

**KLASYFIKACJA OBIEKTOWA ZDJĘCIA SATELITARNEGO ŚREDNIEJ  
ROZDZIELCZOŚCI MODIS, PIERWSZE WYNIKI**

**OBJECT BASED CLASSIFICATION OF MIDDLE RESOLUTION MODIS  
SATELLITE IMAGE, FIRST RESULTS**

**Stanisław Lewiński**

Instytut Geodezji i Kartografii, Zakład Teledetekcji – OPOLiS

SŁOWA KLUCZOWE: MODIS, klasyfikacja obiektowa, pokrycie terenu, PCA

STRESZCZENIE: W artykule przedstawione są pierwsze wyniki klasyfikacji obiektowej zdjęcia satelitarnego średniej rozdzielczości MODIS. Prace wykonano na podstawie dwóch zdjęć zarejestrowanych z pokładu satelity Terra w kwietniu i w sierpniu 2009 r. Przyjęto założenie wykonania równoczesnej klasyfikacji obu zdjęć. Dzięki czemu w procesie rozpoznania można było wykorzystać informacje związane ze zmianami spektralnymi poszczególnych klas pokrycia terenu, które nastąpiły w okresie kilku tygodni. Jako poligon badawczy wybrano fragment zdjęcia obrazujący centralno-wschodnią część Polski o powierzchni 85 267 km<sup>2</sup>, na którym zobrazowane są podstawowe formy pokrycia terenu występujące w kraju. Danymi wejściowymi są kanały spektralne zakresu promieniowania czerwonego i bliskiej podczerwieni, pierwszego i drugiego zdjęcia MODIS. Dodatkowo wykorzystano kanał PC 2 uzyskany w wyniku zastosowania analizy składowych głównych (PCA). Przyjęte zasady postępowania pozwoliły na rozpoznanie 6 podstawowych klas pokrycia terenu: wody, zabudowa zwarta, zabudowa rozproszona, lasy, tereny rolnicze, łąki. Ocena wyników została wykonana poprzez porównanie klasyfikacji zdjęć MODIS z bazą danych o pokryciu i użytkowaniu ziemi CORINE CLC2006. Całkowita dokładność klasyfikacji została oceniona na poziomie 78%.

## 1. WSTĘP

Zdjęcia satelitarne MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) ze względu na rozdzielczość przestrzenną wynoszącą, zależnie od kanału spektralnego: 250, 500 i 1000 m, służą przede wszystkim do wykonywania opracowań w tzw. skali globalnej obrazującej całą Ziemię lub poszczególne kontynenty. Pozwalają również na bardziej szczegółowe kartowanie form pokrycia terenu, nawet w skali 1:500 000.

Klasyfikacja zdjęć MODIS, podobnie jak innych zdjęć o niskiej i średniej rozdzielczości, nie jest zadaniem prostym. Wynika to przede wszystkim ze stopnia szczegółowości przestrzennej rejestrowanego obrazu. Większość pikseli jest tzw. „miksami”. Reprezentują one nie jedną lecz kilka klas pokrycia terenu, wartości ich są wypadkową odbić spektralnych obiektów znajdujących się w jego granicach. Powoduje to, że w porównaniu ze zdjęciami o większej rozdzielczości, liczba klas pokrycia terenu, które można rozpoznać, jest znacznie ograniczona. Klasyfikacje tych zdjęć wykonywane są głównie z zastosowaniem materiałów pomocniczych, którymi są zdjęcia wyższej rozdzielczości, mapy tematyczne lub bazy danych o pokryciu terenu. Są one również niezbędne do oceny uzyskanych wyników, gdyż metodą

interpretacji wizualnej można ocenić jedynie podstawowe klasy i to pod warunkiem występowania ich na powierzchni odpowiadającej co najmniej kilkunastu pikselom obrazu.

