculty of Geography and Regional Studies, University of Warsaw, 00-927 Warsaw, Poland

^b Department of Biogeography, Paleocology and Nature Conservation, Faculty of Biology and Environmental, University of Lodz, 90-237 Łódź, Poland

^c MGPP Aero sp. z o.o., 33-100 Tarnów, Poland

^d Institute of Technology and Life Sciences - State Research Institute, 05-090 Raszyn, Poland

^e Institute of Biology, Biotechnology and Environmental Protection, Faculty of Natural Sciences, University of Silesia in Katowice, 40-032 Katowice, Poland


scientific reports

Explore content ▾ About the journal ▾ Publish with us ▾

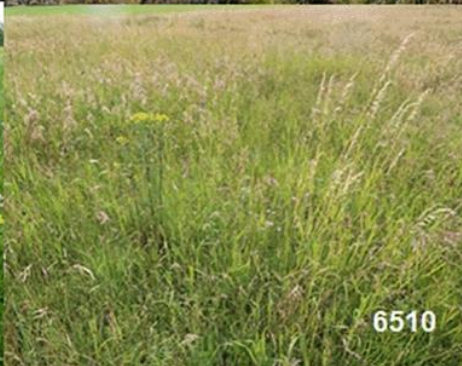
[nature](#) > [scientific reports](#) > [articles](#) > [article](#)

Article | [Open access](#) | Published: 20 March 2023

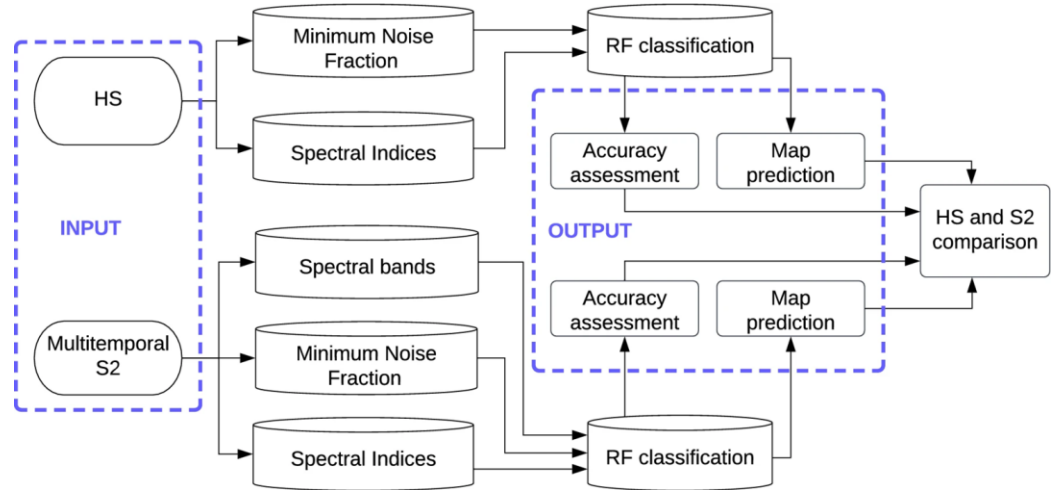
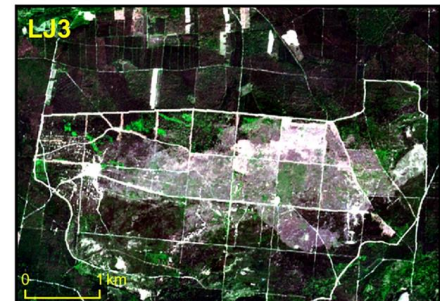
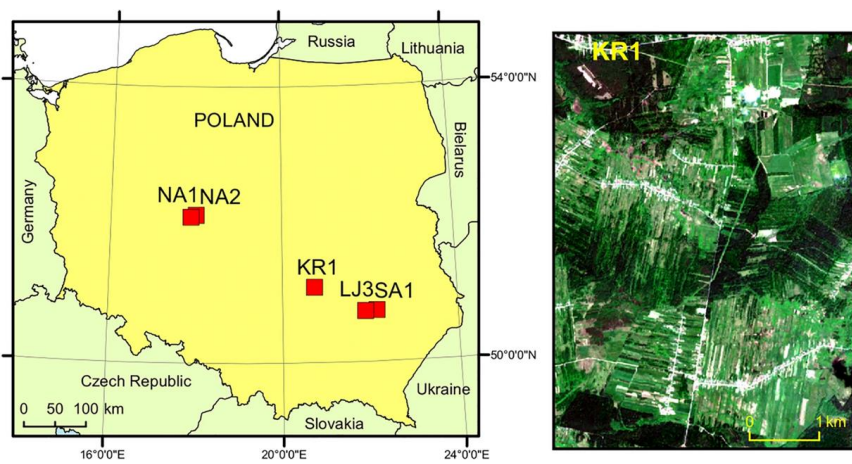
The utility of airborne hyperspectral and satellite multispectral images in identifying Natura 2000 non-forest habitats for conservation purposes

