

**ZASTOSOWANIE ANALIZY WIELKOŚCI I KSZTAŁTU
W KLASYFIKACJI UŻYTKÓW ZIELONYCH
NA ZDJĘCIACH LANDSAT ETM+**

**THE APPLICATION OF THE SIZE AND SHAPE ANALYSIS
IN MEADOW CLASSIFICATION ON LANDSAT ETM+ IMAGES**

Krzysztof Kosiński, Anna Hoffmann-Niedek

Institut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach

SŁOWA KLUCZOWE: segmentacja obrazu, kształt, wielkość, klasyfikacja, użytkowanie łąk

STRESZCZENIE: W naturalnym procesie widzenia z obrazu wydzielane są względnie jednorodne segmenty (Laliberte *et al.*, 2004). Analizowane są takie cechy segmentów, jak kolor, tekstura, częstotliwość przestrzenna, położenie, wielkość, kształt, orientacja, ruch, efekt stereo (Zipser, Lamme, Shiller, 1996; Bach M., Meigen T., 1999; Jacob P., 2003). Znaczenie koloru w wizualnej interpretacji użytków zielonych na zdjęciach Landsat ETM+ można ocenić na podstawie analizy porównawczej składowych barwnych segmentów obrazu. Analiza barwna kompleksów krajobrazowo-roślinnych wydzielonych na mapie satelitarnej doliny Luciąży pozwala wyróżnić cztery kategorie użytków zielonych (Kosiński, 2005). Celem pracy jest określenie znaczenia wielkości i kształtu kompleksów w interpretacji użytków zielonych. Praca jest kontynuacją badań w dolinie Luciąży na Równinie Piotrkowskiej. Kompleksy krajobrazowo-roślinne (jednostki geobotaniczne w randze przestrzennej uroczyska) wydzielano na kompozycji dwóch zdjęć Landsat ETM+. Do delimitacji kompleksów zastosowano interaktywne grupowanie pikseli metodą *Region Growing*. Analiza wielkości i kształtu wydzielonych w ten sposób segmentów obrazu pozwala odróżnić łąki użytkowane na siedliskach świeżych od pozostałych użytków zielonych, roślinności darniowej i muraw. Wg dobranych empirycznie kryteriów jedenaście spośród trzynastu badanych kompleksów tego typu było prawidłowo sklasyfikowanych. Spośród pozostałych 39 kompleksów użytków zielonych 37 zostało zakwalifikowanych prawidłowo. Połączenie wyników klasyfikacji wg składowych barwnych z klasyfikacją wg wielkości i kształtu pozwala dobrać parametry klasyfikacji pozwalającej wyeliminować błędy operatora w klasyfikacji łąk użytkowanych na siedliskach świeżych. Wyniki wymagają weryfikacji na szerszym materiale, w szczególności rozszerzenia badań na inne mezoregiony.

1. WSTĘP

W naturalnym procesie widzenia z obrazu wydzielane są względnie jednorodne fragmenty, które określa się jako obiekty lub segmenty obrazu (Laliberte *et al.*, 2004). Ludzki system widzenia analizuje takie cechy segmentów, jak kolor, tekstura, częstotliwość przestrzenna, położenie, wielkość, kształt, orientacja, ruch, efekt stereo (Zipser, Lamme, Shiller, 1996; Bach, Meigen, 1999; Jacob, 2003 – autorzy powołują się na wyniki badań

nad systemem widzenia u małp *Macaca mulatta*, który przyjmuje się za model ludzkiego systemu widzenia). Jedne z wymienionych cech (np. wielkość, kształt, położenie) wykorzystywane są do przestrzennej lokalizacji obiektów, inne (np. kolor, tekstura) wyłącznie do ich rozpoznawania (Jacob, 2003). Znaczenie koloru w wizualnej interpretacji użytków zielonych na zdjęciach Landsat ETM+ można ocenić na podstawie analizy porównawczej składowych barwnych segmentów obrazu. Analiza barwna kompleksów krajobrazowo-roślinnych wydzielonych na mapie satelitarnej doliny Luciąży pozwala wyróżnić cztery kategorie użytków zielonych (Kosiński, 2005). Celem pracy jest określenie znaczenia wielkości i kształtu kompleksów w interpretacji użytków zielonych.