Zdjęcia MODIS obrazujące ten sam obszar powierzchni Ziemi są rejestrowane i udostępniane codziennie. Stwarza to możliwość nie tylko pozyskania informacji o pokryciu terenu ale również na śledzenie fenologii roślinności a także na wykrywanie zmian o charakterze nie sezonowym (Zhan i inni, 2002; Bontemps i inni, 2008).

Większość metod klasyfikacyjnych zdjęć MODIS bazuje na tradycyjnych założeniach klasyfikacji nadzorowanej i nienadzorowanej. Przykładem klasyfikacji nadzorowanej wykonanej w skali globalnej z rozdzielczością przestrzenną 1 km jest praca Friedl i inni (2002). Wykorzystanie wysokorozdzielczych materiałów pomocniczych, podczas procesu wyznaczania pól treningowych, pozwoliło na rozpoznanie 17 klas pokrycia terenu. Klasyfikację nadzorowaną stosował również Colditz (2007), który rozpoznał 14 klas uzyskując wysoką dokładnością całkowitą 79%. Tradycyjnym algorytmem ISODATA metody nienadzorowanej posłużyli się Xia i inni (2008) w celu klasyfikacji wieloczasowych wskaźników zieleni EVI obliczonych na podstawie zdjęć MODIS. Rozpoznali 5 podstawowych form pokrycia terenu z dokładnością 75.5%. Dane EVI wykorzystali również Gao i inni (2009), posługując się tym razem metodą klasyfikacji obiektowej zidentyfikowali 8 klas. W procesie klasyfikacji zdjęć MODIS wykorzystywane są też sieci neuronowe, zastosował je m.in. Bagan i inni (2005). Przykładem analiz rekłasyfikacyjnych jest praca Lewińskiej (2009). Wyniki czterech klasyfikacji nadzorowanych, wykonanych w różnych okresach wegetacji, posłużyły do rozpoznania 7 klas pokrycia terenu z dokładnością całkowitą 81%.

## 2. ZDJĘCIA SATELITARNE MODIS

Skanery MODIS zainstalowane są na pokładzie satelity Terra i Aqua krążących wokół Ziemi na wysokości 705 km. Obraz powierzchni Ziemi rejestrowany jest w 36 kanałach obejmujących zakres spektralny od 0.405 do 14.385  $\mu\text{m}$ . Rozdzielczość przestrzenna nie jest jednakowa dla wszystkich kanałów i wynosi 250 m dla kanału 1 i 2,500 m dla kanałów 3÷7 oraz 1000 m dla pozostałych, oznaczonych numerami od 8 do 36. W tabeli 1 przedstawione są zakresy spektralne pierwszych siedmiu kanałów. Radiometryczna rozdzielczość danych wynosi 12 bitów. Parametry orbit satelitów Terra i Aqua pozwalają na pozyskiwanie zdjęć tego samego obszaru co najmniej raz na dobę.

Tab. 1. Zakresy spektralne i rozdzielczość przestrzenna kanałów 1÷7 skanera MODIS

kanał	zakres spektralny (nm)	rozdzielczość przestrzenna (m)	kanał	zakres spektralny (nm)	rozdzielczość przestrzenna (m)
1	620÷670	250	3	459÷479	500
2	841÷876	250	4	545÷565	500
			5	1230÷1250	500
			6	1628÷1652	500
			7	2105÷2155	500

Zdjęcia MODIS są udostępniane bezpłatnie przez Internet. Obok oryginalnych zobrażeń są oferowane dane przetworzone (np. wskaźniki roślinności). Zdjęcia posiadają odwzorowanie sinusoidalne z podziałem na arkusze o wymiarach  $10^\circ \times 10^\circ$  długości i szeroko-

kości geograficznej, w formacie zapisu danych HDF. Obszar Polski jest rejestrowany na trzech scenach oznaczonych symbolami: h18v03, h19v03 oraz h19v04.

Prezentowana metoda klasyfikacji zdjęć MODIS została opracowana na przykładzie dwóch zdjęć MODIS (ramka h19v03) zarejestrowanych z pokładu satelity Terra w dniach:

- 19 kwietnia 2009, dzień 109 roku,
- 16 sierpnia 2009, dzień 228 roku.