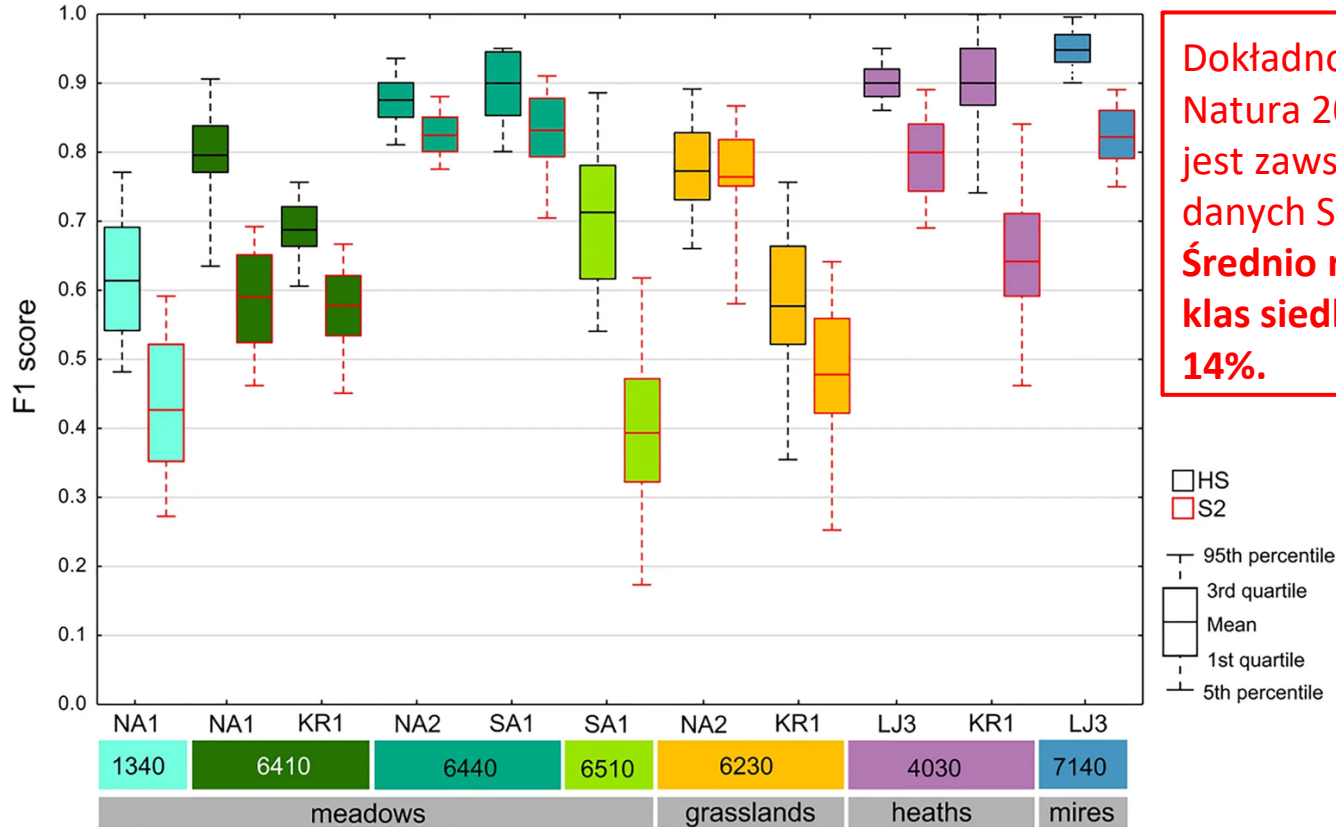
[Anna Jarocińska](#), [Dominik Kopec](#) , [Jan Niedzielko](#), [Justyna Wylazłowska](#), [Anna Halladin-Dąbrowska](#), [Jakub Charyton](#), [Agnieszka Piernik](#) & [Dariusz Kamiński](#)

[Scientific Reports](#) **13**, Article number: 4549 (2023) | [Cite this article](#)



Rozdzielczość spektralna





Dokładność klasyfikacji siedlisk Natura 2000 przy użyciu danych HS jest zawsze wyższa niż przy użyciu danych S2.
Średnio różnica w dokładności F1 dla klas siedlisk Natura 2000 wynosi **14%**.



Natura 2000 habitats and study areas

Wpływ kluczowych zmiennych na jakość wyników


- ❑ **Rozdzielczość spektralna** - wpływ na dokładność mapowania
- ❑ **Synchronizacja pozyskiwania danych referencyjnych i teledetekcyjnych** - Czy jest ważna i kiedy?
- ❑ **Dane wieloczasowe** - Czy zawsze pozwalają uzyskać wyższe dokładności?
- ❑ **Ograniczenia metody** - Kiedy nie możemy spodziewać się zadowalających wyników mapowania?

GISCIENCE & REMOTE SENSING
2023, VOL. 60, NO. 1, 2204682
<https://doi.org/10.1080/15481603.2023.2204682>



 OPEN ACCESS 

The essence of acquisition time of airborne hyperspectral and on-ground reference data for classification of highly invasive annual vine *Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. & A. Gray

Dominik Kopeć ^{a,b}, Agata Zakrzewska^a, Anna Halladin-Dąbrowska^b, Justyna Wylązłowska^b and Łukasz Sławik^b

^aDepartment of Biogeography, Paleoecology, and Nature Conservation, Faculty of Biology and Environmental Protection, University of Lodz, Łódź, Poland; ^bDepartment of Remote Sensing, MGGP Aero sp. z o.o, Tarnów, Poland

24 maja 2016

22 lipca 2016

9 września 2016



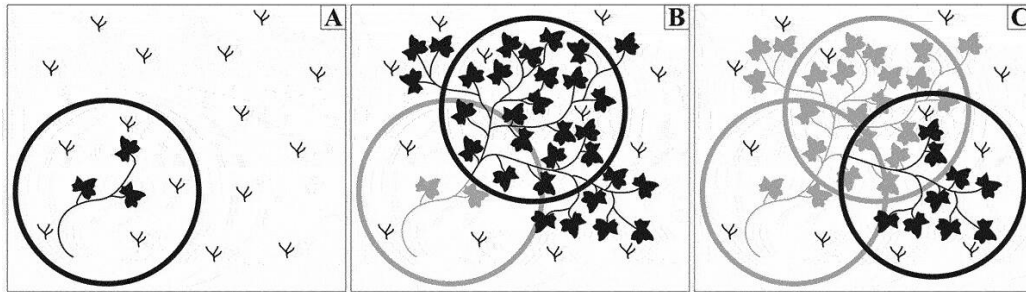
vegetative growth of juvenile individuals; plants and their abundance are small



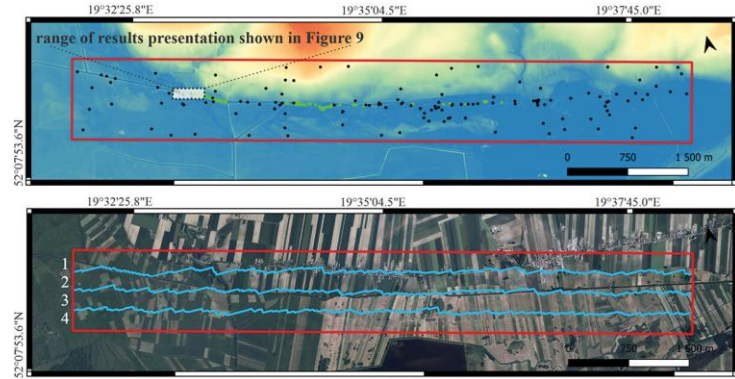
peak flowering of generative individuals; plants are large and occur with very high abundance; maximum growth phase



fruiting period; yellowing of plant leaves; plants are large, their abundance is high, but lower than in summer