2. MATERIAŁ I METODA

Praca jest kontynuacją badań w dolinie Luciąży na Równinie Piotrkowskiej. Na kompozycji dwóch zdjęć Landsat ETM+ wydzielano kompleksy krajobrazowo-roślinne (Matuszkiewicz, 1990, 1992; Richling, Solon, 2002). Są to jednostki geobotaniczne w randze przestrzennej uroczyska (Czarnecki, 1972; Kondracki, 1976; Richling, 1979, 1993; Kot, 2000) lub nanochory (Haase, 1989; Syrbe, 1996). Wykorzystano dwa zdjęcia wykonane 10 września 1999 i 1 maja 2001, z których wykonano kompozycję barwną RGB: $ETM(8)_{1999.09.10}, ETM(8)_{2001.05.01}, (ETM(1)_{1999.09.10} + ETM(2)_{1999.09.10} + ETM(3)_{1999.09.10}) / ETM(8)_{1999.09.10}$. Jako materiał pomocniczy zastosowano fotomapę lotniczą w tonach szarości i mapę topograficzną.

Delimitację kompleksów przeprowadzono metodą interaktywnego grupowanie pikseli z zastosowaniem procedury *Region Growing*. Do generowania i pomiaru segmentów obrazu użyto pakietu ERDAS IMAGINE (Kosiński, 2005). Utworzone w ten sposób obiekty poddano klasyfikacji.

Przewagi klasyfikacji obiektowej nad tradycyjną, bazującą na pojedynczych pikselach, upatrywać można w tym, że piksele grupowane są w obiekty, dla których już na pierwszym etapie segmentacji obliczane są liczne charakterystyki (Wężyk, Bednarczyk, 2005). Klasy tworzone są na podstawie takich cech obiektów, jak odbicie spektralne, kształt, wielkość, sąsiedztwo, tekstura, parametry statystyczne (Lewiński, 2005).

Do klasyfikacji opartej na analizie kształtu użyto charakterystyk o znanym sensie ekologicznym. Do najważniejszych wskaźników kształtu geokompleksów zdaniem Pietrzaka, 1989 należy: obwód i dłuższa oś, a także miernik kolistości postaci $Mc = 1.273A : 2$ i wskaźnik zwartości $EO = 4A : PL$, gdzie: A – powierzchnia geokompleksu, P – obwód, L – długość dłuższej osi.

Solon wg (Richling, Solon, 2002) w celu określenia kształtu jednostek przestrzennych roślinności w okolicach jeziora Wigry, stosował wzór $W = P : 3.545\sqrt{A}$, gdzie: P – obwód, A – powierzchnia geokompleksu. Analiza wykazała, że jednostki najbardziej wydłużone są związane z siedliskami wilgotnymi, niezależnie od sposobu użytkowania terenu. Płaty o kształcie zbliżonym do kolistej obejmują zarówno półnaturalne zbiorowiska łąkowe na stosunkowo suchych zboczach i wierzchołkach, jak również antropologiczne układy polne, ruderalne i porębowe, występujące na różnych siedliskach (Richling, Solon, 2002).

Analiza kształtów lokalnych kompleksów fitocenoz także wykazuje, że najbardziej wydłużone układy związane są z siedliskami wilgotnymi (Solon, 1988; Richling, Solon, 2002).

Hipoteza robocza: Kompleksy krajobrazowo-roślinne użytków zielonych i zadarnień można sklasyfikować na podstawie wielkości i kształtu dwuczaskowego obrazu Landsat ETM+.