Na ich podstawie wybrano fragment odpowiadający powierzchni 85 267 km<sup>2</sup>, w centrum którego znajduje się Warszawa, obrazujący podstawowe formy pokrycia terenu występujące w Polsce. Spełnił on rolę poligonu badawczego.

### **3. METODA KLASYFIKACJI PARY ZDJĘĆ MODIS**

Przyjęto założenie równoczesnej klasyfikacji dwóch zdjęć zarejestrowanych w tym samym roku w odstępie kilku tygodni. Stwarza to możliwość wykorzystania w procesie rozpoznania informacji związanych ze zmianami spektralnymi występującymi w ramach poszczególnych klas pokrycia terenu. Klasyfikacja została wykonana metodą obiektową z wykorzystaniem m.in. doświadczeń zdobytych w toku klasyfikacji zdjęć wysokiej rozdzielczości (Lewiński 2006a, 2006b, 2007a, 2007b; Lewiński i Bochenek 2009).

Przystępując do opracowania algorytmu klasyfikacyjnego przyjęto trzy podstawowe założenia:

- w procesie segmentacji powinny być wykorzystane przede wszystkim kanały spektralne o rozdzielczości 250 m,
- klasy pokrycia terenu powinny być rozpoznawane na podstawie stosunkowo małej liczby parametrów,
- określenie wartości parametrów klasyfikacyjnych nie może być zadaniem złożonym i czasochłonnym.

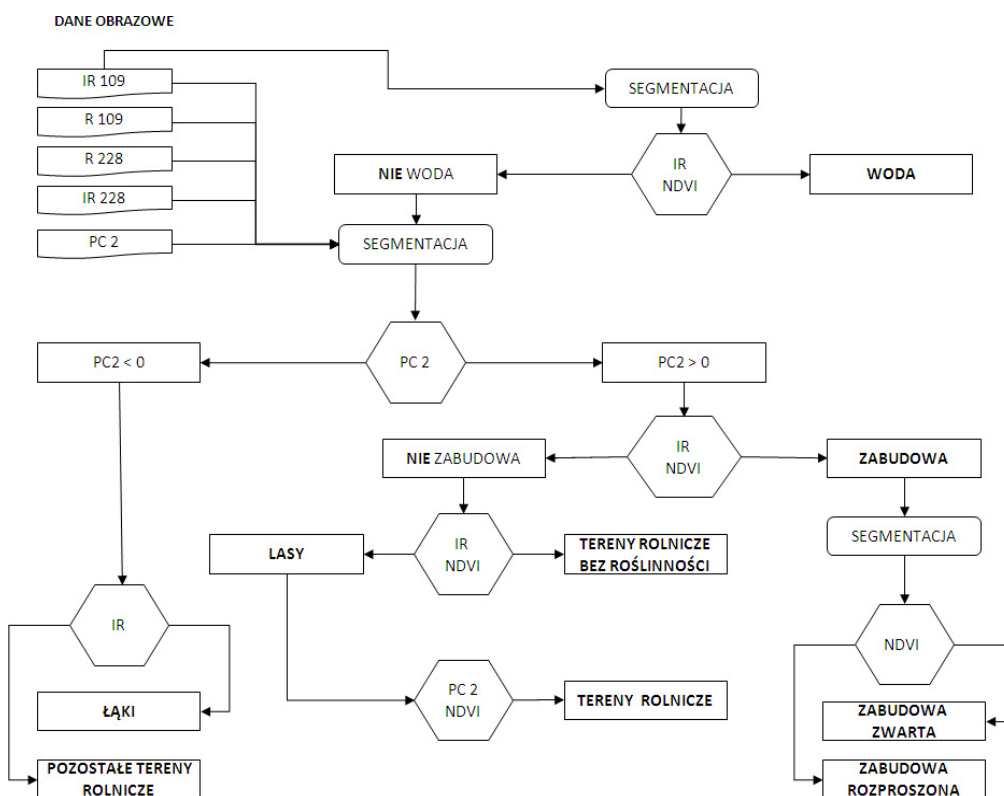
Ustalenie zasad procedury klasyfikacyjnej poprzedzone było wykonaniem różnorodnych prób segmentacji zdjęcia oraz klasyfikacji. Testowano parametry segmentacji dla pojedynczych kanałów spektralnych o rozdzielczości przestrzennej 250 i 500 m oraz zestawów kanałów pochodzących z jednego lub z dwóch terminów rejestracji. Analizie poddano również dane obrazowe przetworzone z zastosowaniem funkcji filtracji oraz transformacji stosowanych w analizach obrazów satelitarnych.