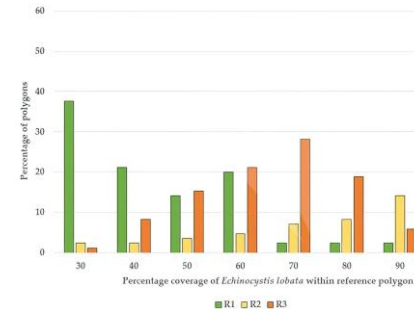
- polygon of current campaign
- polygon of earlier campaign
- ♣ living shoots of *Echinocystis lobata*
- ♣ dead shoots of *Echinocystis lobata*
- ♣ living shoots of other plants

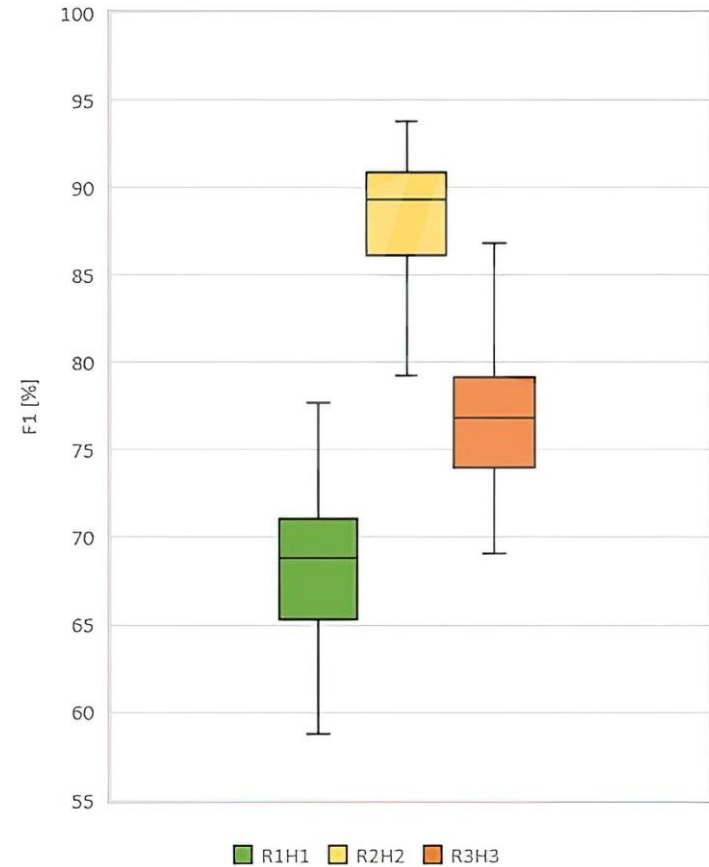
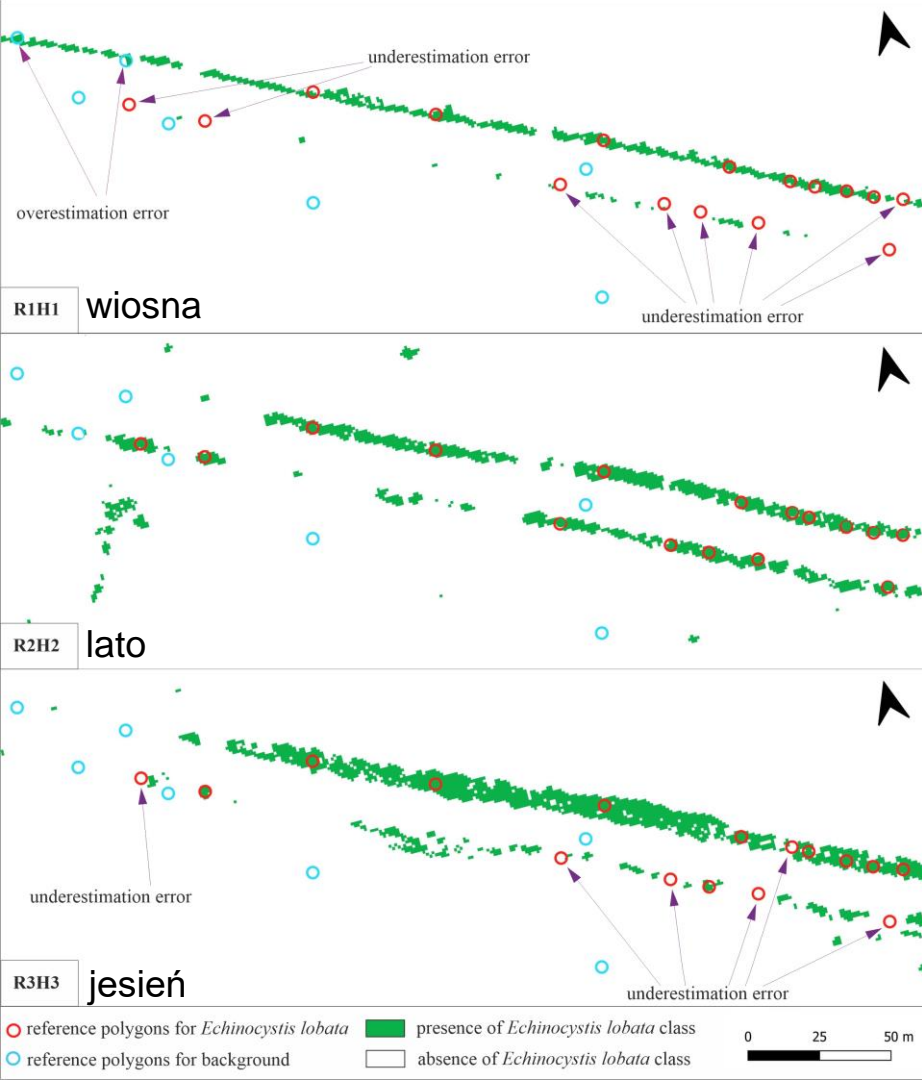


