

Wykorzystanie danych teledetekcyjnych w analizie składu gatunkowego obrębu

Krzysztof Stereńczak, Martyna Wietecha, Dariusz Balicki, Grzegorz Krok, Karolina Materek, Piotr Mroczek, Krzysztof Mitelsztedt, Marek Lisańczuk
Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary

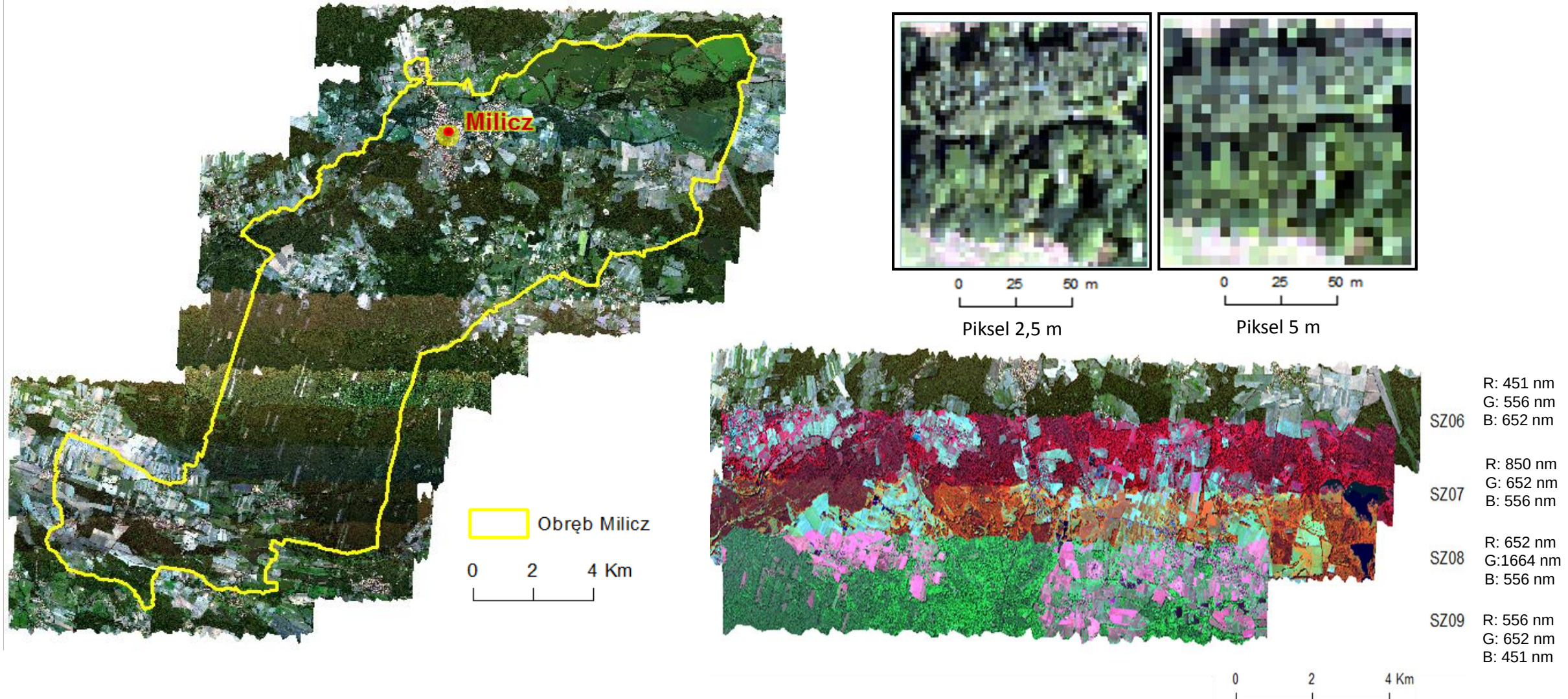
Szczegółowe i aktualne informacje o strukturze lasu oraz jego składzie gatunkowym są kluczowym warunkiem prowadzenia zrównoważonej gospodarki leśnej. W ostatnich czasach, do ich pozyskania z powodzeniem wykorzystywana jest teledetekcja. Dane pochodzące z Lotniczego Skanowania Laserowego (ALS) pomagają oszacować większość cech taksacyjnych badanego drzewostanu (wysokość, zwarcie, zagęszczenie, miąższość itp.). Do pozyskania informacji o udziale gatunkowym potrzebna jest jednak wnikliwa analiza optycznej części spektrum elektromagnetycznego. Zależnie od rodzaju wykorzystanych danych pozyskamy informacje o zróżnicowanym stopniu szczegółowości. Za pomocą wysokorozdzielczych przestrzennie danych wielospektralnych (ortofotomapa lotnicza) możliwa jest klasyfikacja drzewostanu na grupy gatunków iglastych i liściastych. Dane hiperspektralne ze względu na swoją specyfikę posiadają gorszą rozdzielczość przestrzenną, ale znacznie wyższą rozdzielczość spektralną, co pozwala na wyróżnienie poszczególnych gatunków lub grup gatunków.

