

Waloryzacja obszarów miejskich pod kątem udziału roślinności w przestrzeni urbanistycznej – analizy przestrzenne GIS

## Gdzie, ile i jaka zieleń?

Prezentowany artykuł stanowi krótkie podsumowanie badań autora nad opracowaniem automatycznej metody określenia wybranych cech roślinności, w tym jej objętości oraz wskaźników charakteryzujących sposób wypełnienia przestrzeni urbanistycznej. Badania przeprowadzono na terenie Krakowa w rejonie dawnych zakładów chemicznych Solvay.

Nasilający się proces industrializacji nieuchronnie wiąże się ze zmniejszaniem powierzchni terenów zielonych (rekreacyjnych, rolniczych) w miastach i w ich bliskim sąsiedztwie. W naturze człowieka leży chęć częstego obcowania z przyrodą, co przejawia się w spędzaniu wolnego czasu w miejscach spełniających wymogi estetyki krajobrazu. Otoczeni jedynie betonem czujemy się po prostu źle. Nie dziwi więc fakt, że często przy wyborze miejsca zamieszkania kierujemy się także ilością otaczającej nas zieleni spełniającej wiele różnych funkcji, jak ochrona przed hałasem i pyłami czy produkcja tlenu.




Problem związany z odpowiedzią na pytania: „gdzie znajduje się roślinność” oraz „ile jest roślinności i jakiego typu” wynika głównie z trudności dokładnego określenia jej wymiarów (zasięgu 3D). Trudno wyobrazić sobie inwentaryzację zieleni miejskiej dotyczącą jedynie grubości pni lub wysokości drzew. Standardem jest pomiar takich cech, jak: miąż-


szość, biomasa, objętość korony, zasięg korony czy jej defoliacja i stan zdrowotny (chlorozy itp.).


Technologia skanowania laserowego (LiDAR), która pozwala obrazować świat realny w nieosiągalny wcześniej sposób (reprezen-

*dokończenie na s. 38*

### WYDARZENIA

 **Polski Kongres ITS.** W dniach 25-26 maja 2011 roku w Warszawie odbędzie się czwarta z kolei edycja Polskiego Kongresu Inteligentnych Systemów Transportowych ITS.

 **7. Międzynarodowe Sympozjum „Mobile Mapping Technology 2011”.** W czerwcu w Krakowie odbędzie się 7. Międzynarodowe Sympozjum „Mobile Mapping Technology” (MMT 2011). Organizatorami konferencji są Polskie Towarzystwo Fotogrametrii i Teledetekcji oraz Stowarzyszenie Geodetów Polskich. Esri i Esri Polska, jako sponsorzy strategiczni, już teraz zapraszają Państwa do udziału w tym wydarzeniu. Proponowane przez organizatorów tematy wystąpień są związane z wieloma dziedzinami nauki, technologii i kultury, które czerpią z możliwości mobilnego kartowania. Celem takiego współdziałania jest sprawienie by w najbliższej przyszłości nasze życie stało się bezpieczniejsze i bardziej komfortowe.

 **Geography – Opening the World to Everyone.**

W dniach 11-15 lipca w San Diego Convention Center (San Diego, Kalifornia) odbędzie się Międzynarodowa Konferencja Użytkowników Oprogramowania Esri. Ciebie również nie może tam zabraknąć – zarejestruj się już dziś! Szczegóły na oficjalnej stronie internetowej Konferencji.

Dodatek redaguje

 **esri Polska**

Esri Polska Sp. z o.o.  
ul. Bonifraterska 17, 00-203 Warszawa,  
tel. (22) 390-47-00, faks (22) 390-47-01,  
esripol@esripolska.com.pl, www.esripolska.com.pl

Firma istnieje na rynku od 1995 roku. Jest wyłącznym dystrybutorem produktów amerykańskiej firmy Esri, Inc. z Redlands (Kalifornia) – światowego lidera w technologii GIS. Świadczy usługi w dziedzinie: ■ analizy potrzeb użytkownika dotyczących zakresu funkcjonalnego i informacyjnego tworzonych systemów GIS, ■ doradztwa w zakresie wykorzystania systemów GIS w różnych dziedzinach zastosowań, ■ dystrybucji i serwisu oprogramowania GIS firmy Esri, Inc., ■ prowadzenia specjalistycznych szkoleń w zakresie tworzenia i wykorzystywania systemów GIS zgodnie z wymaganiami klienta.