Weryfikacja hipotezy roboczej wymaga kalibracji (doboru parametrów) reguły klasyfikacji wg długości, obwodu i pola powierzchni. Problem kalibracji rozwiązano empirycznie. Zgromadzony materiał w postaci 52 kompleksów z doliny Luciąży najlepiej różnicuje się na przy zastosowaniu pary wskaźników:

$$Str = Perimeter * Length / Area \quad (1)$$

gdzie: *Str* - wskaźnik wydłużenia, *Perimeter* - obwód, *Length* - długość, *Area* - pole powierzchni oraz

$$Sz = \sqrt{Length * \sqrt[4]{Area} / (17.0 * Str - 50.0)} \quad (2)$$

gdzie: *Sz* - wskaźnik wielkości.

3. WYNIKI

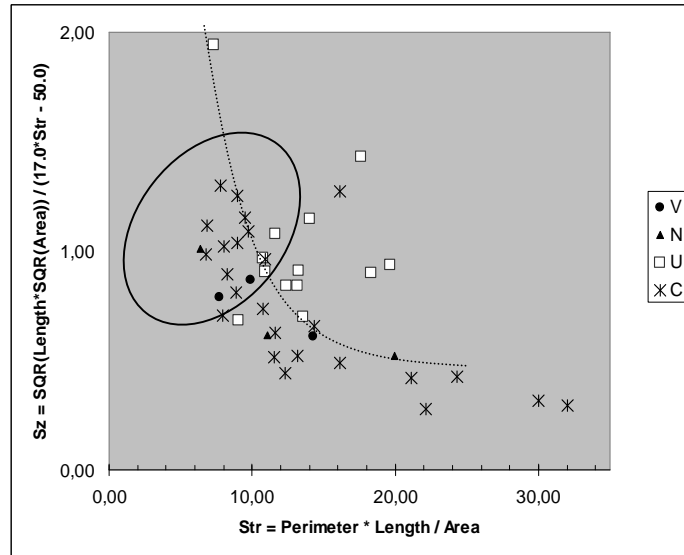
Wartości wskaźnika wielkości (równanie 2) w funkcji wskaźnika wydłużenia (równanie 1) przedstawiono dla czterech typów kompleksów łąkowych (Kosiński, 2005) na rysunku 1.

Pośród trzynastu zidentyfikowanych w terenie kompleksów typu U tylko dwa sytuują się poza zasięgiem klastra. Z kolei w obrębie klastra łąk typu U znalazły się dwa kompleksy C. Kompleksy sklasyfikowane błędnie oznaczono na mapie satelitarnej (rys. 2).

4. KRYTYCZNA ANALIZA WYNIKÓW

Przy wyznaczaniu granic krajobrazowych bardzo dużo zależy od wskaźników, które przyjmujemy jako decydujące o funkcjonowaniu konkretnych krajobrazów (Fischer, Magomedow, 2004; Solon, 1988; Richling, Solon, 2002). Uzyskane wyniki nie pozwalają odróżnić siedlisk świeżych od wilgotnych na podstawie samego tylko wskaźnika wydłużenia. Konieczne jest uwzględnienie wskaźnika wielkości, ale wtedy dwa najbardziej zwarte kompleksy typu U zostają błędnie zakwalifikowane. Wydłużony fragment jednego z błędnie zakwalifikowanych kompleksów typu C wskazuje na rozważenie wyodrębnienia tu dwóch osobnych kompleksów.

Kształt i wielkość segmentów, to cechy określające lokalizację przestrzenną, a więc wpływające pośrednio na inne charakterystyki. Zastosowana w pracy procedura *Region Growing* pakietu ERDAS IMAGINE przewiduje obliczanie w kolejnych iteracjach niewielu charakterystyk segmentów, z których wykorzystano tylko obliczanie średnich wartości pikseli (*Region Mean*).



Rys. 1. Porównanie łąk użytkowanych na siedliskach świeżych (typ U) z innymi typami kompleksów (V, N, C) na podstawie wskaźnika wydłużenia Str i wskaźnika wielkości Sz

Pozostałe cechy obiektów interpretowano wizualnie. Proces widzenia podlega wpływom czynników psychologicznych, do których należą: doświadczenie, wiedza, oczekiwanie i osobowość obserwatora (Antrop, 1984; Bielecka, 1991). W celu ograniczenia wpływu wymienionych czynników wydzielenie kompleksów zrealizował jeden interpretator, o dużym doświadczeniu w wizualnej interpretacji kompleksów krajobrazowo-roślinnych. Starano się możliwie precyzyjnie określić sposób interaktywnych czynności interpretatora: wyboru piksela startowego i iteracyjnego doboru wartości SED (Kosiński, 2005; Kosiński *et al.*, 2006).