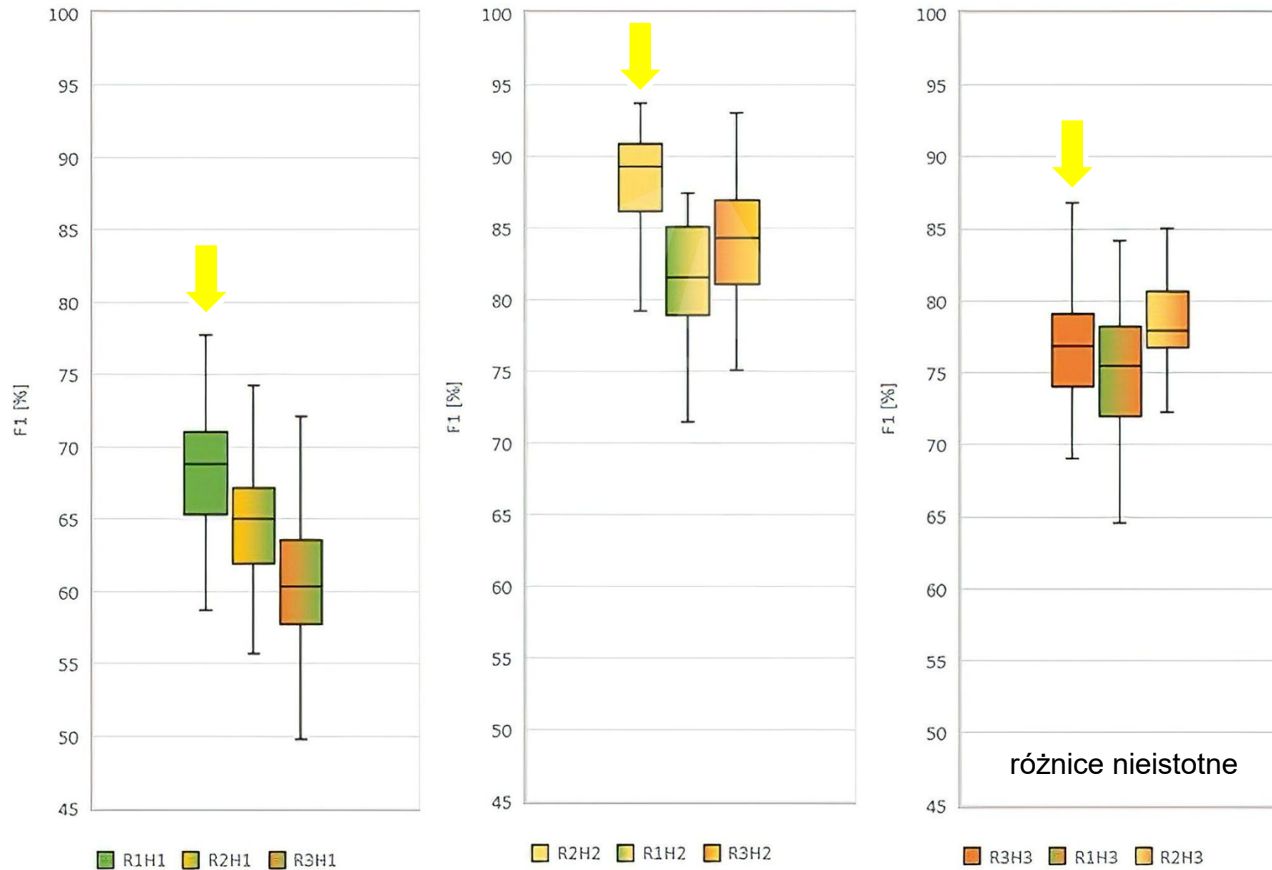
Legend:

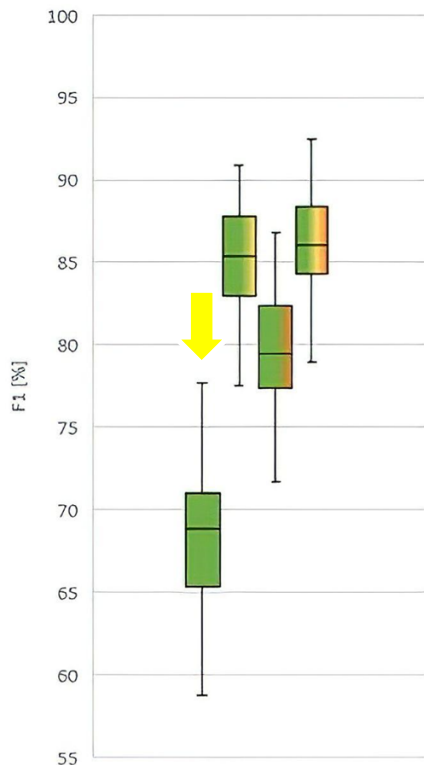
- boundaries of the study area
- reference polygons for *Echinocystis lobata*
- reference polygons for background
- flight paths with numbers, cut to the boundaries of the study area

location of the study area

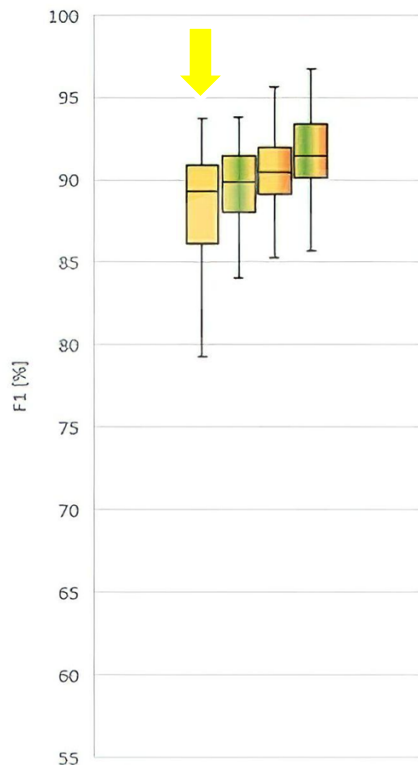




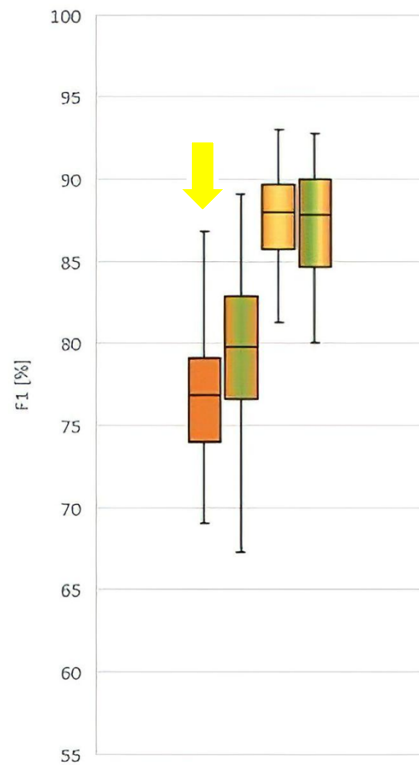




■ R1H1 ■ R1H12
■ R1H13 ■ R1H123



■ R2H2 ■ R2H12
■ R2H23 ■ R2H123



■ R3H3 ■ R3H13
■ R3H23 ■ R3H123

Mapowanie kolczurki jest możliwe i wysoce skuteczne, pod warunkiem, że dane hiperspektralne i dane referencyjne są pozyskane w ścisłej synchronizacji i odpowiedniej fazie fenologicznej.

