

## Teledetekcja użytków zielonych z zastosowaniem komercyjnego oprogramowania ERDAS i wolnego ILWIS

*Grasslands remote sensing using proprietary ERDAS and free ILWIS*

Krzysztof KOSIŃSKI

Grasslands exist under anthropogenic pressure, which is differ in space and time. The aim of the grasslands remote sensing is the large scale monitoring anthropogenic changes in vegetation cover. Grasslands are differ in the large topographic scale, therefore object approach is recommended. The problem is: How to perform object classification without specialized proprietary software e.g. Definiens? The solution is semi-automated object classification, which is performed in the two separate steps: image segmentation and segment classification.

The new approach is the landscape-vegetation complex: a small geobotanical unit of two hundred meters to one kilometer

in length. A landscape-vegetation complex consists of both natural/semi-natural (plant communities, terrain relief) and anthropogenic (ditches) components. Semi-automated methods of grasslands segmentation based on Landsat ETM+ bitemporal panchromatic data are presented.

Proprietary ERDAS and free ILWIS suitability is discussed. Segment classification based on length, area and perimeter measurement is accessible in the both systems. However, hypothesis is falsified of the two image segmentation methods compatibility: ERDAS *Region growing* and ILWIS *Fill Sinks*. Therefore ERDAS classification algorithms are not appropriate to ILWIS.