Niezależnie od rangi jednostek czy metody regionalizacji konstrukcja mapy krajobrazowej wymaga wyznaczenia jednoznacznych granic w postaci linii. Autorzy (Neef 1967, Bezkowska, 2000) stwierdzają, powołując się na ciągłość jako podstawową cechę epigeosfery, że granice nie mogą mieć charakteru absolutnego. Podobnie Z. Fischer i M. Magomedow (Fischer, Magomedow, 2004) twierdzą, że z dużym prawdopodobieństwem wyznaczanie wszelkich granic w ekologii i geografii nie jest jednoznaczne i nie ma charakteru absolutnego. Granice przyrodnicze mają najczęściej charakter stref przejściowych, rzadziej ostro zarysowanych linii. Granice liniowe występują w związku z załamaniem spadku powierzchni terenu, z oddziaływaniem rzeki oraz w wyniku zróżnicowanego użytkowania ziemi (Richling, Solon, 2002). Geokompleksy znacznie przekształcone przeważnie mają granice antropogeniczne, ostre, liniowe. Jedynie niewielkie fragmenty granic są nieostre, czasem trudne do wyznaczenia, jak np. między zaniedbanymi

ogrodami a łąkami (Bezowska, 2000).



Rys. 2. Kompleksy krajobrazowo-roślinne w dolinie Luciąży; oznaczono klasy kompleksów zidentyfikowane w terenie: U – łąki użytkowane na siedliskach świeżych; C, N, V – inne typy kompleksów użytków zielonych i zadarnień (Kosiński, 2005); L – kompleksy niełąkowe; ☆ – kompleksy błędnie sklasyfikowane na podstawie kształtu i wielkości

Powszechnie uznaje się, że granica jednostek przestrzennych jest nieostra, ponieważ zazwyczaj jest pasem, w którym przenikają się cechy sąsiadujących jednostek (Armand 1980; Bezowska, 2000; Neef 1967, Pietrzak, 1998). Z uwagi na to, wydzielając kompleksy, strefy przejścia pozostawiono jako tło.

D. L. Armand (Armand, 1980) i K. German (German, 2000) w swojej klasyfikacji dotyczącej wyrazistości granic przyjął kryterium genezy i podzielił wszystkie granice na naturalne, antropogeniczne i umowne. Uważa on, że granice antropogeniczne i naturalne

mogą być stopniowe lub ostre, zaś umowne zawsze ostre. K. German (German, 2000) uważa, że granice stopniowe w tej klasyfikacji można poddać dalszej klasyfikacji w celu określenia konkretnego przebiegu granicy i zmienić je na umowne ostre. Autorka ta przyjmuje, że granice widoczne, ostre, zbieżne i względnie stabilne wyróżniają się dużą dozą obiektywizmu, zaś granice niewidoczne, nieostre, rozbieżne obarczone są subiektywizmem. Zastosowanie *Region Growing* pozwala zobiektywizować procedurę.

W badaniach granic coraz częściej zastosowanie znajduje teoria zbiorów rozmytych (Pietrzak, 2000; Zadeh, 1965). Pozwala ona w sposób sformalizowany rozpatrywać tzw. sytuacje niedokładne (rozmyte). W logice rozmytej zmienne logiczne przyjmują wartości w przedziale domkniętym $\langle 0; 1 \rangle$ – tzn. dopuszczalne są wartości pośrednie między 0 i 1, włącznie z zerem i jedynką. Przy generowaniu kompleksów krajobrazowo-roślinnych istnieje pewna dowolność w doborze granicznej odległości euklidesowej (SED). Od przyjęcia konkretnej wartości zależą cechy morfometryczne kompleksów. Jednak rozkład gęstości prawdopodobieństwa wyboru przez interpretatora konkretnej wartości SED ma zazwyczaj wyraźne maximum, bądź maksimum jest rozmyte w pewnym przedziale wartości SED, w którym wielkość i kształt kompleksu wykazują niewielką zmienność. Szerokość tego przedziału zależy od charakteru strefy przejścia.