Atlas siedlisk dna polskich obszarów morskich.

Waloryzacja przyrodnicza siedlisk morskich

# GIS na dnie morza

**Obszar środowiska przyrodniczego w Morzu Bałtyckim, zarówno w zakresie części nieożywionej, jak i zespołu występujących w nim organizmów żywych, ciągle stanowi wyzwanie dla nauki. Wspólne starania polskich i norweskich badaczy zaowocowały stworzeniem Atlasu – unikatowego produktu będącego pierwszym kompleksowym zestawem map dna polskiej strefy morskiej.**

## Projekt

W 2007 roku polskie ośrodki badawcze: Instytut Oceanologii Polskiej Akademii Nauk w Sopocie (IO PAN), Instytut Oceanografii Uniwersytetu Gdańskiego (IO UG), Instytut Morski w Gdańsku (IMG), Morski Instytut Rybacki w Gdyni (MIR), Oddział

przez Islandię, Liechtenstein i Norwegię w postaci dofinansowania z Mechanizmu Finansowego Europejskiego Obszaru Gospodarczego.

Celem projektu było stworzenie jak najpełniejszego opisu środowiska przyrodniczego na podstawie dostępnych danych archiwalnych oraz danych wytworzonych

morskich” i bazy danych przestrzennych o dnie (Baza Danych Środowiskowych – BDS) w znacznym stopniu wspomogą działania dążące do zachowania bioróżnorodności i wpłyną na kształtowanie strategii planowania przestrzennego w obrębie morskich obszarów sieci Natura 2000.

na mapy naniesiono także obszary występowania wybranych gatunków ryb, ptaków i ssaków. Dla całej polskiej strefy morskiej wykonano mapy waloryzacji dna – biologicznej i złóż mineralnych.

2. Wewnętrzna Zatoka Pucka została wybrana jako obszar szczególnego zainteresowania badaczy ze względu na wyjątkowo wysoką bioróżnorodność i występowanie łąk podwodnych rzadkich gatunków roślin naczyniowych, w tym najcenniejszej trawy morskiej *Zostera*

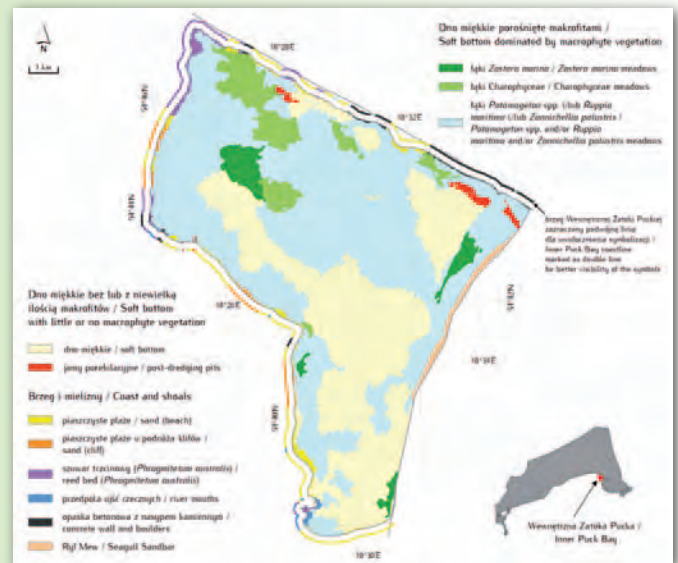


Rys. 1. Obszary zainteresowania

Geologii Morza Państwowego Instytutu Geologicznego (OGM PIG), a także Przedsiębiorstwo Badań i Doradztwa GEOMOR (SME), wspierane doświadczeniem Norweskiego Instytutu Badań Wody (NIVA), rozpoczęły realizację projektu „Przyrodnicze uwarunkowania planowania przestrzennego w polskich obszarach morskich z uwzględnieniem sieci Natura 2000”. Działania te zostały objęte wsparciem udzielonym

nych w trakcie trwania projektu. Równie istotnym elementem działań było opracowanie metodyki wydzielenia siedlisk morskich i metodyki waloryzacji dna. Siedliskiem lub habitatem nazywamy jednolity obszar fizyczny lub ożywiony zasiedlony przez charakterystyczny dla niego zespół gatunków.