Wpływ kluczowych zmiennych na jakość wyników

- ❑ **Rozdzielczość spektralna** - wpływ na dokładność mapowania
- ❑ **Synchronizacja pozyskiwania danych referencyjnych i teledetekcyjnych** - Czy jest ważna i kiedy?
- ❑ **Dane wieloczasowe** - Czy zawsze pozwalają uzyskać wyższe dokładności?
- ❑ **Ograniczenia metody** - Kiedy nie możemy spodziewać się zadowalających wyników mapowania?

high cover of target species ($\geq 50\%$)

low cover of target species ($< 50\%$)

a) *Filipendula ulmaria*



b) *Molinia caerulea*



c) *Phragmites australis*



d) *Solidago gigantea*



Ograniczenie – pokrycie gatunku





sensors



Article

Using Airborne Hyperspectral Imaging Spectroscopy to Accurately Monitor Invasive and Expansive Herb Plants: Limitations and Requirements of the Method

Dominik Kopec^{1,*}, Agata Zakrzewska¹, Anna Halladin-Dąbrowska¹, Justyna Wylazłowska¹, Adam Kania² and Jan Niedzielko³

¹ Department of Geobotany and Plant Ecology, Faculty of Biology and Environmental Protection, University of Lodz, 90-237 Łódź, Poland

² Definity Sp. z o.o., 52-116 Wrocław, Poland

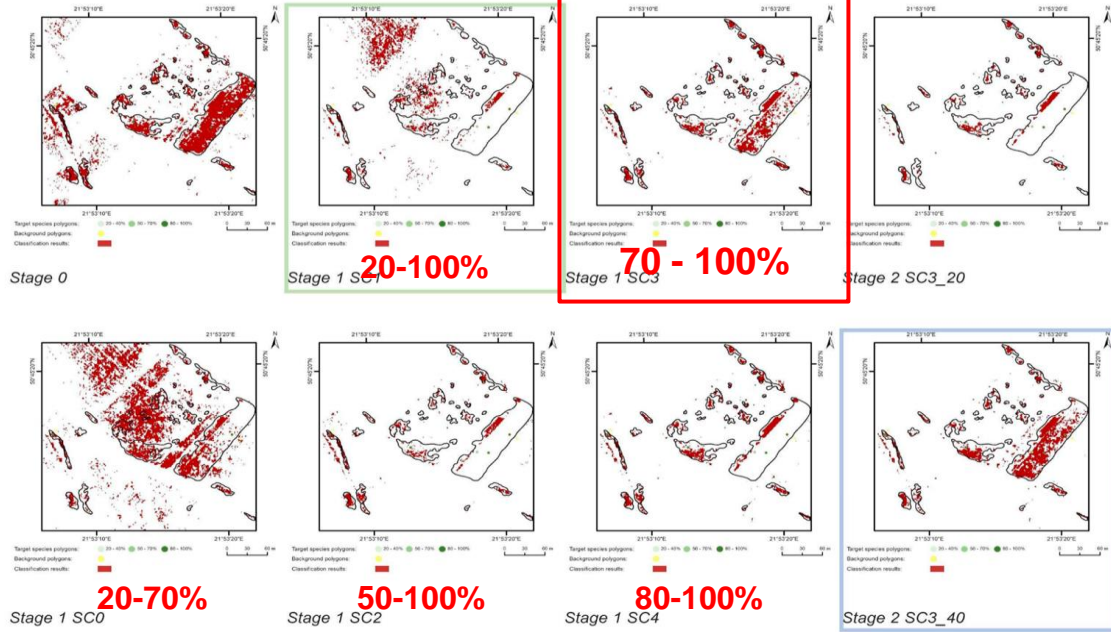
³ MGGP Aero Sp. z o.o., 33-100 Tarnów, Poland

* Correspondence: dominik.kopec@biol.uni.lodz.pl; Tel.: +48-42-635-45-18

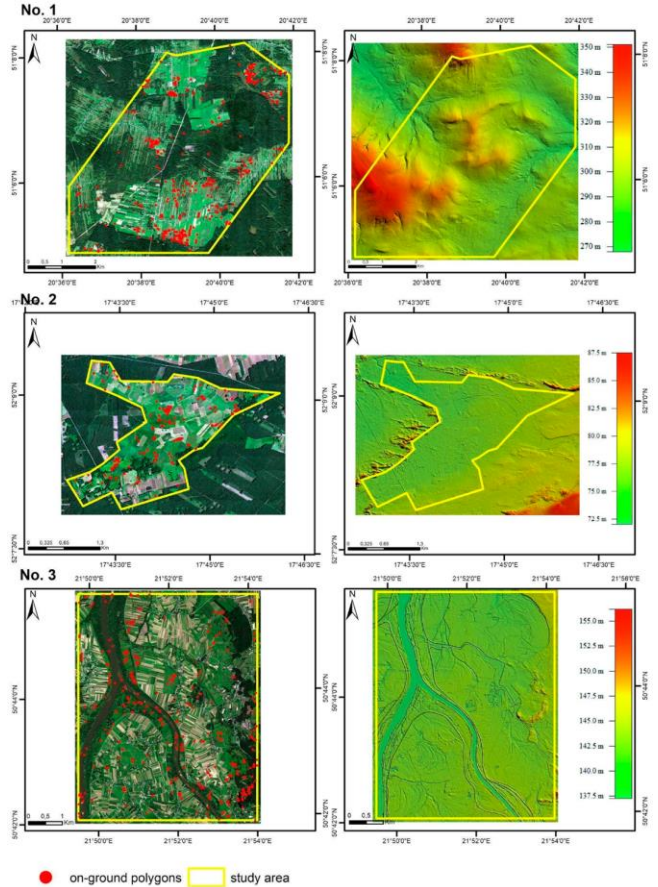
Received: 27 May 2019; Accepted: 25 June 2019; Published: 28 June 2019



