

Stanisław Lewiński  
Zenon F. Poławski

## INTERPRETACJA FORM POKRYCIA TERENU I UŻYTKOWANIA ZIEMI NA PODSTAWIE ZDJĘĆ Z SATELITY IRS-1C

*Streszczenie.* W referacie przedstawiona jest ocena przydatności indyjskich zdjęć IRS-1C z punktu widzenia interpretacji form pokrycia terenu. Analizie interpretacyjnej poddano kompozycję barwną zdjęcia wielospektralnego LISS-III oraz obraz uzyskany w wyniku połączenia kompozycji barwnej z kanałem panchromatycznym PAN.

Prace badawcze zostały wykonane na przykładzie powiatu legionowskiego. Interpretację form pokrycia i użytkowania terenu przeprowadzono metodą wizualną (na monitorze komputera) a podział treści zdjęć satelitarnych dokonano w oparciu o rozbudowaną legendę CORINE – poziom IV.

### 1. Teren badań

Tereniem badań jest powiat legionowski (woj. mazowieckie), położony w centralnej części Niziny Mazowieckiej w widłach Narwi i Wisły w bezpośrednim sąsiedztwie aglomeracji warszawskiej.

Na terenie badań występują zarówno elementy środowiska zaliczane do krajobrazów chronionych, które wchodzi w skład Warszawskiego Obszaru Chronionego Krajobrazu jak i obszary przekształcone, powstałe głównie w wyniku oddziaływania aglomeracji warszawskiej. Dominującą formą pokrycia ziemi w granicach powiatu są grunty orne oraz łąki. Oprócz tego występują lasy i ekosystemy seminaturalne, obszary podmokłe a także elementy antropogeniczne wśród których przeważa zabudowa luźna typu miejskiego.

### 2. Materiały

Ocena możliwości interpretacyjnych form użytkowania ziemi na zdjęciach IRS-1C została wykonana na podstawie kompozycji barwnej zdjęć wielospektralnych LISS-III oraz na podstawie kompozycji barwnej połączonej ze zdjęciem panchromatycznym PAN. W pracy wykorzystano zdjęcia zarejestrowane przez satelitę IRS-1C w dniu 30 września 2000 r.

Wielospektralny skaner LISS-III rejestruje obraz powierzchni Ziemi w czterech kanałach oznaczonymi numerami od 2 do 5; kanał 2 – promieniowanie zielone, kanał 3 – czerwone, kanał 4 – podczerwień, kanał 5 – podczerwień krótkofalowa. Zakresy spektralne poszczególnych kanałów są prawie takie same jak w przypadku 2, 3, 4 i 5 kanału zdjęć Landsat TM. Skaner LISS-III posiada rozdzielczość

terenową 23.5 m dla kanałów 2, 3 i 4 oraz 70 m dla 5-go kanału. Rozdzielczość radiometryczna wynosi 7 bitów czyli 128 tonów szarości (Landsat TM – 8 bitów).

Skaner panchromatyczny (PAN) satelity IRS-1C rejestruje obraz powierzchni ziemi w zakresie spektralnym 0.50 - 0.75  $\mu\text{m}$ . Charakteryzuje się rozdzielczością terenową 5.8 m oraz podobnie jak w przypadku zdjęć wielospektralnych, posiada 7-dmio bitową rozdzielczość radiometryczną.

Ocena wyników interpretacji zdjęć satelitarnych została wykonana w oparciu o zdjęcia lotnicze pełniące rolę poziomu odniesienia. Wykorzystano w tym celu barwne zdjęcia lotnicze w skali 1:26 000 wykonane w sierpniu 2001 r. Na podstawie 54 zdjęć wykonano ortofotomapę pokrywającą 90% powierzchni powiatu legionowskiego. Do zorientowania modelu wykorzystano 10 punktów terenowych, których położenie zmierzono techniką GPS. Dla współrzędnych xy uzyskano dokładność 0.5 m oraz 1m dla współrzędnej z. Ze względu na rozdzielczość zdjęć satelitarnych, wielkość piksela zdjęć lotniczych została zredukowana z 0.5 m do 1 m. Zdjęcia lotnicze posłużyły do opracowania szczegółowej bazy danych o użytkowaniu ziemi.