Wstępną ocenę możliwości rozpoznania podstawowych klas pokrycia terenu wykonano na podstawie obiektów treningowych wyselekcjonowanych wizualnej oraz z zastosowaniem materiałów pomocniczych w tym bazy danych CORINE CLC2006. Szukając cech rozpoznawczych klas analizowano średnie wartości obiektów w poszczególnych kanałach, związane z nimi odchylenia standardowe, teksturę oraz kształty obiektów. Prześledzono także przydatność współczynnika NDVI oraz tzw. funkcji użytkownika, które są wykorzystywane w toku klasyfikacji zdjęć wysokiej rozdzielczości (Lewiński 2007b, Lewiński i Bochenek 2009). Podjęto również próby zdefiniowania nowych funkcji klasyfikacyjnych z uwzględnieniem normalizacji względem powierzchni obiektów.

Przeprowadzone testy wykazały przydatność w klasyfikacji zdjęć MODIS danych uzyskanych w wyniku zastosowania analizy składowych głównych, określanej skrótem PCA (*Principal Components Analysis*). Jest to jedna z podstawowych metod cyfrowej analizy wielospektralnych zdjęć satelitarnych (Singh i Harrison, 1985; Lillesand i inni, 2004). Polega ona na liniowym przekształceniu kanałów, w wyniku którego definiowany jest nowy układ współrzęd-

nych w n-wymiarowej przestrzeni spektralnej. Na jego podstawie generowane są nowe kanały, które w porównaniu z oryginalnymi charakteryzują się niskim stopniem wzajemnej korelacji. Początkowo analiza PCA była wykorzystywana do tworzenia kontrastowych kompozycji barwnych pomocnych w interpretacji wizualnej oraz do redukcji liczby kanałów, na podstawie których wykonywana jest klasyfikacja. Obecnie jednym z zastosowań analizy PCA jest wykrywanie zmian pokrycia terenu, które można zaobserwować na zdjęciach pochodzących z różnych terminów. Coppin i inni (2004) podają szereg przykładów zastosowania analizy PCA w detekcji zmian wykonanych na podstawie zdjęć Landsat MSS i TM z lat 1984–1998.

Schemat opracowanego algorytmu klasyfikacyjnego przedstawiony jest na rysunku 1.