KLASYFIKACJA GATUNKOWA ZOBRAZOWANIA HIPERSPEKTRALNE

Czym jest obrazowanie hiperspektralne?

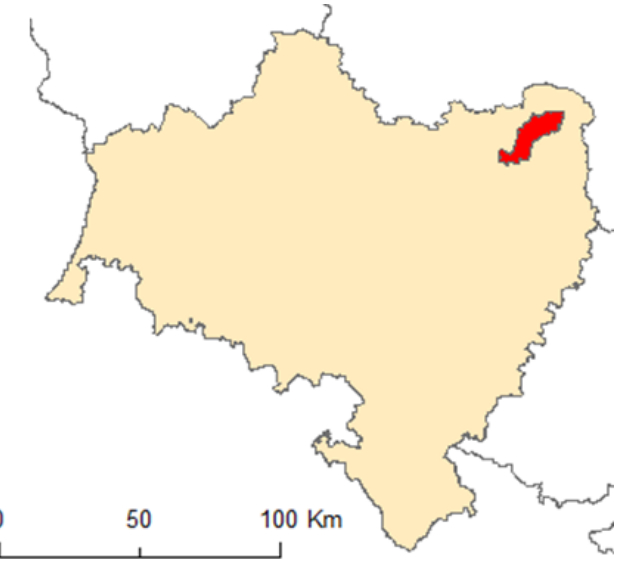
Obraz hiperspektralny składa się z bardzo wielu (od ponad 40 do kilkuset) pojedynczych obrazów. Każdy z nich wykonany jest poprzez rejestrację odbicia światła w bardzo wąskim zakresie długości fali (np. 10 nm). Dzięki temu dane hiperspektralne dostarczają bardziej szczegółowych informacji o badanych obiektach niż obrazy wielospektralne, wykonywane w szerszych zakresach długości fali (np. 100 nm).

Rodzaj skanera	Zakres spektralny	Liczba pikseli w linii	Liczba kanałów spektralnych	Rozdzielczość przestrzenna
HySpex VNIR-1800	400-1000 nm	1800	182	2,5 m
HySpex SWIR-384	930-2500 nm	384	288	5 m