### 3. Przetwarzanie zdjęć satelitarnych IRS-1C

Interpretacja zdjęć satelitarnych LISS-III została wykonana na podstawie przetworzonej kompozycji barwnej RGB utworzonej odpowiednio z 4, 5 i 3 kanału spektralnego. Wybór kanałów i kompozycji barwnej nie był przypadkowy, został podjęty na podstawie analizy pojemności informacyjnej obrazu. Wykorzystano w tym celu współczynnik Optimum Index Factor (OIF) [Chavez i inni, 1982; Mularz i inni, 2000].

Na podstawie czterech zakresów spektralnych (surowe, nie przetworzone dane) zdjęć LISS-III utworzono cztery zestawy danych zawierające po trzy nie powtarzające się kanały. Następnie dla każdego zestawu obliczono OIF. Największa wartość OIF świadcząca o największej pojemności informacyjnej została uzyskana dla zestawu składającego się z 3, 4 i 5-go kanału. Na podstawie kanałów z tego zestawu utworzono 6 kompozycji barwnych, które oceniono z punktu widzenia interpretacji form pokrycia terenu. Najlepsze okazały się dwie kompozycje RGB: (4,5,3) i (5,4,3), ostatecznie wybrana została kompozycja (4,5,3), która jest powszechnie stosowana w przypadku interpretacji użytkowania ziemi na zdjęciach Landsat TM.

Kolejnym etapem przetwarzania zdjęć LISS-III była ich geometryzacja. Wykonano ją wykorzystując jako materiał referencyjny ortofotomapę zdjęć lotniczych. Zdjęcie satelitarne zostało przekształcone z zastosowaniem metody resamplingu cubic convolution. W wyniku przeprowadzonych prób ustalono, że optymalna wielkość piksela powinna wynosić 21 m. Zmniejszanie wielkości piksela poniżej 21 m nie daje efektu poprawy jakości kompozycji barwnej, obraz zaczyna tracić ostrość.

Kompozycja (4,5,3) jest optymalna z punktu widzenia pojemności informacyjnej, jednakże w przypadku interpretacji wizualnej, dużym mankamentem jest udział w niej niskorozdzielczego (70 m) kanału podczerwieni krótkofalowej (5-ty kanał). Wpływ niskiej rozdzielczości na stopień szczegółowości kompozycji jest wyraźnie widoczny i stanowi istotne utrudnienie w interpretacji. W celu poprawy

jakości kompozycji (4,5,3) zastosowano algorytm przetwarzania kompozycji (4,5,3) zdjęć LISS-III, w wyniku którego uzyskano obraz w barwach kompozycji (4,5,3) o szczegółowości kompozycji (2,3,4) w skład, której nie wchodzi 5-ty kanał. Algorytm postępowania oparty jest na transformacji między systemami barw RGB i IHS [Lewiński, 2000; Lewiński, 2001]. Najpierw dla obu kompozycji (4,5,3) oraz (2,3,4) generowane są kanały „Intensity”, „Hue” i „Saturation”. Następnie kompozycja (4,5,3) jest odtwarzana z systemu barw IHS z wykorzystaniem kanału „Intensity” kompozycji (2,3,4). Przetworzony obraz pozbawiony jest wpływu kanału o niskiej rozdzielczości i równocześnie zachowuje barwy obrazu początkowego. Ostatnim etapem przetwarzania była filtracja z zastosowaniem „łagodnego” filtra wysokich częstotliwości. W wyniku wszystkich zastosowanych przetworzeń uzyskano obraz optymalny pod względem interpretacyjnym – o podwyższonym stopniu szczegółowości w barwach kompozycji (4,5,3).

Proces łączenia kompozycji barwnej zdjęcia LISS-III ze zdjęciem panchromatycznym rozpoczęto od geometryzacji zdjęcia PAN. Podobnie jak w przypadku zdjęć LISS-III jako materiał referencyjny wykorzystano ortofotomapę zdjęć lotniczych. Zastosowano metodę resamplingu cubic convolution a wielkość piksela obrazu wynikowego ustalono na 4 m. Zgeometryzowany obraz został dodatkowo poddany filtracji wysokich częstotliwości.

Wstępnie przetworzone zdjęcie panchromatyczne połączono z kompozycją barwną (4,5,3) zdjęcia wielospektralnego. W tym celu wykorzystano algorytm RGB->IHS->RGB. W wyniku połączenia uzyskano obraz w barwach kompozycji (4,5,3) charakteryzujący się stopniem szczegółowości zdjęcia PAN.