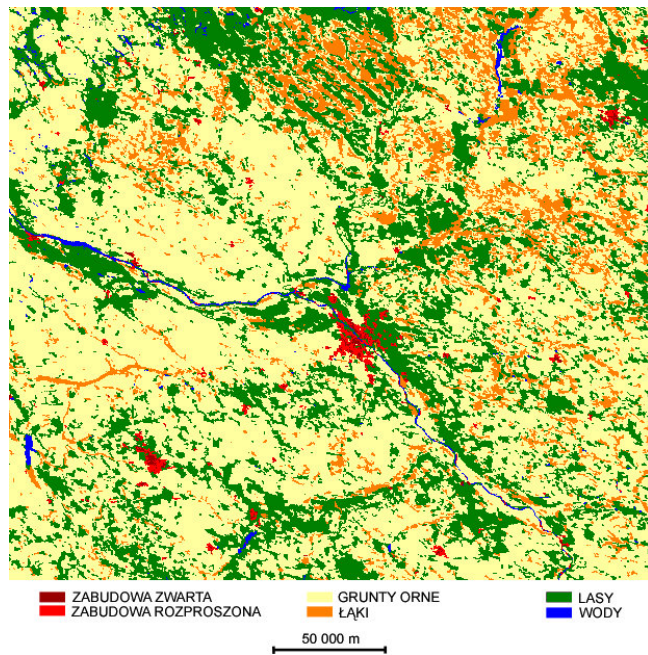


Rys. 1. Schemat klasyfikacji zdjęć MODIS

Danymi wejściowymi są kanały nr 1 i 2 związane z zakresem promieniowania czerwonego i bliskiej podczerwieni, pierwszego i drugiego zdjęcia MODIS. Na schemacie są one oznaczone jako R 109 i IR 109 dla pierwszego terminu oraz odpowiednio R 228 i IR 228 dla drugiego terminu rejestracji. Obok oryginalnych danych obrazowych w procesie klasyfikacji bierze udział kanał PC 2 (drugi kanał PCA) uzyskany w wyniku przetworzenia kanałów R i IR z obu terminów metodą PCA. Analiza PCA została wykonana poza oprogramowaniem eCognition. Wykorzystano w tym celu funkcje oprogramowania PCI Geomatica. Uzyskany obraz przedstawiony jest na rysunku 2. Zawiera on informacje związane ze zmiennością analizowanych danych w zakresach spektralnych R i IR.



Rys. 2. Kanał PC 2 uzyskany w wyniku przeprowadzenia analizy składowych głównych PCA kanałów R i IR zdjęć MODIS zarejestrowanych 19.04.2009 i 16.08.2009



Rys. 3. Obraz klasyfikacji wykonanej na podstawie zdjęć MODIS zarejestrowanych w dwóch terminach: 19.04.2009 i 16.08.2009

Pierwszym procesem algorytmu jest segmentacja, której zadaniem jest utworzenie obiektów reprezentujących rzeki i zbiorniki wodne. Jest ona wykonywana na podstawie tylko jednego kanału IR 109. Klasa „woda” jest klasyfikowana z podziałem na trzy podklasy. Kryteriami klasyfikacyjnymi są wartości progowe z kanału IR 109.

Druga segmentacja, obiektów niesklasyfikowanej jako „woda”, jest wykonywana na podstawie kanałów R i IR z obu terminów oraz kanału PC 2. Następnie kanał PC 2 jest wykorzystywany do podziału treści zdjęcia pod względem zmienności spektralnej w zakresie R i IR w czasie pierwszej i drugiej rejestracji. Do klas o małej zmienności należy zabudowa, lasy, tereny pozbawione roślinności oraz część terenów rolniczych. Większą zmiennością ( $PC\ 2 < 0$ ) charakteryzują się łąki oraz pozostałe tereny rolnicze.

Łąki rozpoznano z zastosowaniem wartości progowej dla kanału IR 228. Przyjęto założenie, że pozostałe obiekty spełniające warunek  $PC\ 2 < 0$  i nie będące łąkami są związane z terenami rolniczymi.

Zabudowa jest klasyfikowana na podstawie wartości progowych IR 109 i IR 228 oraz wartości NDVI z pierwszego terminu rejestracji zdjęć. Następnie ogólna klasa zabudowy jest dzielona na zabudowę zwartą i rozproszoną z zastosowaniem NDVI. Podział zabudowy jest poprzedzony segmentacją dzielącą obiekty zabudowy na pojedyncze piksele.

Pozostała część obiektów określonych na schemacie klasyfikacyjnym jako „nie zabudowa” reprezentuje głównie lasy oraz tereny rolnicze charakteryzujące się brakiem intensywnej pokrywy roślinnej w pierwszym i w drugim terminie wykonania zdjęć. Najpierw rozpoznawane są tereny rolnicze na podstawie wartości w kanałach IR 109 i IR 228 oraz NDVI. Niesklasyfikowane obiekty są przyporządkowywane do klasy lasów. Następnie obiekty, które nie spełniają warunków przynależności do lasów są zaliczane do terenów rolniczych z pokrywą roślinną w pierwszym i w drugim terminie.