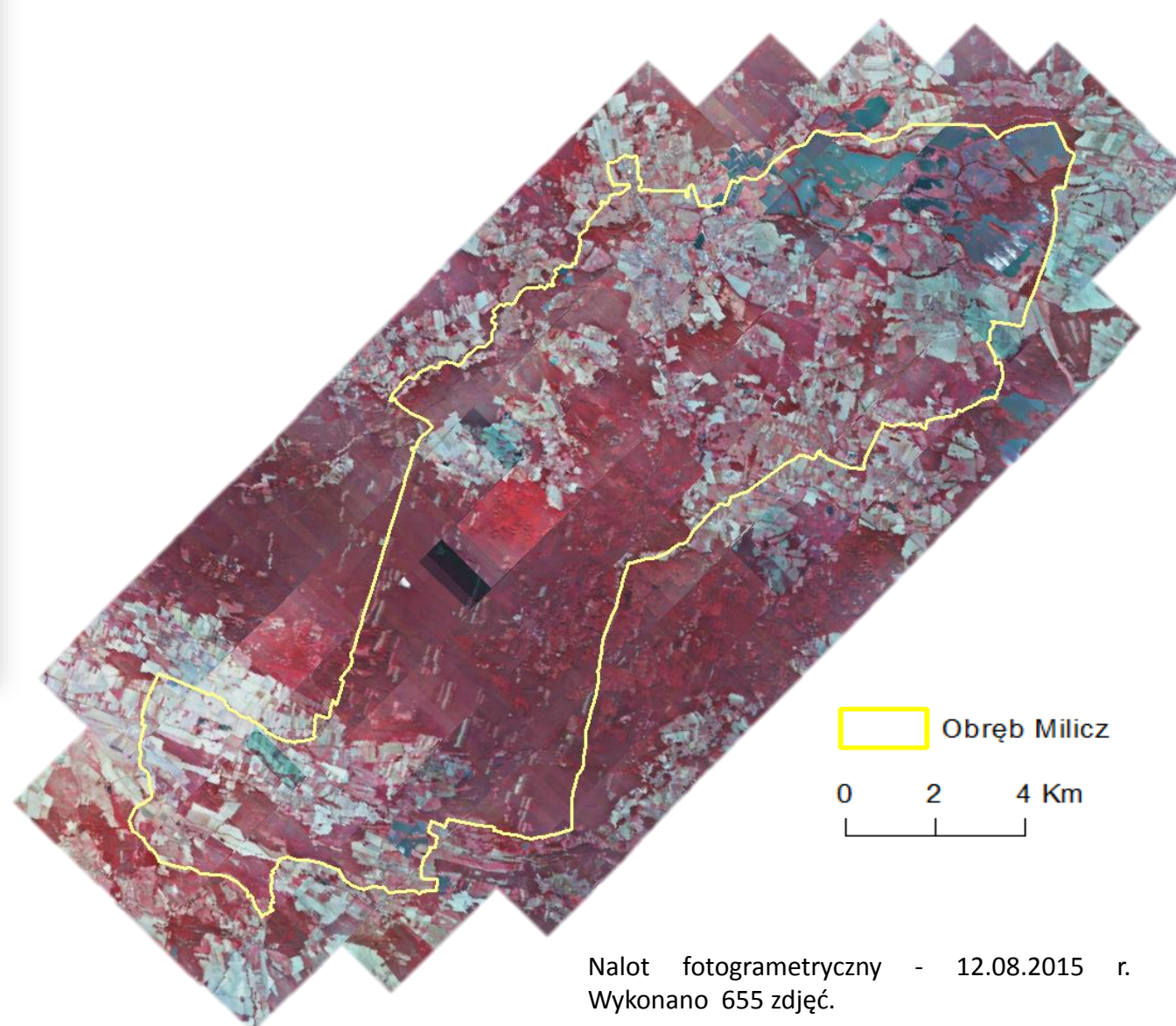
OBSZAR BADAŃ

- Nadleśnictwo Milicz:**
- Obręb Milicz
 - RDLP we Wrocławiu
 - pow. obrębu 181,94 km²
 - leśistość obrębu 44%
 - dominujące siedliska: BMśw, LMśw



KLASYFIKACJA GRUP GATUNKÓW ORTOFOTOMAPA ZE ZDJĘĆ LOTNICZYCH CIR

Typ kamery	Kanały spektralne	Budowa RGB	Budowa CIR	Zakresy spektralne	Rozdzielczość przestrzenna
DMC-II230	B – niebieski G – zielony R – czerwony NIR – bliska podczerwień	1 2 3	3 2 1	360 - 520 nm 470 - 620 nm 570 - 730 nm 670 - 910 nm	0,2 m



Ortofotomapy ze zdjęć lotniczych w kolorach rzeczywistych RGB (Red Green Blue) a szczególnie w bliskiej podczerwieni CIR (Close InfraRed) są powszechnie stosowane w gospodarowaniu zasobami leśnymi. Zdjęcia lotnicze do budowy mozaiki ortofotomapy są pozyskiwane przez wysokorozdzielcze (matryca kamery DMC-II230 posiada 230 megapikseli) i bardzo precyzyjne (posiadające skalibrowaną orientację wewnętrzną zdjęcia) kamery fotogrametryczne.