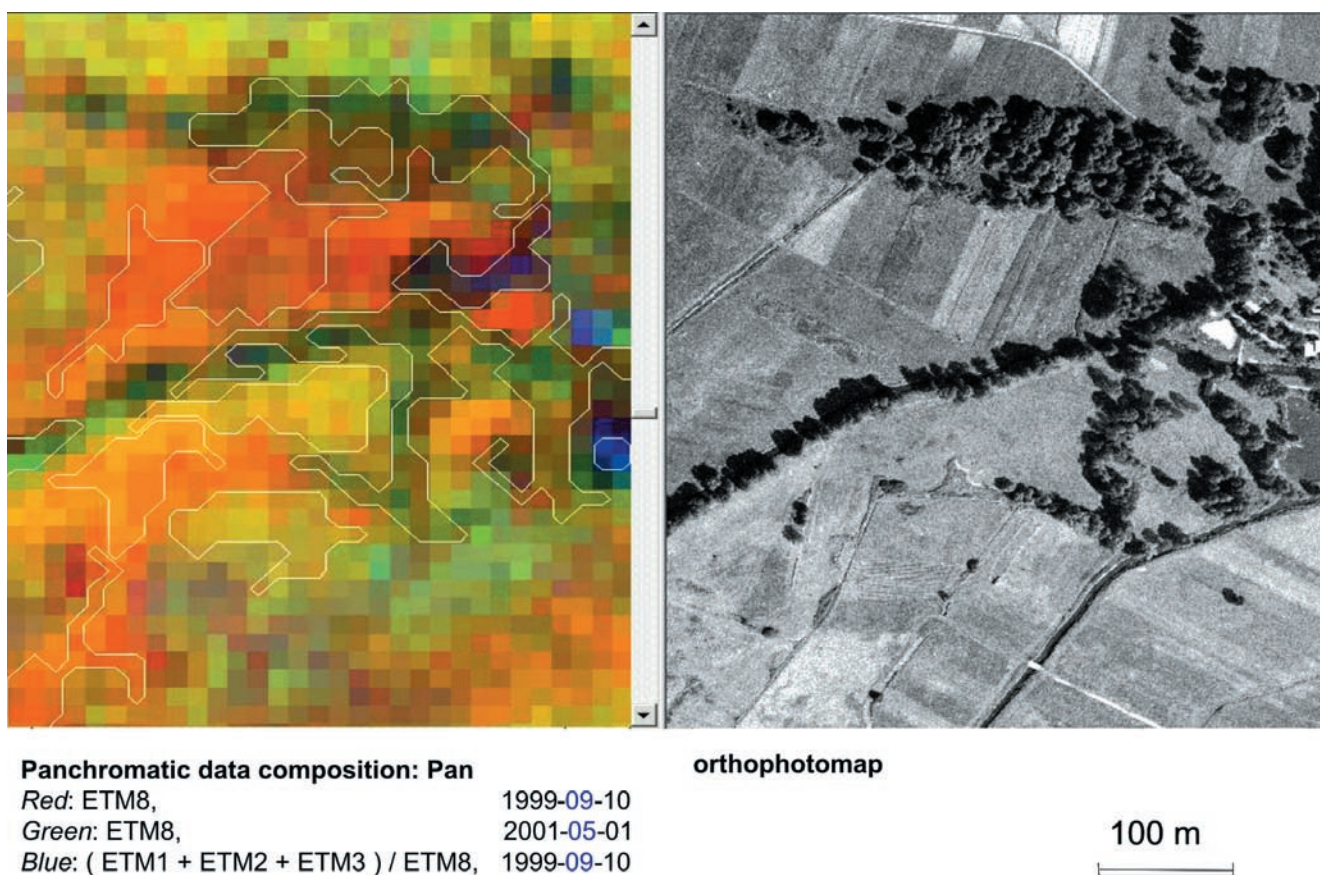
### Wstęp

Użytki zielone kształtują się pod presją antropogeniczną, która wykazuje znaczną zmienność w czasie i przestrzeni. Jednym z głównych celów teledetekcji użytków zielonych jest wielkoskalowy monitoring antropogenicznych zmian szaty roślinnej. Z uwagi na drobnopowierzchniowy charakter mozaiki zbiorowisk łąkowych, zalecane jest podejście obiektowe: na obrazowaniu satelitarnym wyodrębnić się w obszarze użytków zielonych kompleksy przestrzenne, które poddaje się klasyfikacji.

Istnieje komercyjne oprogramowanie przeznaczone do klasyfikacji obiektowej obrazowań satelitarnych, wytworzone przez Definiens (DEFINIENS. Understanding Images, 2008) oraz tegoroczny produkt Leica Geosystems (IMAGINE Objective, 2008). Przed użytkowaniem wolnego GIS oraz starszych wersji oprogramowania z rodziny ERDAS Imagine stoi problem: jak prowadzić klasyfikację obiektową bez specjalnie do tego przeznaczonego oprogramowania.

Rozwiązaniem problemu może być metoda półautomatycznej klasyfikacji obiektowej, z wykorzystaniem analizy klastrowej dostępnej w pakiecie ERDAS Imagine 8.2. W odróżnieniu od automatycznej klasyfikacji obiektowej, gdzie segmentacja obrazu może przebiegać równoległe z klasyfikacją, metoda półautomatyczna zakłada postępowanie w dwóch etapach: 1) wydzielenie segmentów obrazu jako reprezentacji przestrzennych kompleksów przyrodniczych, 2) klasyfikacja segmentów na podstawie cech takich jak np. wartości odbicia w kanałach spektralnych lub panchromatycznych (Kosiński, 2005), wielkość i kształt segmentów (Kosiński, Hoffmann-Niedek, 2006).

Należy mieć na uwadze, że wielkość powierzchni próbnej reprezentującej kompleks przestrzenny ma znaczący wpływ na wynik klasyfikacji. Liczba jednostek typologicznych pokrycia i użytkowania ziemi rośnie przy malejącej wielkości powierzchni próbnej. W analizowanym przez J. Wu et al. (2002) przypadku krajobrazu poddanego silnej presji antropogenicznej zaznaczają się wartości progowe reprezentujące dwa



Ryc 1. Półautomatyczne (*Region growing*) wydzielenie segmentów obrazu satelitarne (z lewej) jako reprezentacji kompleksów krajobrazowo-roślinnych (ortofoto z prawej).