Przyjęte zasady postępowania pozwalają na rozpoznanie 6 podstawowych klas pokrycia terenu. Końcowy obraz klasyfikacji przedstawiony jest na rysunku 3.

#### 4. OCENA WYNIKÓW

Ocena wyników została przeprowadzona przez porównanie klasyfikacji zdjęć MODIS z bazą danych o pokryciu i użytkowaniu ziemi CORINE CLC2006. Aby wykonanie tego rodzaju porównania było możliwe, dane klasyfikacyjne oraz wektorowa baza danych musiały zostać odpowiednio przygotowane. Obraz klasyfikacji przekształcono z odwzorowania sinusoidalnego ISIN, w którym są dystrybuowane zdjęcia MODIS, do układu współrzędnych 1992. Następnie wybrano fragment zdjęcia o wielkości  $932 \times 642$  pikseli przedstawiający teren o powierzchni  $37\ 396.5\ km^2$ . W przypadku bazy CLC2006 zmieniono format danych z wektorowego na rastrowy o geometrii ocenianego zdjęcia.

Baza CLC2006 zawiera szczegółowe wydzielenia trzeciego poziomu tematycznego legendy CORINE, który jest bardzo rozbudowany w porównaniu z sześcioma klasami rozpoznanymi w toku klasyfikacji. Z tego też względu przyjęto założenie porównania miejsc występowania tylko tych klas, które bezpośrednio sobie odpowiadają. Pozostałe klasy zostały pominięte, nie podjęto próby agregacji tematycznej klas. Macierz błędów utworzona na podstawie analizy atrybutów danych rastrowych przedstawiona jest w tabeli 2.

Całkowita dokładność klasyfikacji wyniosła 78%. Należy zwrócić uwagę, że dla zabudowy zwartej uzyskano zdecydowanie większą dokładność użytkownika niż producenta. Oznacza to, że miejsca występowania tej klasy na obrazie klasyfikacyjnym są prawidłowe,

równocześnie jednak w bazie danych CLC2006 występuje duża liczba wydzielen nierozpoznanych prawidłowo na zdjęciu MODIS. Wynika to nie tylko z błędów klasyfikacyjnych, lecz również z różnic w szczegółowości przestrzennej porównywanych danych. Powierzchnia piksela obrazu klasyfikacyjnego (6.25 ha) jest 4-razy mniejsza od jednostki kartowania programu CORINE (25 ha), równocześnie w wektorowej bazie danych występują wydzielenia o minimalnej szerokości 100 m, która jest 2.5 razy mniejsza od wymiaru piksela (250 m). Powoduje to, że dane satelitarne charakteryzują się mniejszym stopniem szczegółowości. Na ich podstawie nie można prawidłowo rozpoznać wydzielen o szerokości mniejszej niż 250 m. Jest to wyraźnie widoczne gdy wizualnie porównujemy zdjęcie MODIS i bazę CLC2006.

Największe błędy klasyfikacyjne związane są z klasami zabudowy. Znacząca część rozpoznanej zabudowy zwartej jest według CLC2006 zabudową rozproszoną. Błędy klasyfikacji zabudowy na zdjęciach MODIS wynikają z braku możliwości prawidłowego rozpoznania zabudowy rozproszonej o charakterze liniowym oraz zabudowy występującej w otoczeniu intensywnej roślinności. Ogólna klasa zabudowy została zdecydowanie lepiej rozpoznana niż jej podklasy. Sugeruje to konieczność modyfikacji zastosowanego kryterium podziału. Występują również istotne błędy rozróżnienia łąk i gruntów ornych. Zarazem jednak, według oceny wizualnej, bardzo dobrze rozpoznana jest większość łąk naturalnych wzdłuż cieków wodnych.