Zdjęcie w barwach rzeczywistych RGB



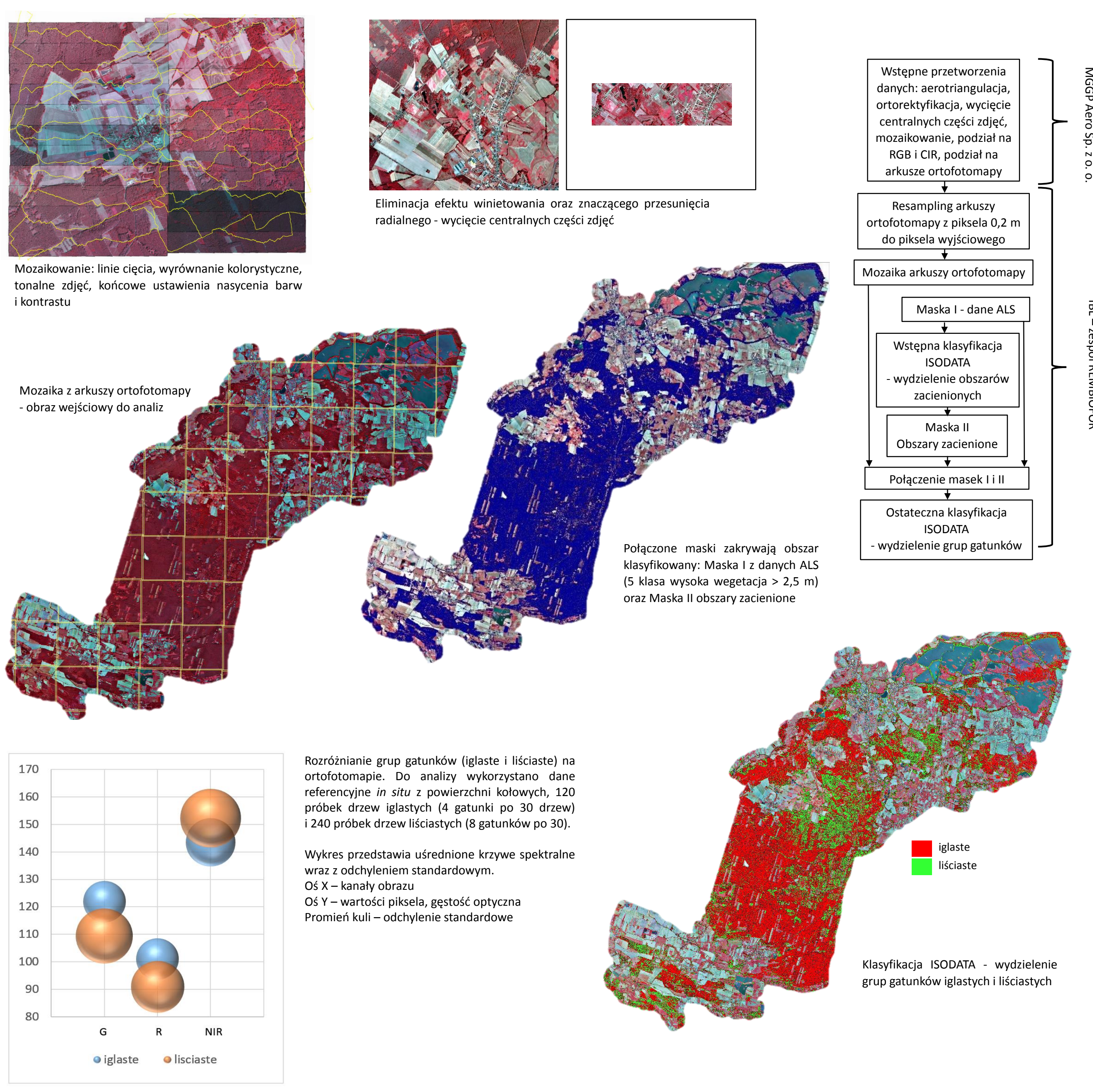
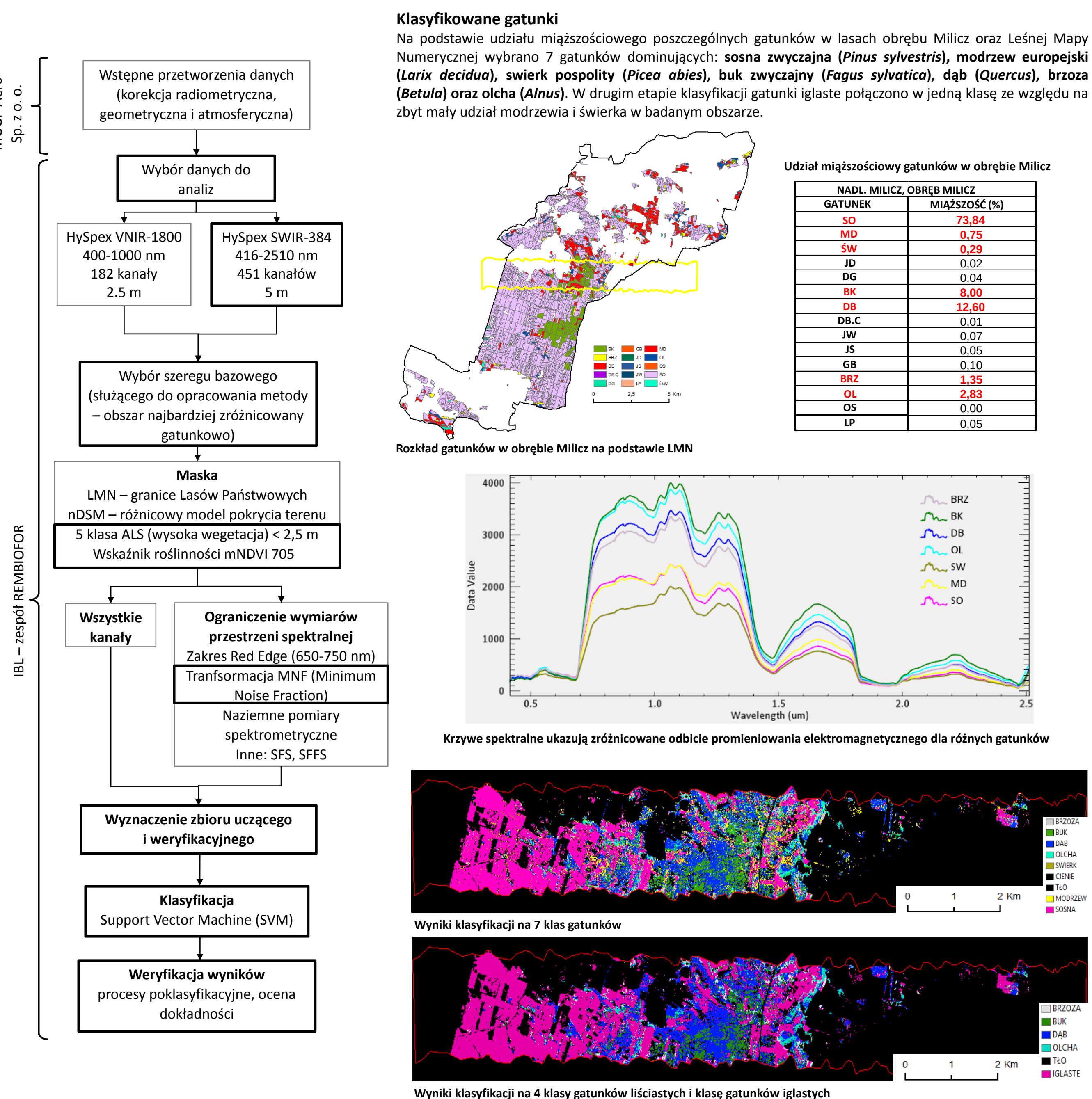
Zdjęcie w bliskiej podczerwieni CIR