#### 4. Interpretacja

Cechy interpretacyjne zdjęć satelitarnych są ściśle związane z rozdzielczością przestrzenną, spektralną i radiometryczną zdjęcia. Istotą analizy zdjęć satelitarnych i lotniczych jest określenie związków jakie łączą obraz ze zjawiskami na powierzchni ziemi. Informacja zawarta na obrazie satelitarnym jest wypadkową trzech elementów obrazu, które są jednocześnie bezpośrednimi cechami fotointerpretacyjnymi. Są to:

- barwa która jest zależna od wyboru kompozycji zdjęcia wielospektralnego,
- fotostruktura którą tworzą elementy obrazu jednorodnie pod względem barwy oraz kształtu
  - i wielkości,
- fototekstura będąca przestrzennym uporządkowaniem elementów strukturalnych obrazu.

Wyżej wymienione cechy fotointerpretacyjne decydują o fotomorficzności zdjęcia satelitarnego [Olędzki, 2001] związanej z różnego rodzaju konfiguracyjnymi barwno-strukturalnymi powierzchni form pokrycia i użytkowania ziemi odwzorowanymi na zdjęciu satelitarnym.

W interpretacji wizualnej zdjęć satelitarnych LISS-III oraz LISS-III + PAN zastosowano podejście dedukcyjne w którym na podstawie ogólnych przesłanek dokonano szczegółowych podziałów znaczeniowych, wyznaczając na terenie powiatu legionowskiego ponad 30 różnych typów pokrycia i użytkowania ziemi.

Proces interpretacji został przeprowadzony na monitorze komputera w środowisku oprogramowania GeoMedia. W ten sposób utworzono dwie bazy danych zawierające granice oraz kody (atrybuty) wydziałów. Na podstawie przeprowadzonych analiz ustalono, że szczegółowość interpretacji zdjęć lotniczych i satelitarnych będzie wynosić 1 hektar. Oznacza to, że w skali 1:50 000 wydzielane są jednostki powierzchniowe o minimalnych wymiarach 2 x 2 mm. Formy pokrycia i użytkowania ziemi zinterpretowano zgodnie z zasadami określonymi przez legendę programu CORINE – poziom IV [Poławski, 2002]. Jest to uszczegółowiona i przystosowana do polskich warunków legenda poziomu III [Corine, 1993].

## **5. Jakościowa i ilościowa analiza wyników interpretacji obrazów LISS-III oraz LISS-III + PAN**

Analiza wyników interpretacji zdjęć LISS-III oraz LISS-III + PAN została wykonana na podstawie wybranych poligonów weryfikacyjnych. Analiza obejmowała ilościową i jakościową ocenę poprawności wyznaczenia poszczególnych klas pokrycia i użytkowania ziemi. Polegała ona na porównaniu uzyskanych wyników z interpretacją zdjęcia lotniczego pełniącego rolę poziomu odniesienia. Z technicznego punktu widzenia było to „przecięcie” dwóch baz danych. Procedura taka pozwoliła między innymi na:

- porównanie powierzchni klas sklasyfikowanych na zdjęciu satelitarnym i lotniczym
- określenie klas (wyznaczonych na zdjęciu lotniczym) występujących w granicach klas zdjęcia satelitarnego