Solidago gigantea (SG)



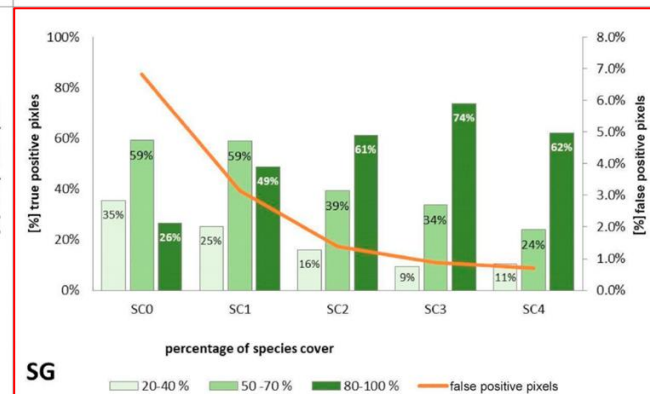
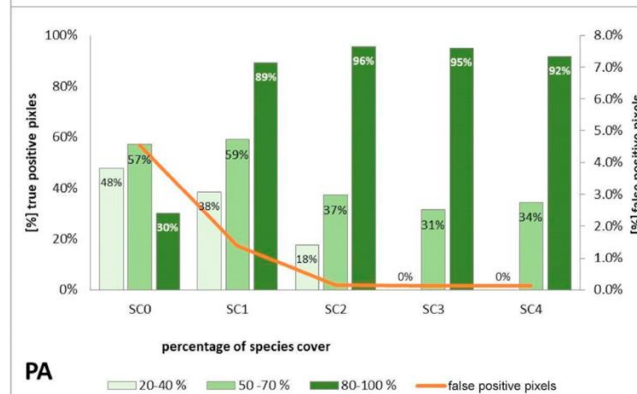
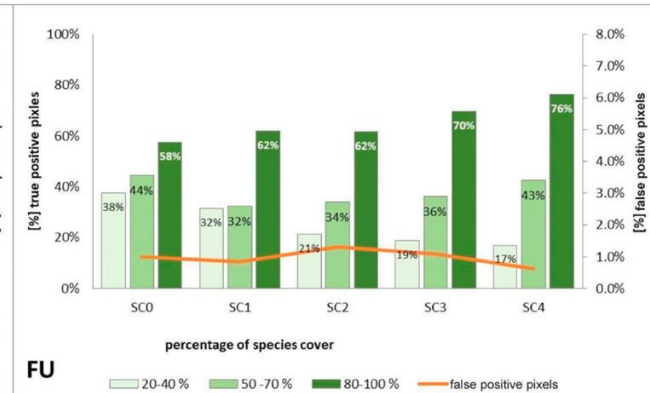
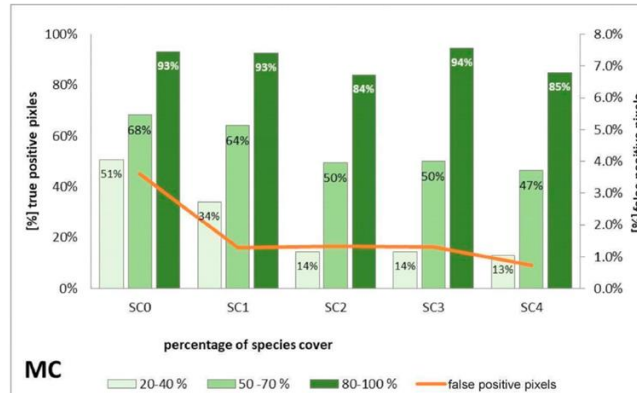
Poligony referencyjne (70-100% pokrycia badanego gatunku)