Fig. 1. *Semiautomated (Region growing) distinguishing image segments (on the left) as landscape vegetation complexes (see orthophoto on the right).*

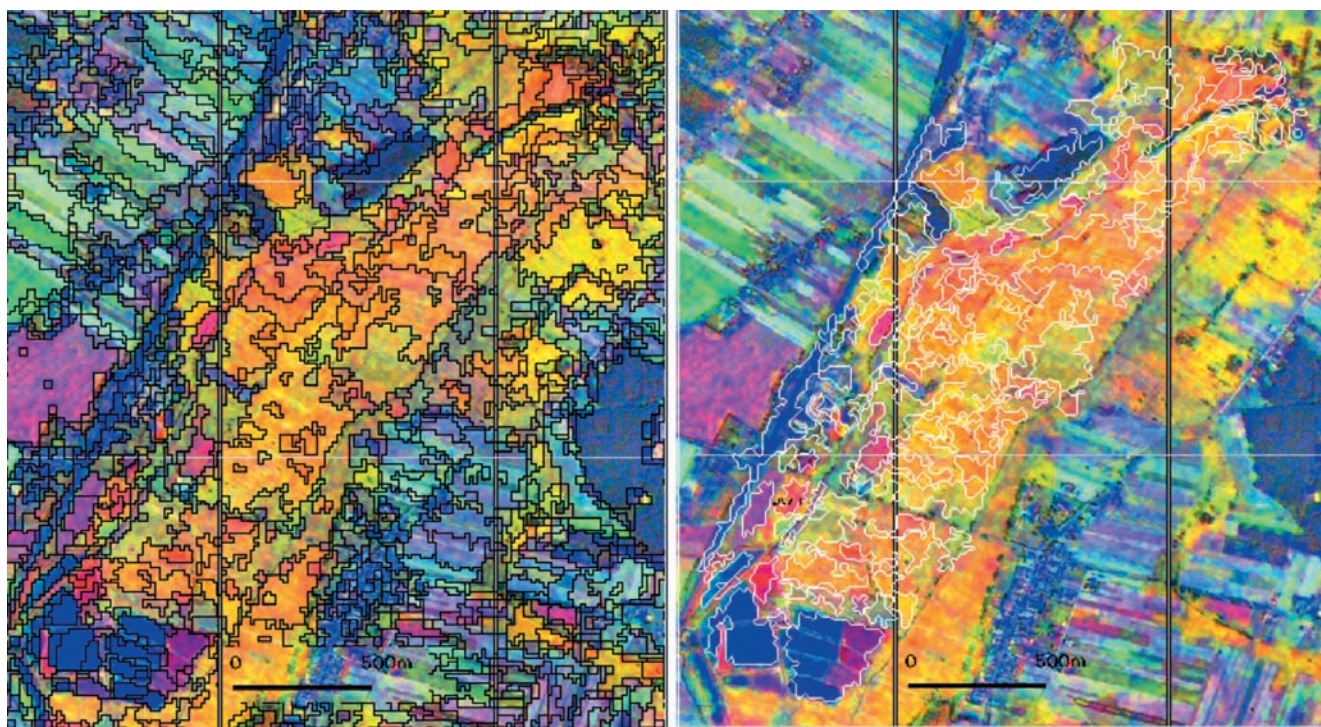
poziomy integracji przestrzennej mozaiki krajobrazowej: 15 jednostek przy wymiarze liniowym 1500 m i 23 jednostki (liczba maksymalna) przy polu podstawowym 500 m.

Na użytkach zielonych Równiny Piotrkowskiej podjęto próbę analizy kompleksów przestrzennych o rozciągłości rzędu kilkuset metrów, wydzielanych jako kombinacja komponentów naturalnych i półnaturalnych (szata roślinna jako mozaika fitocenoz oraz zadrzewień i zakrzewień, morfologia terenu, wody powierzchniowe, w tym zbiorniki astatyczne) oraz sztucznych (szczegółowe urządzenia melioracyjne z uwzględnieniem ich stanu technicznego). Jednostki takie, określane jako kompleksy krajobrazowo-roślinne, można wydzielać na dwuczłonowych obrazach satelitarnych z wykorzystaniem materiałów pomocniczych, jak zdjęcia lotnicze, mapy topograficzne (Ryc. 1). Kompleksy krajobrazowo-roślinne mogą być interpretowane i wydzielane manualnie, bądź z zastosowaniem półautomatycznej segmentacji obrazu metodą *Region growing* pod kontrolą wizualną (Kosiński, Hoffmann-Niedek, Zawila, 2006). Piksel startowy, od którego zaczyna się *Region growing*, może być wybierany w lokalnym ekstremum wartości składowych barwnych obrazu lub w minimum ich gradientu (Schneider, Steinwendner, 1999, Kosiński, 2007).