Weryfikacja ilościowa wyników wizualnej interpretacji zdjęć satelitarnych LISS-III i LISS-III + PAN polegała na porównaniu powierzchni danej klasy pokrycia i użytkowania ziemi występującej w obrębie poligonu weryfikacyjnego z powierzchnią sklasyfikowaną jako ta klasa na zdjęciu lotniczym. Tabela 1 przedstawia wyniki tego porównania. Z zamieszczonych danych wynika, że na podstawie przetworzonej kompozycji barwnej obrazu LISS-III, na 17 typów zaliczonych do terenów zurbanizowanych, w przypadku 10 klas uzyskano bardzo wysoką poprawność interpretacji (nawet 100%). Są to: zabudowa luźna jednorodzinna typu miejskiego (1.1.2.3), tereny przemysłowe (1.2.1.1), tereny infrastruktury technicznej (1.2.1.3.), wyrobiska (1.3.1.1. i 1.3.1.4.), parki miejskie i wiejskie (1.4.1.1) ogrody działkowe (1.4.1.3), tereny nie użytkowanych gospodarczo (1.4.1.6), tereny sportowe (1.4.2.1.) oraz cmentarze (1.4.1.5). Na poziomie 70-80% sklasyfikowana została zabudowa luźna jednorodzinna typu wiejskiego (1.1.2.4), zwałowiska odpadów płynnych – osadniki (1.3.2.2) oraz place budów (1.3.3.1). Znaczny błąd w prawidłowej interpretacji (poniżej 50%) wystąpił w przypadku klas: zabudowa letniskowa (1.1.2.5), tereny użyteczności publicznej (1.2.1.5) oraz tereny wypoczynkowo-kempingowe (1.4.2.3). Zdecydowanie najgorzej wypadła klasa związanej z zabudową luźną wielorodzinną typu blokowego, która w ogóle nie została rozpoznana na zdjęciu satelitarnym. Analizując obraz LISS-III oraz uzyskane wyniki interpretacji wyraźnie widoczny jest wpływ rozdzielczości terenowej, która jest niewystarczająca dla uzyskania dostatecznego zróżnicowania barwy i fototekstury pomiędzy

poszczególnymi wydzieleniami charakteryzujących się stosunkowo dużym stopniem rozdrobnienia. Najlepszym przykładem jest zabudowa typu blokowego (1.1.2.1), która jest bardzo dobrze widoczna na wysokorozdzielczym zdjęciu lotniczym. Nie bez znaczenia jest także fakt, że niektóre wydzielenia o zbliżonych właściwościach fizjonomicznych zaliczane są do różnych klas pokrycia i użytkowania ziemi ze względu na pełnione przez nie funkcje (np. tereny użyteczności publicznej).

Tabela 1.

Ilościowa ocena wizualnej interpretacji pokrycia i użytkowania ziemi na podstawie zdjęć satelitarnych LISS-III i LISS-III + PAN

I poziom CORINE	Opis klas pokrycia i użytkowania ziemi (wg nomenklatury CORINE – IV poziom )	Powierzchnia poligonów weryfikacyjnych [ ha ]	LISS-III		LISS-III + PAN	
			ha	%	ha	%
Tereny zantropogenizowane	1.1.2.1. Zabudowa luźna wielorodzinna miejska typu blokowego	125,24	0,00	0,00	125,18	99,90
	1.1.2.3. Zabudowa luźna jednorodzinna typu miejskiego	24,53	24,52	99,00	24,50	99,90
	1.1.2.4. Zabudowa jednorodzinna typu wiejskiego	40,82	29,79	72,97	37,76	92,50
	1.1.2.5. Zabudowa letniskowa	29,43	14,28	48,52	25,11	85,32
	1.2.1.1. Tereny przemysłowe	48,50	47,80	98,55	47,80	98,55
	1.2.1.3. Tereny specjalistycznej infrastruktury technicznej	53,81	53,81	100,00	53,79	99,9
	1.2.1.5. Tereny użyteczności publicznej	8,02	1,82	22,69	1,82	22,69
	1.3.1.1. Wyrobiska (piaskownie, żwirownie)	20,35	20,35	100,00	20,35	100,00
	1.3.1.4. Wyrobiska rekultywowane i zarastające roślinnością	36,91	36,91	100,00	36,89	99,9
	1.3.2.2. Zwałowiska odpadów płynnych – osadniki	17,61	13,37	75,92	13,37	75,92
	1.3.3.1. Place budów	27,53	22,43	81,37	22,43	81,37
	1.4.1.1. Parki miejskie i wiejskie	3,39	3,02	89,08	3,02	89,08
	1.4.1.3. Ogrody działkowe	10,00	10,00	100,00	10,00	100,00
	1.4.1.5. Cmentarze	7,49	7,49	100,00	7,49	100,00
	1.4.1.6. Tereny nie użytkowane gospodarczo	25,87	25,87	100,00	25,85	100,00
	1.4.2.1. Tereny sportowe	7,39	7,39	100,00	7,39	100,00
	1.4.2.3. Tereny wypoczynkowo-kempingowe	37,52	12,51	33,34	12,51	33,34

