

## SPIS TREŚCI

Od redakcji (Jakub SIEMEK, Kazimierz TWARDOWSKI)..... 7

### Artykuły

Wojciech PACHELSKI  
*Fundamentals of Spatial Data Modelling (According to European Standards)*  
*Podstawy modelowania danych przestrzennych (według norm europejskich)..... 9*

Bogdan CIANCIARA  
*Zastosowanie entropii do badania ilości informacji zawartej w strumieniu*  
*emisji sejsmicznej górotworu..... 19*

Andrzej LEŚNIAK  
*Grupowanie zjawisk podobnych w sejsmologii inżynierskiej..... 25*

Mariusz MŁYNARCZUK  
*Zastosowanie metod komputerowej analizy obrazów do pomiarów petrograficznych..... 37*

Janusz MAGIERA, Konrad FORYCIARZ  
*Analiza przestrzenna rozkładu metali ciężkich w glebach Nowej Huty (Kraków)..... 43*

Barbara NAMYSŁOWSKA-WILCZYŃSKA, Artur WILCZYŃSKI  
*Badania geostatystyczne rozkładu zawartości metali ciężkich w gruntach..... 51*

### Kronika

Kronika prac Komisji Geoinformatyki (Janusz KOTLARCZYK, Ryszard ŚLUSARCZYK)..... 67

### Informacje o konferencjach

Informacje o konferencjach:

*Symposium naukowe z okazji Jubileuszu 70-lecia Polskiego Towarzystwa Fotogrametrii i Teledetekcji*  
*Fotogrametria, teledetekcja i GIS u progu trzeciego tysiąclecia (Józef JACHIMSKI)..... 69*

WOJCIECH PACHELSKI<sup>\*)</sup>

## FUNDAMENTALS OF SPATIAL DATA MODELLING (ACCORDING TO EUROPEAN STANDARDS)\*\*)

### Key words:

*geographic information systems (GIS), conceptual schema, application schema, standardisation, entity – relationship method, the language EXPRESS*

### Abstract

A basic axiom of geoinformatics is building and describing spatial information models in an abstract way, independent on any hardware and software environments, in which the models can be implemented as spatial databases and sets of service procedures and programs. This axiom is fulfilled in the form of modern methodology contained in European Standards by CEN. The standards assume using the entity – relationship method to set up information models, as well as using the language EXPRESS, defined as an international standard by ISO, to describe the models. The standards provide also typical conceptual schemas to be applied by the users in their application schemas for such issues as data quality, data geometry and topology, direct and indirect positions of the objects and data transfer.

The contained in the European Standards modern methodology of spatial information is a prerequisite for making the GIS development in Poland conform to some general rules. This is, in turn, required to harmonise the so far installations between each other, as well as to provide the necessary and effective communication of information between diverse GIS installations in the same field and also between different topic layers.

## PODSTAWY MODELOWANIA DANYCH PRZESTRZENNYCH (WEDŁUG NORM EUROPEJSKICH)

### Słowa kluczowe:

*systemy informacji przestrzennej (SIP), schemat pojęciowy, schemat aplikacyjny, normalizacja, metoda związków encji, język EXPRESS*

### Abstrakt

Naczelnym postulatem geoinformatyki jest budowanie i opisywanie modeli informacji przestrzennej w sposób abstrakcyjny i niezależny od środowisk sprzętowych i programowych, w których takie modele mogą być implementowane w postaci baz danych przestrzennych oraz zespołów programów i procedur je obsługujących. Postulat ten jest realizowany w postaci nowoczesnej metodologii informatycznej zawartej w normach europejskich CEN, które zakładają stosowanie metody związków encji do budowania modeli informacyjnych oraz języka EXPRESS, ustanowionego jako norma międzynarodowa ISO, do opisu tych modeli. Normy te dostarczają również gotowych wzorców, w postaci schematów pojęciowych, do wykorzystania w budowanych

---

<sup>\*)</sup> Space Research Centre of Polish Academy of Sciences and Institute of Geodesy and Cartography, Warsaw, Poland

<sup>\*</sup> <sup>\*)</sup> The paper was prepared within the Committee of Scientific Research (KBN) project No PBZ-024-13. This financial contribution is gratefully acknowledged

przez użytkowników pojęciowych schematach aplikacyjnych dla opisu elementów składowych tych schematów, jak jakość danych, geometria i topologia danych, lokalizacje przestrzenne obiektów i transfer danych, w poszczególnych dziedzinach zastosowań.

Zawarta w omawianych normach nowoczesna metodologia informacji przestrzennej pozwala uporządkować rozwój SJP w Polsce, m.in. poprzez harmonizację dotychczasowych indywidualnych, niezależnych i wyizolowanych aplikacji narzędziowych, jak też poprzez zapewnienie środków dla efektywnego komunikowania informacji, zarówno pomiędzy różnymi implementacjami SIP w tej samej dziedzinie, jak i pomiędzy różnymi warstwami przedmiotowymi.

BOGDAN CIANCIARA<sup>\*)</sup>

## ZASTOSOWANIE ENTROPII DO BADANIA ILOŚCI INFORMACJI ZAWARTEJ W STRUMIENIU EMISJI SEJSMICZNEJ GÓROTWORU

### Słowa kluczowe:

*pękanie górotworu, wstrząsy, łapania, ocena, zagrożenia, entropia*

### Abstrakt

W pracy przedstawiono sposób oceny względnej ilości informacji o tendencji rozwoju procesu pękania górotworu naruszonego eksploatacją górniczą. Sposób ten oparty jest na analizie entropii zmiennej losowej, reprezentującej odstępy czasu między zjawiskami rejestrowanego strumienia emisji sejsmicznej. Ilość informacji wyznacza się w odniesieniu do procesu czysto losowego, otrzymywanego wskutek modelowania numerycznego. Znajomość względnej ilości informacji o tendencji rozwoju pękania znacznie zwiększa wiarygodność ocen stopnia zagrożenia łapaniami.