Zazwyczaj segmentację obrazów satelitarnych dla potrzeb klasyfikacji użytków zielonych prowadzi się z podziałem zupełnym obrazu (Yu, 2006). Taki sposób segmentacji dostępny jest w pakiecie ERDAS Imagine 9.2. W takim przypadku, jeśli granice krajobrazowe są nieostre, charakterystyki spektralne obiektów są skażone wartościami pikseli zlokalizowanych w strefach przejścia między obiektami. Wg D. E. Jelinskiego i J. Wu (1996) zwiększenie długości powierzchni próbnej (przy niezmiennym polu powierzchni) powyżej 500–1 700 m (zależnie od przestrzennej orientacji), powoduje spadek autokorelacji przestrzennej dla użytków zielonych. Spadek autokorelacji przestrzennej w świetle widocznych w materiale J. Wu et al. (2002) wartości progowych wydaje się mieć źródło we wkraczaniu powierzchni próbnych w strefy przejścia między kompleksami.

#### Materiał i metoda

Dla potrzeb teledetekcji użytków zielonych kompleksy krajobrazowo-roślinne wydzielano z niezupełnym podziałem obrazu, pozostawiając strefy przejścia między obiektami jako tło. Kompleksy wydzielano na kompo-



Ryc. 2. Segmentacja automatyczna (z lewej) i segmentacja półautomatyczna metodą *Region growing* (z prawej) obrazu satelitarnego: Red: ETM8, 1999-09-10; Green: ETM8; 2001-05-01; Blue: ( ETM1 + ETM2 + ETM3 ) / ETM8, 1999-09-10, w podkładzie obraz po *Resolution merge* z ortofotomapą lotniczą.

Fig. 2. Satellite image ( Red: ETM8, 1999-09-10; Green: ETM8; 2001-05-01; Blue: ( ETM1 + ETM2 + ETM3 ) / ETM8, 1999-09-10 ) automated segmentation (left) and semiautomated *Region growing* (right). Satellite image and orthophoto *Resolution merge* in the background.

zycji danych panchromatycznych pozyskanych z dwóch zdjęć Landsat ETM+ wykonanych w różnych okresach wegetacyjnych (1999-09-10, 2001-05-01), o rozdzielczości określonej wymiarem terenowym piksela 15 m (Ryc. 2). W metodzie półautomatycznego wydzielenia kompleksów krajobrazowo-roślinnych wykorzystano dostępną w ERDAS Imagine procedurę *Region growing* z opcją *Update Region Mean* (Kosiński, 2005). *Region growing* iteracyjnie grupuje piksele wg kryterium granicznej odległości euklidesowej w przestrzeni wartości kanałów. Obliczana jest odległość piksela kandydującego od piksela startowego (w pierwszej iteracji) lub (w następnych iteracjach) piksela kandydującego od uśrednionej charakterystyki pikseli zgrupowanych w poprzedniej iteracji. Odległość euklidesową oblicza się jako średnią kwadratową różnic w trzech kanałach zobrazowania satelitarnego.

Poszukiwano podobnie działających procedur, dostępnych w pakiecie ILWIS. W tym celu wykonano analizę trendu dla każdego z trzech kanałów kompozycji danych panchromatycznych. Wykorzystano zespół dwunastu filtrów kierunkowych o matrycy 7×7 pikseli. Wartość trendu przyjmowano jako maksimum z dwunastu kierunków. Ogólny trend obliczono jako sumę kwadratów wartości trendu w poszczególnych kanałach.