Wyniki projektu w postaci „Atlasu siedlisk dna polskich obszarów morskich. Waloryzacja przyrodnicza siedlisk



Rys. 2. Siedliska Zatoki Puckiej

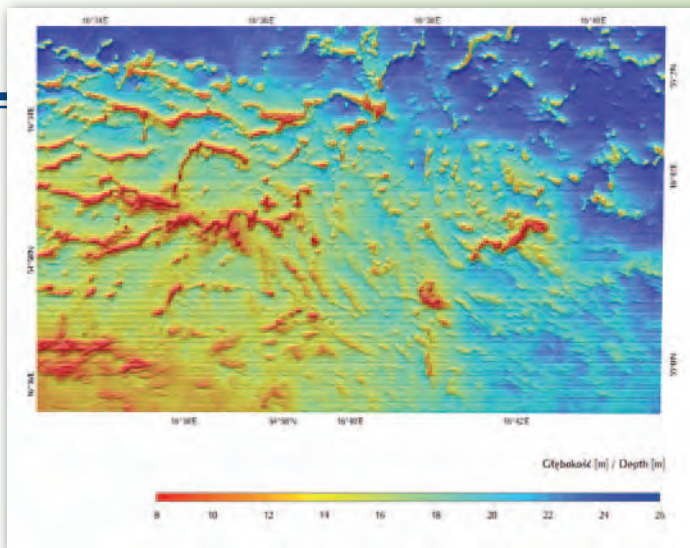
## Obszary zainteresowania

Atlas został podzielony na działy poświęcone czterem obszarom zainteresowania (rys. 1).

1. Polskie obszary morskie (POM) scharakteryzowano szeroko pod względem czynników abiotycznych, tj. batymetrii, rozmieszczenia osadów, oświetlenia, przydennej temperatury, zasolenia i prądów oraz oddziaływania falowania na dno. Prócz przedstawienia występowania 18 taksonów zoobentosu,

marina. Dla Zatoki Puckiej założono mapy z występowaniem 25 taksonów zoobentosu, mapę batymetryczną, mapę siedlisk (rys. 2) oraz mapę waloryzacji biologicznej.

3. Trzeci dział Atlasu poświęcono fragmentowi Ławicy Słupskiej stanowiącej kamienistą, płytką (mniej niż 30 m głębokości) oazę pośrodku piaszczysto-mulistego podłoża. Warunki na Ławicy Słupskiej umożliwiają rozwój dużej ilości omułków



Rys. 3. Batymetria Ławicy Słupskiej (fragment)

i pąkli, są także miejscem występowania cennych krasnorostów, w tym widlika. Dla tego rejonu przedstawiono rozmieszczenie 10 taksonów oraz mapy: batymetryczną (rys. 3), siedlisk i waloryzacji biologicznej.

4. Obszar w odległości ok. 1 km od brzegu rozciągający się od miejscowości Stilo do Ustki uznano za reprezentatywny dla środkowej części polskiego wybrzeża. Ten wycinek dna nie charakteryzuje się bogactwem gatunków, należy jednak do najczystszych i najmniej zdegradowanych przez człowieka. Dla obszaru Stilo – Ustka zaprezentowano rozmieszczenie 8 taksonów, wykonano mapy: batymetryczną, siedlisk i waloryzacji biologicznej.

#### Dane i metody

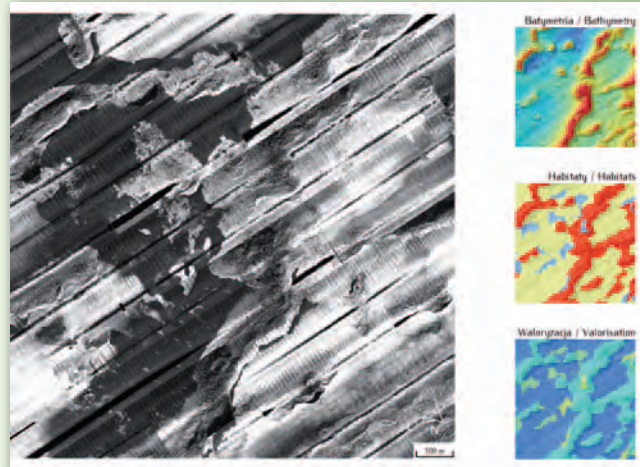
Do opracowania map Atlasu wykorzystano dane pozyskane w ramach projektu (zdjęcia satelitarne, pomiary sondą wielowiązkową, zdjęcia i filmy ze zdalnie sterowanego pojazdu podwodnego), dane archiwalne instytucji biorących udział w projekcie, internetowe ogólnodostępne bazy danych, a także wyniki modeli numerycznych i modelowania w GIS.