Tereny rolne	2.1.1.1 Grunty orne	274,36	255,85	93,25	254,65	92,81
	2.1.1.3. Uprawy szklarniowe	23,70	5,19	21,89	22,46	94,76
	2.2.2.1. Sady	62,46	56,60	90,61	59,16	94,71
	2.3.1.1. Łąki	294,48	287,16	97,51	287,16	97,51
	2.3.1.2. Łąki z udziałem drzew i krzewów	88,22	77,76	88,14	77,75	88,14
Lasy i ekosystemy seminaturalne	3.1.1.1. Lasy liściaste o zwartym drzewostanie	234,34	201,07	85,80	201,07	85,80
	3.1.1.2. Lasy liściaste o rozluźnionym drzewostanie	7,35	6,87	93,46	6,87	93,46
	3.1.2.1. Lasy iglaste o zwartym drzewostanie	836,21	782,86	93,62	774,24	92,59
	3.1.3.1. Lasy mieszane o zwartym drzewostanie	398,10	356,14	89,45	356,07	89,44
	3.1.3.2. Lasy mieszane o rozluźnionym drzewostanie	5,76	5,40	88,54	5,40	88,54
	3.2.4.2. Zalesienia i samosiewy	15,24	9,60	62,99	9,59	62,92
	3.2.4.3. Wylesienia i zręby	6,70	6,70	100,00	6,70	100,00
	3.3.1.1. Plaże	3,63	3,63	100,00	3,63	100,00
	3.3.1.4. Ławice rzeczne	6,42	4,98	77,57	4,98	77,57
	3.3.3.1. Roślinność rozproszona na podłożu piaszczystym	3,18	3,18	100,00	3,18	100,00
Obszary podmokłe	4.1.1.1. Bagna śródlądowe	4,24	4,24	100,00	4,24	100,00
Tereny wodne	5.1.1.1. Rzeki	80,42	79,65	99,04	79,46	99,07
	5.1.2.1. Naturalne zbiorniki wodne - jeziora	19,51	10,16	52,07	10,16	52,07
	5.1.2.4. Wyrębiska i zapadliska wypełnione wodą	8,32	8,32	100,00	8,31	100,00

W przypadku zdjęcia LISS-III + PAN, rozpoznawalność elementów antropogenicznych jest zdecydowanie lepsza. W odniesieniu do takich form pokrycia i użytkowania jak zabudowa typu blokowego i zabudowa jednorodzinna typu wiejskiego oraz zabudowa letniskowa poprawność wydzieleni waha się od 85% do blisko 100% (tabela 1).

Wyniki analizy jakościowej w odniesieniu do wybranych form pokrycia i użytkowania ziemi z kategorii obszarów zantropogenizowanych przedstawione są w tabeli 2 i potwierdzają spostrzeżenia uzyskane na podstawie analizy ilościowej. Dane z tabeli 2 wskazują że w przypadku interpretacji kompozycji barwnej LISS-III zabudowę typu blokowego (1.1.2.1) prawie w całości zaliczono do zabudowy jednorodzinnej typu miejskiego (1.1.2.3.). Analiza tej samej formy pokrycia i

użytkowania ziemi na zdjęciu LISS-III + PAN została przeprowadzona z bardzo wysoką poprawnością. Znaczne polepszenie wyników interpretacji nastąpiło także w odniesieniu do zabudowy typu wiejskiego (1.1.2.4.). Dzięki zastosowaniu zdjęć LISS-III + PAN rozpoznawalność tej formy pokrycia i użytkowania wzrosła z 72,97% do 92,50% .

W przypadku zabudowy lotniskowej (1.1.2.5.), na co wskazują dane zamieszczone w tabeli 2, blisko 50% ogólnej powierzchni tej klasy zostało wyznaczonych na podstawie kompozycji LISS-III w sposób prawidłowy. Natomiast pozostała część poligonu weryfikacyjnego została zakwalifikowana do łąk (2.3.1.1.), łąk zadrzewionych (2.3.1.2.) oraz lasów liściastych rozluźnionych (3.1.1.2.) i lasów iglastych ( 3.1.2.1.). W przypadku wizualnej analizy obrazu LISS-III + PAN wiarygodność interpretacji wydzielenia terenów zabudowy lotniskowej wyraźnie wzrasta i osiąga ponad 85% (tabela 2).