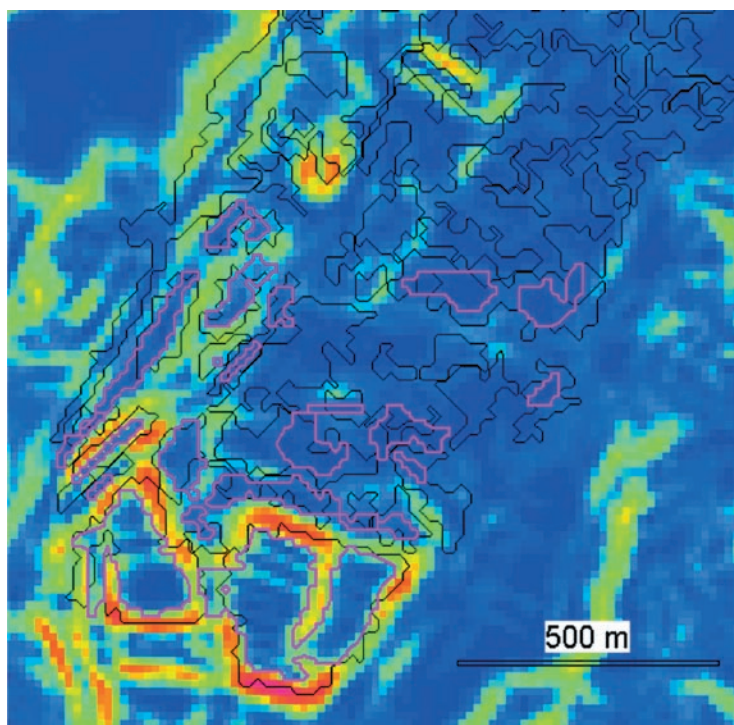
Ponieważ zarówno odległość euklidesowa (w przestrzeni wartości kanałów), jak i obliczony w powyższy sposób trend, odwołują się do sumy kwadratów zmiany

(w przestrzeni fizycznej) wartości w poszczególnych kanałach, podjęto próbę zastąpienia procedury *Region growing* analizą trendu. Zmierzano do wydzielenia obszarów względnie jednorodnych (niska wartość trendu) odgraniczonych od obiektów sąsiednich strefą przejścia, w której wartości trendu są wyższe. Podjęto próbę wykorzystania procedury *Fill Sinks* pakietu ILWIS. Postawiono hipotezę o zgodności przestrzennej segmentów wydzielanych procedurą *Region growing* i *Fill Sinks*.

### Wyniki z analizą krytyczną

Wyniki prób wykorzystania analizy trendu i procedury *Fill Sinks* do wydzielenia kompleksów krajobrazowo-roślinnych na użytkach zielonych porównano z wynikami segmentacji metodą *Region growing* (Ryc. 3). Stwierdzono kilka przypadków:

- 1) segmenty z *Fill Sinks* są zbliżone przestrzennie do segmentów z *Region growing*,
- 2) segmentowi z *Region growing* odpowiada więcej niż jeden segment z *Fill Sinks*,
- 3) segment z *Fill Sinks* jest podobnej wielkości, lecz zajmuje inne położenie, niż segment z *Region growing*,
- 4) segment z *Fill Sinks* jest mniejszy, niż segment z *Region growing* (w przypadku granicznym segment z *Fill Sinks* zawiera dokładnie jeden piksel),



Ryc. 3. Segmentacja obrazu satelitarnego (ETM8, 1999-09-10; ETM8, 2001-05-01; (ETM1 + ETM2 + ETM3) / ETM8, 1999-09-10) z zastosowaniem ERDAS (*Region growing*: czarne linie) i ILWIS (analiza trendu, *Fill Sinks*: purpurowe linie) na podkładzie rastra trendu (kolor niebieski – wartości najwyższe, czerwony – najniższe).

Fig. 3. Satellite image (ETM8, 1999-09-10; ETM8, 2001-05-01; (ETM1 + ETM2 + ETM3) / ETM8, 1999-09-10) segmentation using ERDAS (*Region growing*: black lines) and ILWIS (trend analysis, *Fill Sinks*: magenta lines) on the background of trend raster (blue – the higher values, red – the lower).