Na szczególną uwagę zasługuje utworzenie warstw rastrowych przydatnego zasolenia i temperatury, które wykonano na podstawie obszernej bazy danych oceanograficznych ICES (International Council for the Exploration of the Sea; [www.ices.dk/ocean](http://www.ices.dk/ocean)) i metody przestrzennie ważonej regresji, oraz utworze-

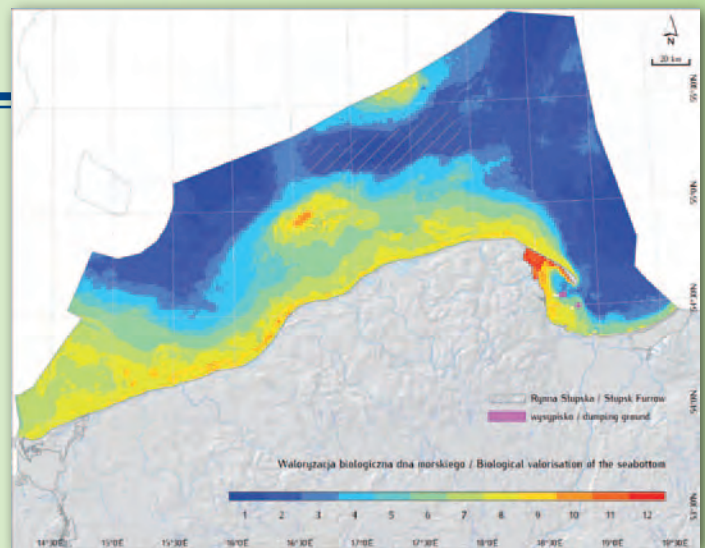
nie map siedlisk morskich dla Zatoki Puckiej, Ławicy Słupskiej i obszaru Stilo – Ustka, gdzie do wydzielenia klas zastosowano klasyfikację nadzorowaną zdjęć dna lub zdjęć sonarowych oraz punktową ocenę z pomiarów biologicznych w pobranych próbkach dna.

#### Waloryzacja dna morskiego

Niezwykle cennym osiągnięciem projektu było opracowanie mapy waloryzacji biologicznej dna dla całej polskiej strefy morskiej (rys. 4). Na przyznane wartości punktowe, w skali od 1 do 12, gdzie wyższa wartość oznacza cenniejszy przyrodniczo obszar, wpływ mają takie czynniki, jak: „unikatowość danego obszaru, stopień nagromadzenia gatunków i osobników, kondycja zdrowotna zbiorowisk organizmów, znaczenie poszczególnych gatunków jako



Rys. 5. Sonarowy obraz Ławicy Słupskiej (ze schematycznym przedstawieniem batymetrii, klas siedlisk i waloryzacji przyrodniczej)



Rys. 4. Waloryzacja dna morskiego dla polskich obszarów morskich

konstruktorów siedlisk lub jako pełniących inne funkcje na rzecz ekosystemu”. Do utworzenia mapy waloryzacji zastosowano modelowanie regresyjne z wykorzystaniem warstw abiotycznych (maksymalnej prędkości orbitalnej przy dnie, typu osadów i promieniowania dochodzącego do dna) oraz model oceny punktowej z pomiarów biologicznych.

#### Oprogramowanie GIS i dostępność produktów

Znaczna część prac nad Atlasem, zarówno w zakresie analiz danych, jak i wizualizacji wyników, została przeprowadzona z wykorzystaniem oprogramowania ArcGIS 9.3 (z rozszerzeniem Spatial Analyst) firmy Esri. Informacje o projekcie „Przyrodnicze uwarunkowania planowania przestrzennego w polskich obszarach morskich z uwzględnieniem sieci Natura 2000”,

w skrócie nazywanym „Mapowanie siedlisk morskich”, można znaleźć na stronie [www.pom-habitaty.eu](http://www.pom-habitaty.eu). Dane i warstwy wytworzone w ramach projektu są udostępniane w formie cyfrowej poprzez stronę Instytutu Oceanologii Polskiej Akademii Nauk: [www.iopan.gda.pl](http://www.iopan.gda.pl). Mapy w wersji elektronicznej Atlasu, dołączanej na płycie CD do publikacji, wzbogacono o dodatkowe warstwy tematyczne oraz podstawowe atrybuty obiektów. Dla ramek danych włączono także opcję georeferencji.