Strefy graniczne w ekologii (ekotony) są jednostkami o różnych wymiarach i różnym charakterze (Fischer, Magomedow, 2004). Niektórzy autorzy rozróżniają ekotony, rozumiane jako wyraźne granice i ekokliny - jako stopniowe przejścia (Pietrzak, 2000; McLean, Ivimey-Cook, 1973) lub przejścia w czasie (Pietrzak, 2000, Pianka, 1978). Występowanie różnych typów stref przejścia może mieć wpływ na kształt granicy kompleksów krajobrazowo-roślinnych generowanych metodą *Region Growing*. Kształt kompleksów zależy od sąsiedztwa, które powinno być przedmiotem dalszych badań.

Wg wskaźnika kształtu (równanie 1) i dobranych empirycznie parametrów wskaźnika wielkości (równanie 2) jedenaście spośród trzynastu badanych kompleksów typu U było prawidłowo sklasyfikowanych. Spośród pozostałych 39 kompleksów użytków zielonych 37 zostało zakwalifikowanych prawidłowo. Połączenie wyników klasyfikacji wg składowych barwnych z klasyfikacją wg wielkości i kształtu pozwala dobrać parametry klasyfikacji pozwalającej bez błędów operatora klasyfikować łąki użytkowane na siedliskach świeżych. Wyniki wymagają weryfikacji na szerszym materiale, w szczególności rozszerzenia badań na inne mezoregiony.

5. WNIOSKI

Uzyskane wyniki potwierdzają hipotezę roboczą. Analiza wielkości i kształtu kompleksów krajobrazowo-roślinnych na kompozycji dwóch zdjęć Landsat ETM+ pozwala odróżnić łąki użytkowane na siedliskach świeżych od pozostałych użytków zielonych, roślinności darniowej i muraw. Analiza wielkości i kształtu powinna być – obok analizy składowych barwnych – stosowana w klasyfikacji użytków zielonych.