Barwy CIR niosą więcej informacji o rodzaju drzewostanu niż barwy rzeczywiste RGB. Do analiz wykorzystano ortofotomapę CIR.

WYKORZYSTANE DANE

PRZETWORZENIA

DOKŁADNOŚĆ KLASYFIKACJI



Dokładność klasyfikacji – 7 klas

KLASA	UA	PA
1	BRZOZA 84,1	74,9
2	BUK 84,0	76,7
3	DAB 64,4	82,5
4	OLCHA 56,9	65,2
5	SWIERK 57,1	17,2
6	MODRZEZEW 63,0	71,0
7	SOSNA 67,3	73,2
8	TŁO	-
9	CIEŃ	-
Dokładność całkowita (OA)	70%	
Kappa	0,64	

Dokładność klasyfikacji – 5 klas

KLASA	UA	PA
1	BRZOZA 89,7	71,3
2	BUK 90,3	74,4
3	DAB 66,0	87,5
4	OLCHA 66,7	79,5
5	IGLASTE 91,6	89,3
6	TŁO	-
7	CIEŃ	-
Dokładność całkowita (OA)	83%	
Kappa	0,77	

Interpretacja wyników
Dokładności użytkownika (UA) oraz producenta (PA), wskazują, iż najlepszą rozdzielczością gatunkami są sosna zwyczajna, brzoza oraz buk. Najniższą dokładność uzyskano natomiast dla olchy, świerka oraz modrzewia. Wyższą dokładność całkowitą uzyskano dla 5 klas.