#### Pierwsze sukcesy Atlasu

Dwujęzyczny (polsko-angielski) Atlas zyskał uznanie ministra środowiska, który w 2010 roku przyznał nagrodę za szczególne osiągnięcia naukowo-badawcze dla zespołu redakcyjnego w składzie: dr Gabriela Gic-Grusza, mgr Lucyna Kryla-Straszewska, dr hab. Jacek Urbański, dr Jan Warzocha, prof. Jan Marcin Węslawski (koordynator projektu). Pozycja ta nominowana była także przez Polskie Towarzystwo Wydawców Książek do tytułu Najpiękniejszej Książki roku 2009.

*Lucyna Kryla-Straszewska  
(Centrum GIS Wydziału  
Oceanografii i Geografii  
Uniwersytetu Gdańskiego)  
[cgislls@ug.edu.pl](mailto:cgislls@ug.edu.pl)*

Rysunki i cytaty zamieszczone w artykule zaczerpnięto z „Atlasu siedlisk dna polskich obszarów morskich. Waloryzacja przyrodnicza siedlisk morskich”



dokończenie ze s. 35

tacja 3D), znana jest i dostępna w Polsce od zaledwie kilku lat. Chmura punktów w technologii skaningu laserowego powstaje w wyniku rejestracji odbić wysłanych impulsów laserowych, oddając kształt i wymiary obiektów, w tym również roślinności (promień lasera odbijany przez liście, gałęzie, pnie i konary).

Wykorzystane w badaniach chmury punktów zostały pozyskane na zlecenie Biura Planowania Przestrzennego UM Krakowa technologią lotniczego skanowania laserowego (ALS) w listopadzie 2006 roku (okres bezlistny). Średnia gęstość punktów wyniosła około 14 na 1 m<sup>2</sup>. Na podstawie analizy chmur punktów utworzone zostały: Numeryczny Model Terenu (DTM, oprogramowanie Terrasolid) oraz Nume-

ryczny Model Powierzchni Terenu (DSM), a także inne warstwy rastrowe reprezentujące wybrane statystyki opisowe znormalizowanej chmury punktów (odchylenie standardowe, skośność, kurtoza, mediana, percentyle itp.; oprogramowanie FUSION). Na podstawie ww. modeli wygenerowany został również znormalizowany Numeryczny Model Powierzchni Terenu (nDSM).

**M**apy poszczególnych klas pokrycia terenu wykonane zostały z wykorzystaniem metod klasyfikacji obiektowej (OBIA, Trimble eCognition Developer 8). Odbywa się ona na podstawie wyróżnionych segmentów, tj. obiektów homogenicznych pod względem wartości i kształtu zgrupowań pikseli. W procesie tym uczestniczy-

ły jedynie warstwy rastrowe utworzone na podstawie chmur punktów ALS. Dla każdego segmentu klasy „roślinność wysoka” obliczono objętość zajmowaną przez roślinność, stosując autorski algorytm oparty na podziale chmury punktów na tzw. woksele (piksele 3D). Efektem analizy była warstwa wektorowa w formacie Shape, która posłużyła do dalszych badań w oprogramowaniu ArcGIS Esri.

Dzięki integracji atrybutów przypisanych każdemu segmentowi (poligonowi) określonych na podstawie danych ALS oraz analiz przestrzennych GIS opracowano wskaźnik przestrzenny VV2BV (Vegetation Volume to Built-up Volume; rys. na s. 35). Wyraża on stosunek objętości roślinności do kubatury budynków i przyjmuje wysokie wartości dla obszarów charak-

teryzujących się dużą ilością zieleni wysokiej. Może być stosowany w dwóch wariantach: VV2BVCELL, w którym wartość wskaźnika określana jest dla komórki o zadanym rozmiarze (np. 100 x 100 m), oraz VV2BVBUILDING, w którym wartość wskaźnika określana jest dla każdego budynku indywidualnie, przy zadanym promieniu analiz (np. 100 m).