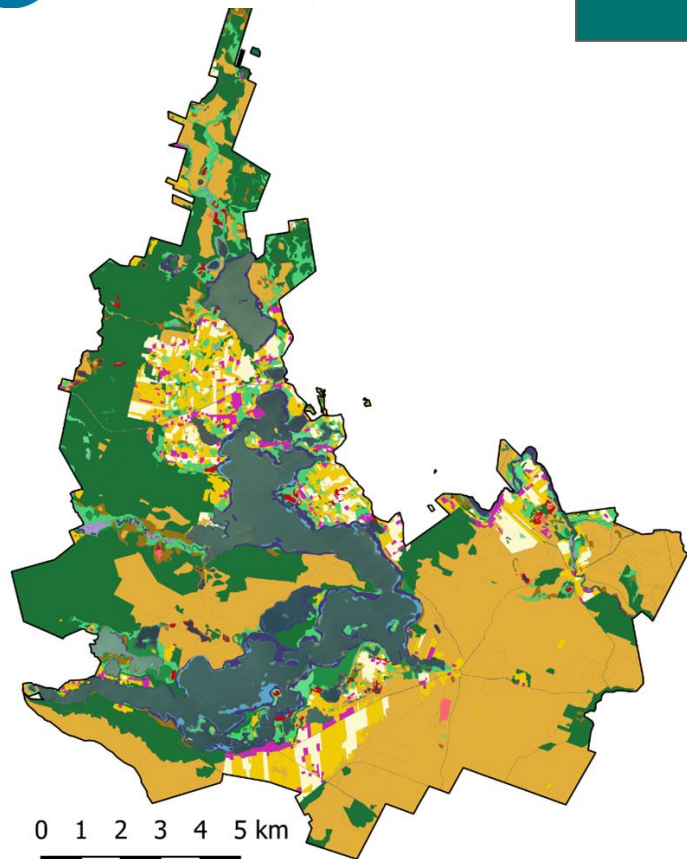


Ograniczenie – pokrycie gatunku

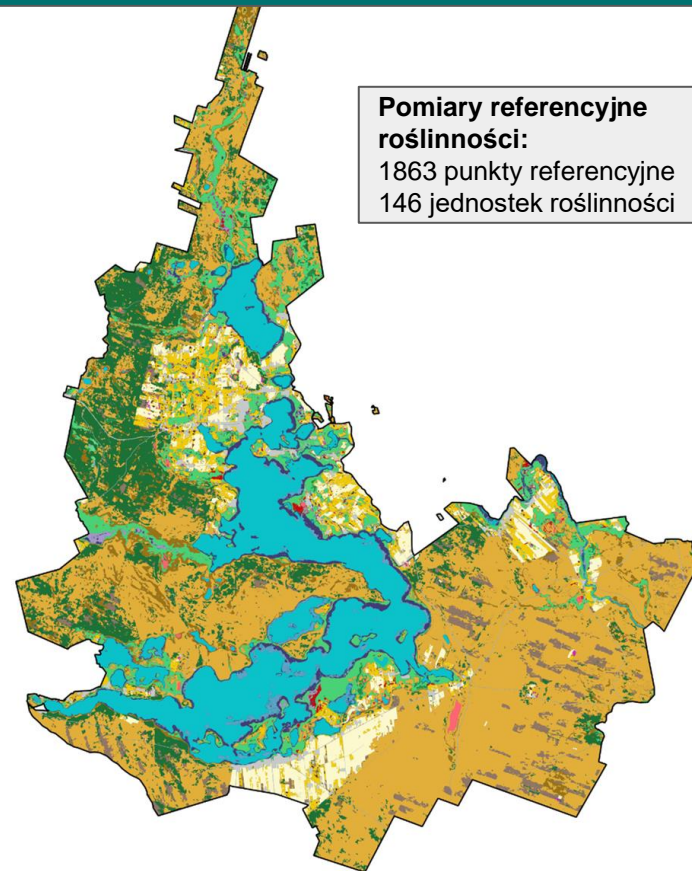
Możliwa jest skuteczna identyfikacja gatunków zielnych w miejscach gdzie pokrycie gatunków przekracza 50%.

W przypadku dużych bylin dwuliściennych (np. *Solidago gigantea*, *Filipendula ulmaria*) optymalne pokrycie w poligonach treningowych badanych gatunków powinna przekraczać 70%.





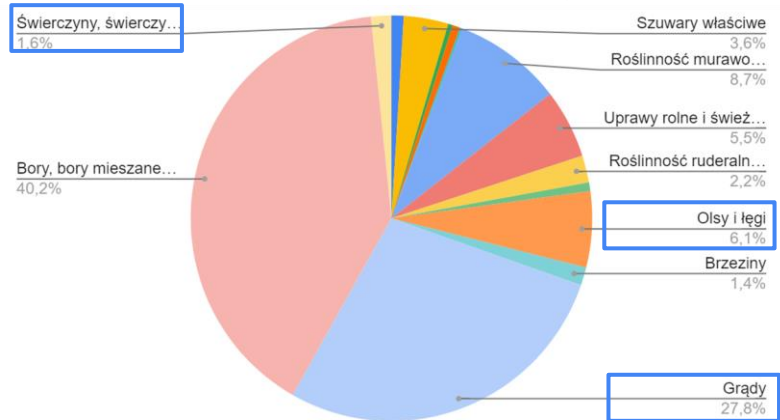
Mapa roślinności rzeczywistej PO WgPN (2012-2014r)



Mapa roślinności rzeczywistej - klasyfikacja danych teledetekcyjnych (2019)



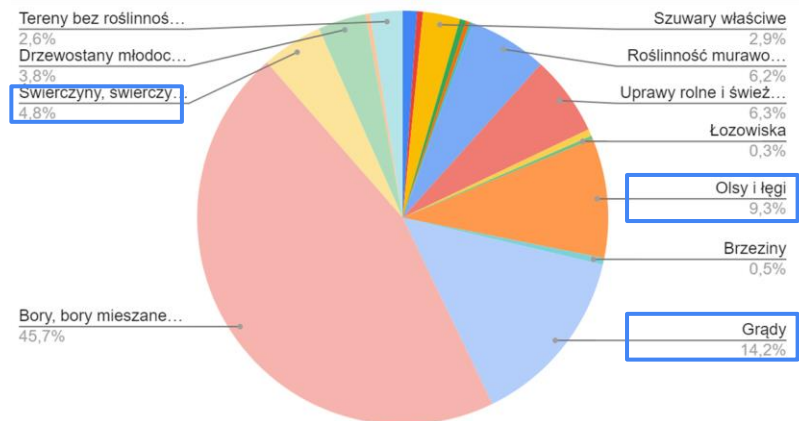
Kartowanie terenowe (metoda tradycyjna) - MTrad

zb. ze związku
Phragmiton

Liczba jednostek MTrad	Legenda zagregowana	Liczba jednostek MTele
1	Roślinność łąk podwodnych	6
-	Roślinność wodna - pozostała	8
1	Szwary właściwe	6
1	Szwary wielkoturczycowe	3
3	Roślinność torfowisk niskich i przejściowych	4
2	Roślinność torfowisk wysokich	2
9	Roślinność murawowa, łąkowa i ziołoroślowa	7
3	Uprawy rolne i świeżo skoszone łąki	1
2	Roślinność ruderalna i porębowa	2
2	Łozowiska	1
3	Olsy i łągi	1
1	Brzeziny	3
1	Grądy	1
3	Bory, bory mieszane i dojrzałe drzewostany sosnowe	3
2	Świerczyny, świerczyny mieszane i dojrzałe drzewostany świerkowe	2
-	Drzewostany młodociane	4
-	Zadrzewienia	8
1	Wody powierzchniowe	1
-	Tereny bez roślinności oraz wyłączone z analizy	2
35	SUMA	65

*Cladietum marisci**Glycerietum maximae**Phragmitetum australis**Phragmiton - pozostałe**Scirpetum lacustris**Typhetum angustifoliae,*
*Typhetum latifoliae**Fraxino-Alnetum**Ribeso nigri-Alnetum**Sphagno squarrosi-Alnetum**Fraxino-Alnetum,*
Ribeso nigri-Alnetum,
Sphagno squarrosi-Alnetum