Porównanie wyników klasyfikacji SVM z BDL

Nr.	Adres leśny	Typ siedliskowy lasu	Gatunek dominujący	Miąższościowy udział gatunkowy (wiek) z BDL	Powierzchniowy udział gatunkowy z SVM
1	13-18-1-01-123-b-00	Lśw	SO	SO 8 IP (126), MD 2 IP (126), MJS IP: SW (126), BK (126), OL (126), BK 7 IIP (86), BK 3 IIP (59), MJS IIP: GB (49), SW (86), GB (86), GB (59)	BK 3, DB 4, MD 2
2	13-18-1-03-132-g-00	LMśw	DB	DB 10 (12), MJS BK (26)	BK 2, DB 3, OL 3, MD 1

Błędy klasyfikacji na przykładzie dwóch wydzieli

Fagus sylvatica
R² = 0,988

Korelacja udziału powierzchniowego buka z udziałem miąższościowym w wydzieleniach

Problem: struktura drzewostanu (luźne zwarcie koron drzew dominującego gatunku I piętra, przeważa odbicie z II piętra).

Problem: błędy w bazie i ograniczenia zastosowanego algorytmu (w rzeczywistości gatunek dominujący w wydzieleniu stanowi wierzba. Nie jest ona klasyfikowanym gatunkiem, została przydzielona przez algorytm do klasy o najbardziej zbliżonej odpowiedzi spektralnej).