**O**kreślanie wartości wskaźnika jest w pełni zautomatyzowane dzięki zastosowaniu aplikacji Model Builder. Przetwarzanie odbywa się w pętli przy wcześniej ustalonych przez użytkownika parametrach – wielkość oczka siatki lub wielkość promienia analiz, w zależności od wybranego wariantu wskaźnika VV2BV.

Należy zaznaczyć, iż automatyzacja przebiegu analizy przestrzennej, szczególnie w przypadku wariantu VV2BVBUILDING, znacząco wpłynęła na skrócenie czasu analiz. W wariancie tym operacje wykonywane są jedna po drugiej dla każdego budynku. Dla obszarów miast o gęstej zabudowie manualne określenie wskaźnika byłoby bardzo czasochłonne.

Opisany przykład zastosowania danych LiDAR-owych oraz analiz przestrzennych GIS potwierdza wysoką przydatność skanowania laserowego również w badaniach dotyczących interakcji działalności człowieka ze środowiskiem naturalnym. Wskaźnik dostarczający informacji na temat udziału roślinności w przestrzeni życiowej w mieście może być wykorzystany do przyrodniczej waloryzacji obszarów zurbanizowanych.

*Piotr Tompalski*  
doktorant w Laboratorium GIS  
i Teledetekcji,  
Katedra Ekologii Lasu  
Wydziału Leśnego  
Uniwersytetu Rolniczego  
w Krakowie

Badania zostały zrealizowane w ramach Stypendium im. Anny Pasek (www.annapasek.org)

## Geomodelling with ArcGIS and gOcad

**W** dniach od 28 lutego do 4 marca br. odbył się kurs pt. „Geomodelling with ArcGIS and gOcad” prowadzony przez jego koordynatora prof. Helmuta Schaabena oraz Peggy Hiescher i Caroline Lopez z Technische Universität Bergakademie we Freibergu. Zajęcia były przeznaczone dla doktorantów oraz studentów V roku Informatyki Stosowanej na Wydziale Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH w Krakowie. Kurs ten odbywał się w ramach trwającej już trzeci rok wymiany studentów i kadry naukowej pomiędzy obiema uczelniami. Koordynatorem kursu ze strony polskiej był prof. Andrzej Leśniak, kierownik Katedry Geoinformatyki i Informatyki Stosowanej AGH.

**W** ramach kursu przedstawiona została metodyka budowy i przetwarzania modeli ośrodków geologicznych na podstawie danych topograficznych, pomiarów powierzchniowych, sejsmicznych i otworowych. Pełna integracja różnego rodzaju danych wymagała biegłości w po-

śluginianiu się zaawansowanymi programami: Esri ArcGIS i Paradigm gOcad. Uczestnicy przypisywali zeskanowanym mapom współrzędne przestrzenne (georeferencja) oraz digitalizowali obiekty geologiczne, by następnie tworzyć trójwymiarowe modele warstw i uskoków. Ważną częścią kursu było naświetlenie trudności związanych z przechowywaniem i przetwarzaniem danych geologicznych i geofizycznych, charakteryzujących się w większości przypadków skomplikowaną geometrią, nieciągłościami oraz niejednorodnymi wartościami parametrów fizycznych. Dodatkową trudność stwarzało dysponowanie tylko szczątkowymi danymi, a co za tym idzie – niezbędne było stosowanie metod geostatystycznych w celu uzupełnienia brakujących informacji.

Warunkiem pozytywnego ukończenia zajęć było samodzielne opracowanie modelu strefy subdukcji w rejonie Sumatry. Stworzenie poprawnego modelu strefy aktywnej tektonicznie pozwala lepiej zrozumieć tectonikę kier, mechanizmy powstawania trzęsień ziemi, co – zwłaszcza w świetle ostatnich wydarzeń w Japonii – wydaje się niezwykle ważnym zagadnieniem.

Organizatorzy dziękują paniom: Marcie Samulowskiej z Esri Polska oraz Katherine Harington z Paradigm UK za udzieloną pomoc.

*Maciej Dwornik,*  
*Andrzej Leśniak*  
(Katedra Geoinformatyki  
i Informatyki Stosowanej  
Wydział Geologii, Geofizyki  
i Ochrony Środowiska  
AGH w Krakowie)