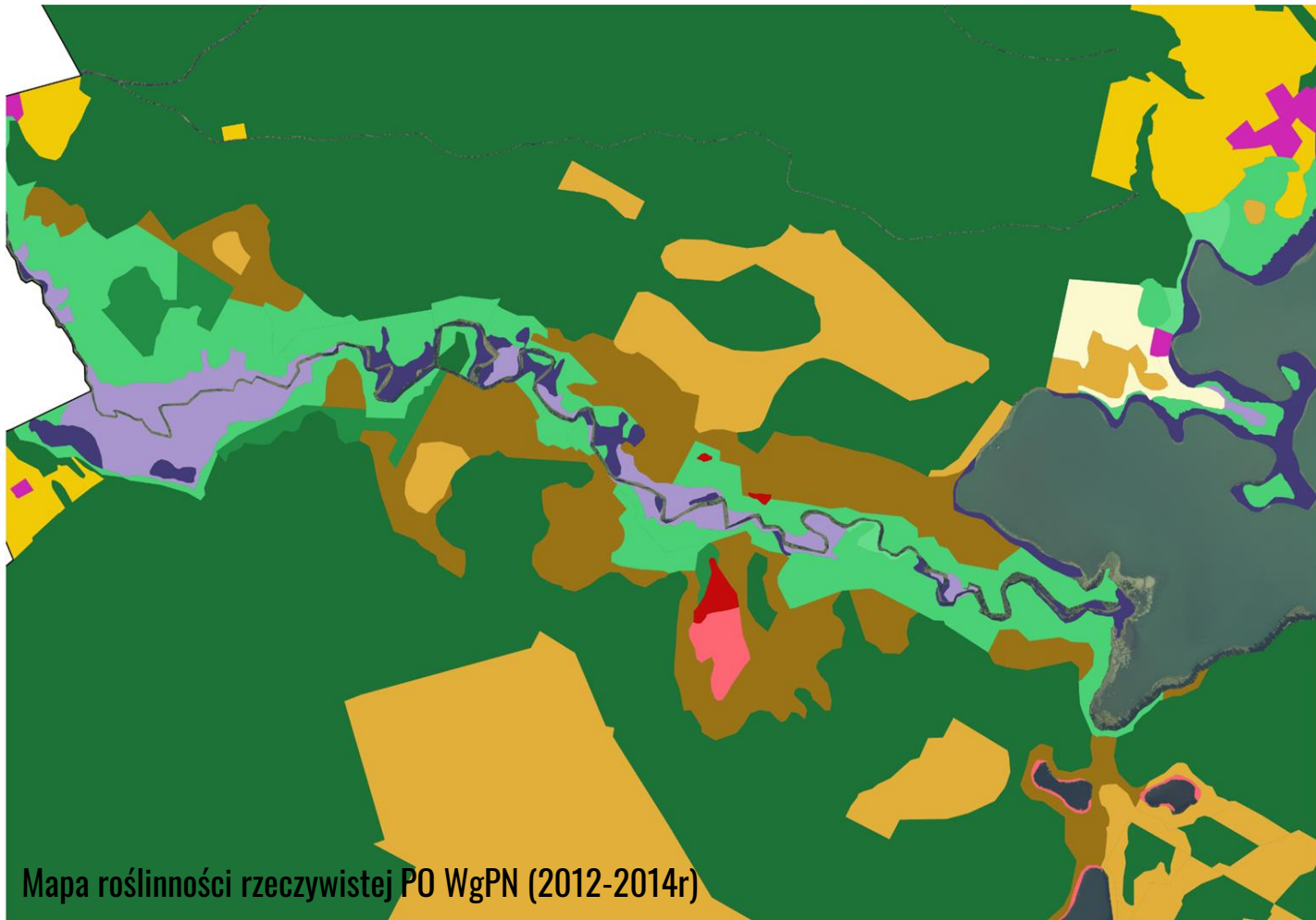
Klasyfikacja danych teledetekcyjnych (metoda teledetekcyjna) - MTele





0 250 500 m





Mapa roślinności rzeczywistej PO WgPN (2012-2014r)

0 250 500 m

- Roślinność łąk podwodnych
- Roślinność wodna - pozostała
- Szuwary właściwe
- Szuwary wielkoturzycowe
- Roślinność torfowisk niskich i przejściowych
- Roślinność torfowisk wysokich
- Roślinność murawowa, łąkowa i ziółoroślowa
- Uprawy rolne i świeżo skoszone łąki
- Roślinność ruderalna i porębowa
- Łozowiska
- Olsy i łęgi
- Brzeziny
- Grądy
- Bory, bory mieszane i dojrzałe drzewostany sosnowe
- Świerczyny, świerczyny mieszane i dojrzałe drzewostany świerkowe
- Drzewostany młodociane
- Zadrzewienia
- Tereny bez roślinności oraz wyłączone z analizy
- Wody powierzchniowe

146 jednostek
roślinności (teren) →
65 jednostki na
mapie wynikowej

- 
- Roślinność łąk podwodnych
 - Roślinność wodna - pozostała
 - Szuwary właściwe
 - Szuwary wielkoturzycowe
 - Roślinność torfowisk niskich i przejściowych
 - Roślinność torfowisk wysokich
 - Roślinność murawowa, łąkowa i ziółoroślowa
 - Uprawy rolne i świeżo skoszone łąki
 - Roślinność ruderalna i porębowa
 - Łozowiska
 - Olsy i łęgi
 - Brzeziny
 - Grądy
 - Bory, bory mieszane i dojrzałe drzewostany sosnowe
 - Świerczyny, świerczyny mieszane i dojrzałe drzewostany świerkowe
 - Drzewostany młodociane
 - Zadrzewienia
 - Tereny bez roślinności oraz wyłączone z analizy
 - Wody powierzchniowe

Mapa roślinności rzeczywistej - klasyfikacja danych teledetekcyjnych (2019)

0 250 500 m

- ❑ Zastosowanie danych **multispektralnych** Sentinel-2 pozwala na identyfikację siedlisk Natura 2000 z dokładnością średnio mniejszą o 14% względem danych **hiperspektralnych**.
- ❑ Identyfikacja kolczurki klapowanej jest możliwa i wysoce skuteczna, pod warunkiem, że dane zostaną pozyskane **w ścisłej synchronizacji i odpowiedniej fazie fenologicznej rozwoju gatunku**.
- ❑ Identyfikacja nawłoci skuteczna dopiero przy pokryciu **w pikselu > 50%**. Przy niższym pokryciu uzyskuje się niską dokładność identyfikacji. Kluczowe znaczenie ma udział gatunku w pikselach treningowych.
- ❑ Legenda mapy roślinności rzeczywistej wykonanej z zastosowaniem teledetekcji może posiadać nawet 50-60 jednostek legendy. Nie będzie to jednak mapa prezentująca pełną zmienność / zróżnicowanie roślinności.