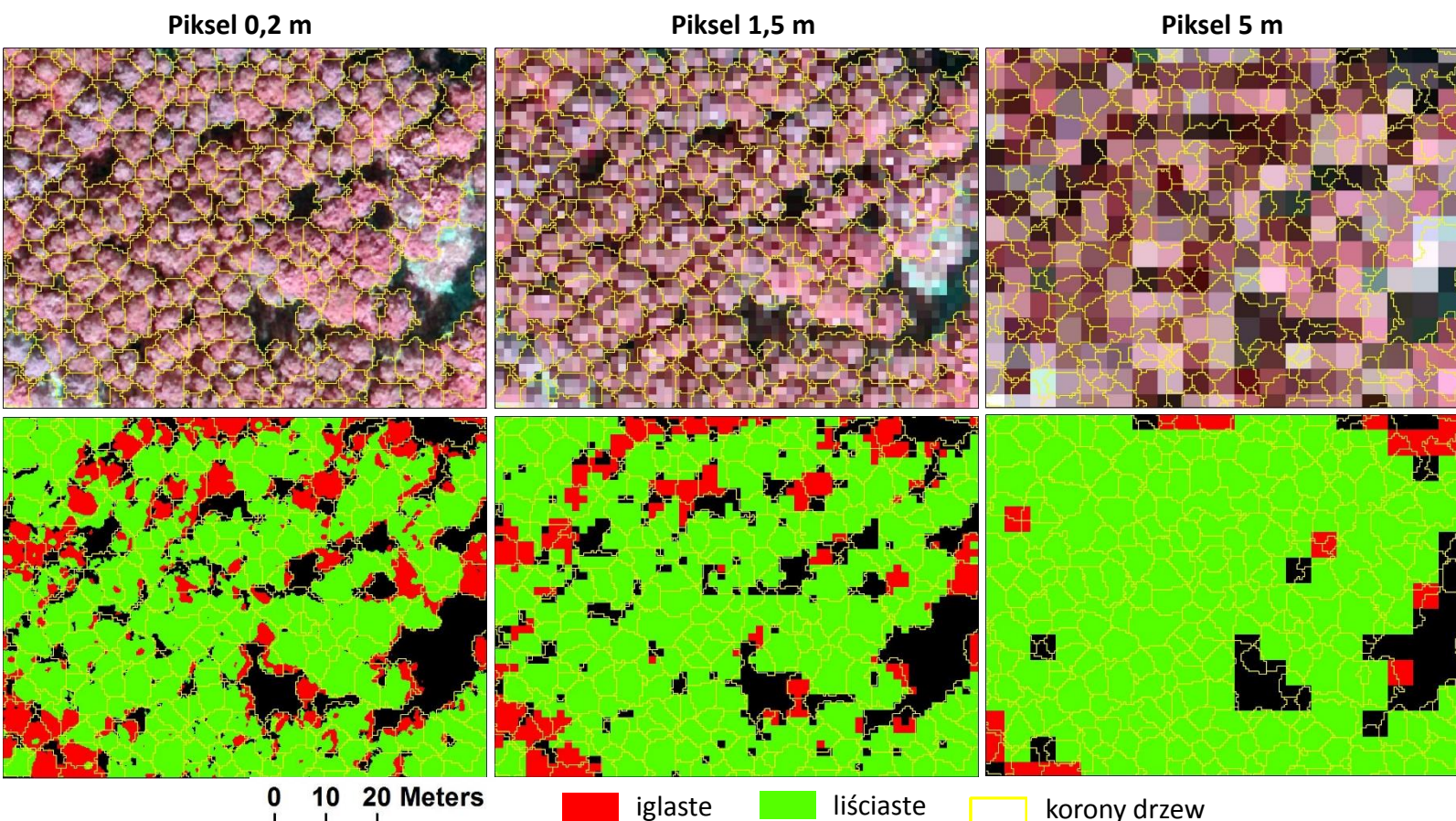
Klasyfikacja

	IGLASTE	LIŚCIASTE
IGLASTE	194	6
LIŚCIASTE	6	194
	200	200

97% - Dokładność całkowita (OA)
0.94 - Współczynnik Kappa

Jaką wielkość pikseli ortofotomapy zastosować w detekcji pojedynczych koron drzew?

Bardzo szczegółowa ortofotomapa z rozdzielczością przestrzenną pikseli 0,2 m jako pojedynczy obraz badanego obrębu Milicz wraz z przetworzeniami posiada wielkość ok. 100 Gb, a obraz samej tylko klasyfikacji ok. 13 Gb. Tak duże rozmiary plików są kłopotliwe w przetwarzaniu. Z tego względu przeprowadzono test różnych rozdzielczości przestrzennych klasyfikowanego obrazu od 0,2 m do 5 m, stosując ten sam proces przetworzeń. Wynik testu wykazał brak istotnych statystycznie różnic dla rozdzielczości od 0,2 m do 1,5 m. W tym przedziale wielkości pikseli OA wynosi ok. 95%, natomiast Kappa ok. 0,75.



PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Zobrazowania wielo- i hiperspektralne mogą stanowić źródło informacji o strukturze gatunkowej drzewostanów. Wykazano, iż za pomocą danych hiperspektralnych możliwe jest sporządzenie mapy gatunkowej o dokładności ok 83%, natomiast na podstawie ortofotomapy lotniczej możliwe jest sporządzenie mapy z podziałem na grupy gatunków liściaste i iglaste z dokładnością ok. 95%. W przypadku klasyfikacji zobrazowań hiperspektralnych uzyskanie wyższych dokładności ograniczone jest przez rozdzielczość przestrzenną danych oraz mieszanie się gatunków w drzewostanach (np. sosna i brzoza, buk i dąb). Praktyczne wdrożenie tego rodzaju danych w gospodarowanie lasem wymaga dalszego rozwoju technologii zmierzającego m. in. do automatyzacji przetworzeń, a także spadku kosztów pozyskania danych.

Opracowane metody przetwarzania zobrazowań hiperspektralnych w kolejnych etapach projektu REMBIOFOR zostaną rozszerzone na cały obszar obrębu Milicz. Metody klasyfikacji ortofotomapy będą natomiast zastosowane do wykonania map dla kolejnych obiektów analizowanych w ramach projektu tj. Nadleśnictwa: Gorlice, Pieńsk i Supraśl. Wyniki zostaną zintegrowane z danymi ALS w celu oceny wpływu informacji o strukturze gatunkowej lasu na dokładność szacowania cech taksacyjnych drzewostanu. Mozaika zdjęć lotniczych w postaci ortofotomapy jest trudnym obrazem do klasyfikacji ze względu na efekt winietowania, przesunięcia radialnego, różnice w naświetleniu poszczególnych ujęć oraz ingerencję w źródłowe wartości pikseli w procesie mozaikowania tzn. bilansu kolorów podczas łączenia poszczególnych zdjęć w jednolity obraz, co utrudnia uzyskanie klasyfikacji na gatunki drzew. Nie bez znaczenia jest także kompresja JPG i dekompresja (konieczna do klasyfikacji) stosowana przy zapisie arkuszy ortofotomapy. Poprawną klasyfikację ortofotomapy można przeprowadzić dla podziału na grupy gatunków: iglaste i liściaste. Dalsze prace będą wykonywane na ortofotomapie z rozdzielczością terenową pikseli 1,5 m jako najbardziej optymalnego dla przetworzeń.