W odniesieniu do terenów rolnych, w większości przypadków rozpoznawalność poszczególnych form pokrycia i użytkowania zarówno na zdjęciach LISS-III jak i LISS-III + PAN jest wysoka i wynosi ponad 90% (tabela 1). Istotna różnica w poprawnej interpretacji występuje jedynie w przypadku upraw szklarniowych. Na kompozycji barwnej RGB utworzonej odpowiednio z 4, 5 i 3 kanału spektralnego, poprawność interpretacji tej formy pokrycia wynosiła 21,89% a wielu przypadkach szklarnie zakwalifikowano do terenów zabudowanych, ze względu na podobne charakterystyki spektralne tych dwóch form pokrycia i użytkowania ziemi . W odniesieniu do zdjęcia LISS-III + PAN problem ten nie występował tak wyraźnie, czego konsekwencją jest ponad 90% poprawnej rozpoznawalności (tabela 1) .

Stosunkowo dobre wyniki uzyskano, zarówno w przypadku kompozycji LISS-III jak i LISS-III + PAN w prawidłowym rozpoznaniu lasów i ekosystemów seminaturalnych.

Dobrze rozpoznane zostały obszary podmokłe oraz wody. Poprawność wydzielenia tych klas sięga w większości przypadków 100% (tabela 1). Od tego, wysokiego poziomu odbiega klasa zbiorników naturalnych (5.1.2.1.), co można tłumaczyć brakiem możliwości interpretacji małych zbiorników (są one nie widoczne na zdjęciu satelitarnym) oraz błędami interpretacji granic zbiorników zarośniętych roślinnością.

## 6. Podsumowanie

Ocena możliwości interpretacyjnych zdjęć LISS-III i LISS-III + PAN została przeprowadzona na przykładzie form pokrycia terenu. Interpretacja zdjęć satelitarnych została porównana z wynikami uzyskanymi na podstawie zdjęć lotniczych dzięki czemu możliwe było wykonanie oceny poprawności interpretacji na dwóch poziomach istotności: ilościowym i jakościowym (dla wybranych klas).

Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że zarówno zaproponowany typ przetworzenia zdjęcia satelitarnego LISS-III jak i LISS-III + PAN pozwala na osiągnięcie ogólnej wiarygodności rzędu ponad 85 %, co ilustruje tabela 3.

Ocena jakościowa interpretacji zdjęć LISS-III i LISS-III + PAN dla wybranych klas

Poligony weryfikacyjne (zdjęcia lotnicze)	1.1.2.1. Zabudowa luźna wielorodzinna miejska typu blokowego		LISS-III + PAN		1.1.2.4. Zabudowa jednorodzinna typu wiejskiego		LISS-III + PAN		1.1.2.5. Zabudowa letniskowa		LISS-III + PAN	
	LISS-III	LISS-III + PAN	LISS-III	LISS-III + PAN	LISS-III	LISS-III + PAN	LISS-III	LISS-III + PAN	LISS-III	LISS-III + PAN	LISS-III	LISS-III + PAN
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
1.1.2.1. Zabudowa luźna wielorodzinna miejska typu blokowego	-	-	125,18	99,90	-	-	-	-	-	-	-	-
1.1.2.3. Zabudowa luźna jednorodzinna typu wiejskiego	125,24	100	0,01	-	-	-	-	-	0,02	0,08	0,02	0,09
1.1.2.4. Zabudowa jednorodzinna typu wiejskiego	-	-	-	-	29,79	72,97	37,76	92,50	-	-	-	-
1.1.2.5. Zabudowa letniskowa	-	-	-	-	-	-	-	-	14,28	48,52	25,11	85,37
2.1.1.1. Grunty orne	-	-	-	-	10,41	25,50	3,03	7,42	-	-	-	-
2.1.1.3. Uprawy szklarniowe	-	-	-	-	-	-	0,01	0,02	-	-	-	-
2.2.2.1. Sady	-	-	-	-	0,60	1,49	0,01	0,02	-	-	-	-
2.3.1.1. Łąki	-	-	-	-	-	-	-	-	10,65	36,18	3,21	10,91
2.3.1.2. Łąki z udziałem drzew i krzewów	-	-	-	-	-	-	-	-	1,66	5,64	-	-
3.1.1.1. Lasy liściaste o zwartym drzewostanie	-	-	-	-	0,02	0,04	0,02	0,04	-	-	-	-
3.1.2.1. Lasy iglaste o zwartym drzewostanie	-	-	-	-	-	-	-	-	2,82	9,58	1,07	3,63
Ogółem	125,24	100	125,20	100	40,82	100	40,83	100	29,43	100	29,41	