6. LITERATURA

- Antrop M., 1984. Structural analysis of landscape using remote sensing documents and visual image interpretation. Seminar methodology in landscape ecological research and planning; Proceedings of the First International Seminar of the International Association of Landscape Ecology organised at Roskilde University Centre, 15-19 October, vol. II, Ed. J. Grandt at Agger, Roskilde.
- Armand D. L., 1980. *Nauka o krajobrazie*. PWN, Warszawa.
- Bach M., Meigen T., 1999. Electrophysiological correlates of human texture segregation, an overview. *Documenta Ophthalmologica*, 95, s. 335–347, 1999. © Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands. <http://www.augen.uniklinik-freiburg.de/reprints/1999/BachMeigen1999DOOP-tsVEP.pdf>
- Bezkowska G., 2000. Granice jednostek przestrzennych w różnych strefach krajobrazowych. *Granice krajobrazowe, podstawy teoretyczne i znaczenie praktyczne*, PEK – tom VII, Poznań.
- Bielecka E., 1991. Zasady interpretacji zdjęć lotniczych w nawiązaniu do teorii percepcji-prace M. Antropa z uniwersytetu w Gandawie w Belgii. *Fotointerpretacja w Geografii*, z. 1, s. 95-99.
- Czarnecki R., 1972. Wskazówki metodyczne do kartowania uroczysk w krajobrazie lessowym Wyżyny Sandomierskiej. *Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego*. Warszawa.
- Fischer Z., Magomedow M., 2004. *Ekologia, Krajobraz, Energia*. KUL, Lublin.
- German K., 2000. Obiektywizm i subiektywizm w wydzieleniu granic fizycznogeograficznych, *Granice krajobrazowe, podstawy teoretyczne i znaczenie praktyczne*, PEK – tom VII, Poznań.
- Haase G., 1989. Medium scale landscape classification in the German Democratic Republic. *Landscape Ecology*, Vol. 3 no. 1, s. 29-41. <http://landscape.forest.wisc.edu/landscapeecology/articles/v03i01p029.pdf>. SPB Academic Publishing by, The Hague.
- Jacob P., 2003. A philosopher's reflections on his interactions with a neuroscientist. <http://www.interdisciplines.org/interdisciplinarity/papers/4>
- Kondracki J., 1976. *Podstawy regionalizacji fizycznogeograficznej*. PWN, Warszawa.
- Kosiński K., 2005. Zastosowanie procedury Region Growing w klasyfikacji użytków zielonych na podstawie zdjęć Landsat ETM+. *Roczniki Geomatyki*. T. 3, z. 2. s. 69-76.
- Kosiński K., Hoffmann-Niedek A., Zawila A., 2006. Wydzielanie kompleksów krajobrazowo-roślinnych na zdjęciach Landsat ETM+ z zastosowaniem procedury *Region Growing*. *Roczniki Geomatyki* (w druku).
- Kot R., 2000. Problematyka delimitacji typów uroczysk na przykładzie wybranego fragmentu Rezerwatu Krajobrazowego „Dolina Osy”. *Acta Universitatis Nicolai Copernici. Geografia*, 20. Nauki Matematyczno-Przyrodnicze. Z. 104 Toruń, s. 57-74.
- Küchler M., Ecker K., Feldmeyer-Christe E., Graf U., Küchler H. and Waser L. T., 2004. Combining remotely sensed spectral data and digital surface models for fine-scale modelling of mire ecosystems. *Community Ecology*, 5(1), s. 55-68. Akadémiai Kiadó, Budapest. http://www.wsl.ch/staff/lars.waser/ce_meinrad.pdf
- Laliberte A.S., Rango A., Havstad K. M., Paris J. F., Beck R. F., McNeely R., Gonzalez A. L. (2004) Object-oriented image analysis for mapping shrub encroachment from 1937 to 2003 in southern New Mexico. *Remote Sensing of Environment*, 93, s. 198-210. <http://www.utsa.edu/LRSG/Teaching/ES6973/object1.pdf>