5) segment z *Fill Sinks* odpowiadający segmentowi z *Region growing* nie daje się wygenerować.

Wprawdzie *Region growing* operuje średnią kwadratową, a do analizy trendu wzięto sumę kwadratów, lecz ta odmienność wpływa tylko na sposób rozciągnięcia wartości wynikowych. Przyczyny niezgodności wyników segmentacji można szukać w odmienności matrycy filtrów kierunkowych (7×7 pikseli) od analizy dwóch pikseli sąsiadujących w pierwszej iteracji procedury *Region growing*. Jednak w następnych iteracjach piksel kandydujący jest porównywany z uśrednioną charakterystyką segmentu, którego wielkość w końcowych iteracjach znacznie przekracza podwojoną wielkość piksela (2×15 m).

### Podsumowanie i wnioski

Porównanie możliwości zastosowania pakietów ERDAS Imagine i ILWIS w teledetekcji użytków zielonych przedstawiono w tabeli 1. ILWIS udostępnia narzędzia do półautomatycznej klasyfikacji obiektowej jedynie na podstawie cech morfometrycznych. Stąd należy odrzucić hipotezę o kompatybilności segmentacji metodą *Region growing* pakietu ERDAS Imagine i procedurą *Fill Sinks* pakietu ILWIS, ze względu na możliwości późniejszej klasyfikacji. Do klasyfikacji segmentów utworzonych pod kontrolą systemu ILWIS nie można wprost wykorzystać

**Tabela 1.** Teledetekcja użytków zielonych z zastosowaniem komercyjnego pakietu ERDAS i wolnego ILWIS

Table 1. Grasslands remote sensing using proprietary ERDAS or free ILWIS

	ERDAS	ILWIS
KLASYFIKACJA PIKSELOWA <i>PIXEL CLASSIFICATION</i>	Dostępna <i>Accessible</i>	Dostępna <i>Accessible</i>
PÓŁAUTOMATYCZNA KLASYFIKACJA OBIEKTOWA <i>SEMIAUTOMATED OBJECT CLASSIFICATION</i>		
Segmentacja obrazu <i>Image segmentation</i>	ERDAS Imagine v. 8.2 – półautomatyczna ( <i>Region growing</i> ), v. 9.2 – automatyczna ERDAS Imagine v. 8.2 – <i>semiautomated (Region growing)</i> , v. 9.2 – <i>automated</i>	Półautomatyczna (analiza trendu z zastosowaniem edytowalnych filtrów kierunkowych i skryptów; <i>Fill Sinks</i> ) <i>Semiautomated (trend analysis using editable linear filters &amp; scripts; Fill Sinks)</i>
Wybór piksela startowego <i>Start pixel preselection</i>	Filtr odchylenia standardowego, edytowalne filtry liniowe, skrypty <i>Standard Dev. filters &amp; editable linear filters &amp; scripts</i>	System nie żąda wskazania piksela startowego. <i>Start pixel selection not required</i>
Analiza klastrów <i>Cluster analysis</i>	Dostępna <i>Accessible</i>	Analiza rozkładu pojedynczych pikseli: niezadowolająca <i>Pixel based analysis: unsatisfactory</i>
Analiza wielkości i kształtu <i>Size &amp; shape analysis</i>	Pomiar długości, pola powierzchni i obwodu obiektów <i>Segment length, area, perimeter measurement</i>	Pomiar długości, pola powierzchni i obwodu obiektów <i>Segment length, area, perimeter measurement</i>

algorytmów opracowanych dla segmentów wydzielonych za pomocą systemu ERDAS Imagine.