Tab. 2. Macierz błędów klasyfikacji zdjęć MODIS.  
Powierzchnie klas podane są w pikselach obrazu MODIS (250 × 250 m)

MODIS	CLC2006					
	wody	zabud. zwarta	zabud. rozprosz.	lasy	łąki	Grunty orne
wody	<b>2532</b>	3	15	161	168	65
zabudowa zwarta	107	<b>269</b>	985	27	28	81
zabudowa rozproszona	72	72	<b>4528</b>	229	137	237
lasy	909	1	4850	<b>100164</b>	4141	17597
łąki	43	0	607	1711	<b>26649</b>	16838
poła	360	13	11755	22005	26992	<b>259833</b>
Dokładność producenta	63%	75%	20%	81%	46%	88%
dokładność użytkownika	86%	18%	86%	78%	58%	81%

Dokładność całkowita 78%

## 5. PODSUMOWANIE

W przedstawionym sposobie postępowania informacje wykorzystywane w toku klasyfikacji zdjęć MODIS pozyskiwane są tylko na podstawie kanałów spektralnych zakresu czerwonego i podczerwonego o rozdzielczości 250 m.

Zastosowanie analizy składowych głównych pozwoliło na wykorzystanie w procesie klasyfikacyjnym danych będących syntezą zmian spektralnych klas pokrycia terenu

w dwóch terminach rejestracji zdjęć. Drugi kanał PC 2 wykorzystano w procesie segmentacji oraz w rozpoznaniu klas pokrycia terenu.

Na uwagę zasługuje stosunkowo dobre rozpoznanie terenów zabudowanych (bez podziału na podklasy), co ze względu na stopień ich niejednorodności spektralnej nie jest zadaniem prostym, zwłaszcza w przypadku zdjęć o niskiej rozdzielczości przestrzennej.

Opracowany sposób postępowania powinien pozwolić na uzyskanie zbliżonych rezultatów również na podstawie innej pary zdjęć.

Osiągnięte wyniki, wstępnych prac związanych z klasyfikacją obiektową zdjęć MODIS, można uznać za zadawalające. Oceniając je należy pamiętać o niskiej rozdzielczości analizowanych danych.

## 6. LITERATURA

Bagan H., Wang Q., Watanabe, Yang Y., MA J., 2005. Land cover classification from MODIS EVI times-series data using SOM neural network. *International Journal of Remote Sensing*, vol. 26, No 22, p. 4999–5012.

Bontemps S., Bogaert P., Titeux N., Defourny P., 2008. An object-based change detection method accounting for temporal dependences in time series with medium to coarse spatial resolution. *Remote Sensing of Environment*, vol. 112, pp. 3181–3191.

Colditz R. R., 2007. Time Series Generation and Classification of MODIS Data for Land Cover Mapping. *Dissertation zur Erlangung des naturwissenschaftlichen Doktorgrades der Julius-Maximilians-Universität Würzburg*.

Coppin P., Jonckheere I., Nackaerts K., Muys B., 2004. *Digital change detection methods in ecosystem monitoring: a review*. Int. J. Remote Sensing, Vol. 25, No 9, p. 1565–1596.

Friedl M.A., McIver D.K., Hodges J.C.F., Zhang X.Y., Muchoney D., Strahler A.H., Woodcock C.E., Gopal S., Schneider A., Cooper A., Baccini A., Gao F., Schaaf C., 2002. Global land cover mapping from MODIS: algorithms and early results. *Remote Sensing of Environment*, 83 p. 287–302.

Gao Y., Mas J.F., Navarrete A., 2009. The improvement of an object-oriented classification using multi-temporal MODIS EVI satellite data. *International Journal of Digital Earth*, Volume 2, Issue 3 September 2009, p. 219–236

Lewińska K. E., 2009. Land cover classification using multi-temporal MODIS satellite data. *Annals of Geomatics* vol. 7 no. 2 (32), s. 75–81.

Lewiński St., 2006a. Land use classification of ASTER image – Legionowo test site. *Proceedings of the 25<sup>th</sup> Symposium of the European Association of Remote Sensing Laboratories*, Porto, Portugal, 6-9 June 2005. Global Developments in Environmental Earth Observation from Space, p. 441–447.