W przypadku obu przetworzeń porównywalne wyniki poprawności wydzieleni osiągnięto w odniesieniu do form porycia i użytkowania ziemi z grupy terenów rolnych (91,37%), lasów i ekosystemów seminaturalnych (90,66%) oraz obszarów podmokłych (100,00%) i wód (90,65%).

Tabela 3.  
Sumaryczna ocena klasyfikacji pokrycia i użytkowania ziemi na podstawie wizualnej interpretacji zdjęcia satelitarnego LISS-III i LISS-III + PAN

Zagregowane formy pokrycia i użytkowania ziemi ( I poziom CORINE )	Suma powierzchni poligonów weryfikacyjnych [ ha ]	LISS-III		LISS-III + PAN	
		Powierzchnia [ha]	Poprawność interpretacji [%]	Powierzchnia [ha]	Poprawność interpretacji [%]
Tereny zurbanizowane	524,11	331,36	63,22	473,44	90,33
Tereny rolne	655,00	604,8	92,35	623,43	95,18
Lasy i ekosystemy seminaturalne	1605,15	1458,19	90,84	1449,48	90,30
Obszary podmokłe	4,24	4,24	100,00	4,24	100,00
Obszary wodne	108,25	98,13	90,65	97,93	90,46
Ogółem	2896,75	2496,72	86,19	2648,52	91,43

W przypadku zurbanizowanych form pokrycia i użytkowania terenu słabsze wyniki uzyskano stosując kompozycję LISS-III. Przyczyną tak słabej rozpoznawalności (63,22%) jest wyraźny brak zróżnicowania barwy, fototekstury i fototekstury pomiędzy poszczególnymi wydzieleniami występującymi w obrębie terenów zantropogenizowanych, co jest ściśle związane z rozdzielczością terenową zdjęcia. Poprawność interpretacji tych form pokrycia ziemi zdecydowanie wzrasta w przypadku interpretacji zdjęć LISS-III połączonych z kanałem panchromatycznym (czterokrotnie większa rozdzielczość terenowa).

Wyniki przeprowadzonych analiz porównawczych dwóch typów przetworzeń zdjęć IRS-1C, wskazują że optymalnym, pod względem możliwości interpretacyjnych form pokrycia terenu i użytkowania ziemi w skali 1:50 000, jest obraz LISS-III + PAN.

Przedstawiony artykuł został opracowany w ramach projektu badawczego „Opracowanie metody pozyskiwania informacji obrazowych na potrzeby sporządzania szczegółowych map użytkowania ziemi” finansowanego przez Komitet Badań Naukowych.

**Literatura:**

Chavez, P.S., Jr., Berlin, G.L., and Sowers, L.B., 1982. Statistical methods for selecting Landsat MSS ratios. Special Issue of Applied Photographic Engineering, vol.8, no.1, pp. 23-30.

Corine land cover. Technical guide, 1993.

Lewiński St., 2000: The satellite maps of Poland elaborated on the basis of Landsat MSS, TM and IRS-1C images. Proceedings of 28<sup>th</sup> International Symposium on Remote Sensing of Environment, Cape Town, RPA, 27-31 March 2000.

Lewiński St., 2001. Application of RGB->IHS transformation in processing of satellite images. Teledetekcja Środowiska nr 32, Polskie Towarzystwo Geograficzne, Klub Teledetekcji Środowiska.

Mularz S., Drzewiecki W., Pirowski T., 2000. Merging Landsat TM images and airborne photographs for monitoring of open-cast mine area. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, vol. 33, part B7, pp. 920-927.

Olędzki J.R., 2001: Regiony fotomorficzne Polski. Akapit DTP.

Poławski Z.F., 2002: Koncepcja i zakres tematyczny szczegółowej mapy użytkowania ziemi w skali 1:50000. Seria monograficzna nr 4. Instytut Geodezji i Kartografii.

Recenzował: dr inż. Zdzisław Kurczyński