## Literatura

- DEFINIENS. Understanding Images, 2008, <http://www.definiens.com>
- Wu et al., 2002, Empirical patterns of the effects of changing scale on landscape metrics. *Landscape Ecology* 17: 761–782, 2002. 761. Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands. [http://leml.asu.edu/jingle/Web\\_Pages/Wu\\_Pubs/PDF\\_Files/Wu\\_scalograms1\\_2002.pdf](http://leml.asu.edu/jingle/Web_Pages/Wu_Pubs/PDF_Files/Wu_scalograms1_2002.pdf).
- Dennis E. Jelinski and Jianguo Wu, 1996, The modifiable areal unit problem and implications for landscape ecology. *Landscape Ecology*, vol. 11 no. 3 pp 129–140. <http://landscape.forest.wisc.edu/landscapeecology/articles/v11i02p129.pdf>.
- IMAGINE Objective, 2008, <http://gi.leica-geosystems.com/LGI-Sub1x539x0.aspx>. W: Leica Geosystems. [http://www.leica-geosystems.com/corporate/en/lgs\\_405.htm](http://www.leica-geosystems.com/corporate/en/lgs_405.htm)
- Kosiński K., 2005, Zastosowanie procedury Region Growing w klasyfikacji użytków zielonych na podstawie zdjęć Landsat ETM+. *Roczniki Geomatyki*. T. 3, z. 2. P. 69–76.
- Kosiński K., 2007, Zastosowanie cech strukturalnych obrazu Landsat ETM+ w klasyfikacji obiektowej kompleksów krajobrazowo-roślinnych. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*. Vol. 17a. P. 385–394
- Kosiński K., Hoffmann-Niedek A., 2006, Zastosowanie analizy wielkości i kształtu w klasyfikacji użytków zielonych na zdjęciach Landsat ETM+. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, Vol. 16. URL: [http://www.sgp.geodezja.org.pl/ptfit/wydawnictwa/jablonki/jablonki2006/Kosi%F1ski\\_Hoffman\\_Zastosowanie.pdf](http://www.sgp.geodezja.org.pl/ptfit/wydawnictwa/jablonki/jablonki2006/Kosi%F1ski_Hoffman_Zastosowanie.pdf)
- Kosiński K., Hoffmann-Niedek A., Zawila A., 2006, Wydzielenie kompleksów krajobrazowo-roślinnych na zdjęciach Landsat ETM+ z zastosowaniem procedury Region Growing. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*. Vol. 16. URL: [http://www.sgp.geodezja.org.pl/ptfit/wydawnictwa/jablonki/jablonki2006/Kosi%F1ski\\_%20et\\_al\\_Wydzialanie.pdf](http://www.sgp.geodezja.org.pl/ptfit/wydawnictwa/jablonki/jablonki2006/Kosi%F1ski_%20et_al_Wydzialanie.pdf).
- Schneider W., Steinwendner J., 1999, Land cover mapping by interrelated segmentation and classification of satellite images. *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, Vol. 32, Part 7-4-3 W6, Valladolid, Spain, 3–4 June, 1999. URL: [http://www.data-fusion.org/ps/sig/meeting/Spain99ps/schneider\\_werner.pdf](http://www.data-fusion.org/ps/sig/meeting/Spain99ps/schneider_werner.pdf)
- Yu Qian et al., 2006, Object-based Detailed Vegetation Classification with Airborne High Spatial Resolution Remote Sensing Imagery. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, Vol. 72, No. 7, July 2006, pp. 799–811. <http://www.geo.umass.edu/faculty/yyu/YuPERS2006.pdf>



Dr Krzysztof Kosiński uzyskał w 1980 roku tytuł magistra biologii ze specjalnością: biologia środowiskowa na Wydziale Biologii Uniwersytetu Warszawskiego. W 2000 roku obronił na Wydziale Leśnym SGGW pracę doktorską wykonaną pod kierunkiem J. Mozgawy. Po ukończeniu studiów magisterskich pracował w Instytucie Badańczym Leśnictwa i w Instytucie Kształtowania Środowiska, obecnie w Instytucie Melioracji i Użytków Zielonych oraz w Wyższej Szkole Przedsiębiorczości i Rozwoju Regionalnego. Zajmuje się teledetekcją szaty roślinnej. Adres: 05-090 Raszyn, Falenty, Al. Hrabaska 3; tel. +48 22 7200531 w. 205; e-mail: k.kosinski@imuz.edu.pl