- McLean R.C., Ivimey-Cook W.R., 1973. *Textbook of theoretical botany*, Vol. 4. Longman, London.
- Lewiński S., 2005. Klasyfikacja obiektowa narzędziem wspomagającym proces interpretacji zdjęć satelitarnych. *Roczniki Geomatyki*, Tom III, Zeszyt 2, Warszawa, s. 100.
- Von der Malsburg Ch., 1981. The Correlation Theory of Brain Function. Internal Report 81-2, Dept. of Neurobiology, Max-Planck-Institute for Biophysical Chemistry, 3400 Göttingen, W.-Germany. <http://cogprints.org/1380/01/vdM%5Fcorrelation.pdf>
- Matuszkiewicz A. J., 1990. Kompleks krajobrazowo-roślinny jako specyficzny typ układu ekologicznego. Problemy ochrony i kształtowania środowiska przyrodniczego na obszarach zurbanizowanych. Cz. II, SGGW-AR ser. CPBP 04-10, Nr 22, s. 58-64.
- Matuszkiewicz A. J., 1992. Kompleks krajobrazowo-roślinny jako jednostka zróżnicowania roślinności terenów zurbanizowanych. *Dok. Geogr.* 5-6, s. 51-69.
- Neef E. 1967. *Theoretische Grundlagen der Landschaftsreihe*. Gotha, Leipzig.
- Pianka 1978. *Evolutionary ecology*, 2nd ed. Harper & Row, New York.
- Pietrzak M. 1989. Problemy i metody badania struktury geokompleksu. *Uniw. im. A. Mickiewicza w Poznaniu, Seria. Geografia* 45.
- Pietrzak M. 2000. Granice krajobrazowe – fikcja czy rzeczywistość. Granice krajobrazowe, podstawy teoretyczne i znaczenie praktyczne, PEK – tom VII, Poznań.
- Richling A., 1979. Z metodyki wydzielenia uroczysk w terenach glacialnych. *Przegląd geograficzny*, t. 60, z. 4, s. 653-659.
- Richling A., 1993. Kartowanie geokompleksów. *Metody szczegółowych badań geografii fizycznej*. PWN, Warszawa.
- Richling A., Solon J. 1996. *Ekologia krajobrazu*. PWN Warszawa.
- Richling A., Solon J., 2002. *Ekologia krajobrazu*. Wydanie czwarte. PWN, Warszawa, s. 320.
- Solon J., 1988. Local complexes of phytocoenoses in vegetation landscape in the vicinity of the Wigry Lake (NE Poland), *Dokuments phytosociologiques* N.S. vol. XI, Camerino.
- Solon J. (mscr), Struktura przestrzenna roślinności w otoczeniu jezior wigierskich. IGiPZ PAN.
- Syrbe R., 1996. Das Informationssystem der Naturräume und Naturraumpotentiale des Freistaates Sachsen. <http://www.sbg.ac.at/geo/agit/papers96/syrbe.htm>. In: Dollinger, F. und Strobl J.: *Angewandte Geographische Informationsverarbeitung VIII = Salzburger Geographische Materialien* "<http://www.sbg.ac.at/geo/agit/papers96/sgm24.htm>" , Heft 23. Selbstverlag des Instituts für Geographie der Universität Salzburg.
- Wężyk P., Bednarczyk P., 2005. Testowanie metod i algorytmów klasyfikacji wysokorozdzielczych zobrazowań satelitarnych puszczy niepołomickiej. *Roczniki Geomatyki*, Tom III Z. 2. Warszawa.
- Zadeh I.A. 1965. Fuzzy sets. *Information and Control*. 8, s. 338-353.
- Zipser K., Lamme V. A. F., Shiller P. H., 1996. Contextual Modulation in Primary Visual Cortex. *The Journal of Neuroscience*. Vol. 16, No 22, s. 7376-7389. <http://www.jneurosci.org/cgi/content/full/16/22/7376>

**THE APPLICATION OF THE SIZE AND SHAPE ANALYSIS
IN MEADOW CLASSIFICATION ON LANDSAT ETM+ IMAGES**

KEY WORDS: image segmentation, shape, size, classification, grassland utilisation

Summary

Image processing during the human vision process tends to generalize images into homogenous areas. When interpreting grasslands on aerial photos and satellite images, image segments are understood as quasi-homogeneous vegetation units: what looks similar in a remotely sensed image is assumed to be similar in nature as well. Image segments are distinct due to a number of cues, including: color, texture, spatial frequency, contrast, size, shape, location, orientation, motion and stereo effect. It was found that four classes of meadow landscape-vegetation complexes may be distinguished based on colour components of the composition of two Landsat ETM+ images. Landscape-vegetation complexes are small geobotanic units corresponding to the nanochore level of physico-geographical units.

The aim of this article was to find additional cues useful for meadow interpretation on satellite images. The hypothesis was that it was possible to employ size and shape factors in interpreting grasslands areas.

Length, perimeter and area were measured for 52 segments. Classification parameters were adjusted in an empirical manner. Two indexes were produced: a stretch index and a size index calculated based on the three factors. Both indexes are required for identification of fresh meadows in use (complexes of U type), in opposition to other categories of grasslands. 13 U-type landscape-vegetation complexes were found during terrain research. Among them, 11 were correctly classified. 2 complexes of other types were incorrectly classified as U-type. Size and shape analysis appears to be an additional criterion in grassland interpretation.

Dr Krzysztof Kosiński
e-mail: k.kosinski@imuz.edu.pl
tel. +22 7200531 w. 205

Mgr inż. Anna Hoffmann-Niedek
e-mail: a.hoffmann@imuz.edu.pl
tel. +22 7200531 w. 251