Lewiński St., 2006b. Rozpoznanie form pokrycia i użytkowania ziemi na zdjęciu satelitar-nym Landsat ETM+ metodą klasyfikacji obiektowej. *Roczniki Geomatyki*, Polskie Towarzystwo Informatyki Przestrzennej, t. IV, z. 3, s. 139–150, Warszawa.

Lewiński St., 2007a. Porównanie klasyfikacji obiektowej z tradycyjną klasyfikacją pikselową z punktu widzenia automatyzacji procesu tworzenia bazy danych o pokryciu i użytkowaniu terenu. *Roczniki Geomatyki*, Polskie Towarzystwo Informatyki Przestrzennej, t. V, z. 1, Warszawa, s. 63–70.

Lewiński St., 2007b. Obiektowa klasyfikacja zdjęć satelitarnych jako metoda pozyskiwania informacji o pokryciu i użytkowaniu ziemi. *Instytut Geodezji i Kartografii, Seria Monograficzna* nr 12, s. 125.



- Lewiński St., Bochenek Z., 2009. Rule-based classification of SPOT imagery using object-oriented approach for detailed land cover mapping. *Proceedings of the 28th EARSeL Symposium "Remote sensing for a changing Europe"*, Istanbul, Turkey, 2-5 June 2008.
- Lillesand T. M., Kiefer R. W., Chipman J. W., 2004. *Remote sensing and image interpretation*. 5<sup>th</sup> edition. Wiley.
- Singh A., Harrison A., 1985. Standardized Principal Components. *International Journal of Remote Sensing*, vol. 6, p. 883–896.
- Xia Z., Rui S., Bing Z., Qingxi T., 2008. Land cover classification of the North China Plain using MODIS EVI time series. *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing* 63, p. 476–484.
- Zhan X., Sohlberg R.A., Townshend J.R.G., DiMiceli C., Carroll M.L., Eastman J.C., Hansen M.C., DeFries R.S., 2002. Detection of land cover changes using MODIS 250 m data. *Remote Sensing of Environment*, 83, s. 336–350.

### **OBJECT BASED CLASSIFICATION OF MIDDLE RESOLUTION MODIS SATELLITE IMAGE, FIRST RESULTS**

KEY WORDS: MODIS, object oriented classification, land cover, PCA

SUMMARY: The article presents preliminary results of object based classification of multispectral middle resolution MODIS satellite images. In order to use information about spectral diversity of land cover classes, two MODIS Terra images, registered in April and August 2009, were analysed simultaneously. As the study area, a polygon of 85 267 km<sup>2</sup> situated in central Poland was selected. Within its borders all typical classes of Polish land cover can be found.

The object oriented classification was performed using red and infrared bands of both images. Additionally, channel PC 2 obtained as an outcome of the Principal Component Analysis, was incorporated into the classification as one of the main features for discrimination of land cover classes.

The first segmentation is prepared only for classification of water bodies. Next segmentation of the rest of the scene is done, and after that the object domain is divided into two parts characterized by high and low values of PC 2 channel. Using consecutive processes inside the first part of the object domain, the objects were classified as: urban areas, forest and agriculture areas. Grasslands and other agriculture areas are recognized in the second part of the object domain.

The applied classification rules, based on threshold values of the bands R, IR, PC 2 and NDVI index, allow detection of six basic land cover classes: water, dense urban areas, spread urban areas, forest, agricultural area and grassland. The accuracy assessment of the final classification was done using the CORINE CLC2006 datasets. Before determining the error matrix, the classification image was re-projected from Sinusoidal into the 1992 coordinate system while the vector data base CLC2006 was exported to the raster format. The overall accuracy was estimated at the level of 78%.

dr hab. inż. Stanisław Lewiński  
e-mail: stanislaw.lewinski@igik.edu.pl  
telefon: 22 3291 976  
fax: 22 3291 950