## USE OF ENTROPY FOR RESEARCH ROCK-BURST HAZARD INFORMATION IN THE STREAM OF SEISMIC EMISSION FROM ROCK-MASSSES

### Key words:

*fracturing of rock-mass, seismic tremors, rock-burst, estimation of rock-burst, hazard, entropy*

### Abstract

A method of use the relative quantity of information about a trends in fracturing development process in rock-masses, which is result of mining exploitation, are presented in the paper.

The method is based on analyse of random variable entropy which is representing the time intervals between the seismic events in registered stream of seismic emission.

The quantity of information is estimated in relation to pure random process, result of numerical modelling.

The knowledge of relative quantity of information, due to trends of fracturing process allow significantly increase the certainty of rock-burst risk estimation on the base of seismic emission.

---

<sup>\*)</sup> Akademia Górniczo-Hutnicza – Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Kraków

ANDRZEJ LEŚNIAK<sup>\*)</sup>

## GRUPOWANIE ZJAWISK PODOBNYCH W SEJSMOLOGII INŻYNIERSKIEJ

### Słowa kluczowe:

*multiplet, grupowanie, relokalizacja, sejsmologia inżynierska*

### Abstrakt

Naturalna emisja sejsmiczna ma duże znaczenie w analizie dynamicznych zmian systemu spękań w górotworze. Poprawna lokalizacja źródeł sejsmicznych jest jednym z najbardziej istotnych czynników tej analizy. Spośród sposobów pozwalających na wzrost dokładności lokalizacji źródeł emisji duże nadzieje wiąże się ze względną lokalizacją źródeł tzw. multipletów. Multipletem nazywamy grupę zarejestrowanych zjawisk o bardzo podobnym kształcie sygnału. Jak pokazały wcześniejsze badania, wspomniana metoda przyczynia się w sposób istotny do wzrostu dokładności lokalizacji źródeł emisji. Niebagatelne znaczenie dla tej metody ma opracowanie efektywnego i niezawodnego sposobu wydzielenia multipletów z dużych populacji sygnałów. W pracy został przedstawiony algorytm wydzielenia grup zjawisk sejsmicznych o wzajemnie podobnych obwiedniach sygnałów. Algorytm ten opiera się na grupowaniu minimalno odległościowym względem szeregu cech określonych na bazie obwiedni sygnału. W pracy zamieszczono ponadto przykłady bazujące na danych polowych, obrazujące efektywność zaproponowanej metody grupowania i wzrost dokładności lokalizacji źródeł.

## CLUSTERING SIMILAR EVENTS IN ENGINEERING SEISMOLOGY

### Key words:

*multiplets, clustering, relocation, engineering seismology*

### Abstract

Natural seismic emission is essential for study the dynamic behaviour of subsurface fractures. Correct location of seismic sources is a most important factor in the precise characterisation of the subsurface crack system. One of the most promising techniques to increase the source location precision is a relative source location of multiplets. A multiplet is a group of seismic events with very similar waveforms. This method has been reported to improve remarkably the accuracy of subsurface mapping. An effective and reliable method of picking the multiplets from large data sets is a problem of great importance. The algorithm that categorises the seismic events into clusters with similar envelopes within each cluster is presented in the paper. In order to cluster events the algorithm uses features evaluated from their envelopes. The clustering method is based on a nearest neighbour classification method. The results of performance tests on field data using clustering algorithm are also presented.

---

<sup>\*)</sup> Akademia Górniczo-Hutnicza – Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Kraków

MARIUSZ MŁYNARCZUK<sup>\*)</sup>

## ZASTOSOWANIE METOD KOMPUTEROWEJ ANALIZY OBRAZÓW DO POMIARÓW PETROGRAFICZNYCH

### Słowa kluczowe:

*analiza obrazów, morfologia matematyczna, petrografia*

### Abstrakt

W pracy zaprezentowano wyniki zastosowania metod komputerowej analizy obrazów i morfologii matematycznej do pomiarów petrograficznych. Wykorzystanie tych metod wpłynęło w znaczący sposób na zwiększenie szybkości pomiarów geometrycznych struktur skał. Praca przedstawia wyniki aplikacji metod automatycznej analizy obrazów do pomiarów 4 wybranych skał: granitu ze Strzelina, dolomitu z Rędzin, kwarcytu z Wiśniówki oraz piaskowca z Dąbek. W celu określenia poprawności pomiarów automatycznych uzyskane wyniki były porównywane z wynikami otrzymanymi w wyniku standardowych, nieautomatycznych metod pomiarowych. Otrzymane zgodności świadczą o tym, że zaproponowane algorytmy automatycznej analizy obrazów dają poprawne rezultaty dla wszystkich prezentowanych w niniejszej pracy skał.

## APPLICATION OF IMAGE ANALYSIS TO PETROGRAPHY

### Key words:

*image analysis, mathematical morphology, petrography*

### Abstract

The paper presents results of applying the methods of image analysis and mathematical morphology to petrography and rock mechanics. Application of these methods may improve the conducted geometrical measurements of rock structures. The study discusses the results obtained due to the application of automatic algorithms for 4 rocks: granite from Strzelin, dolomite from Rędziny, quartzite from Wiśniówka and sandstone from Dąbki. In order to evaluate the correctness of the automatic methods, the obtained results have been compared with the results obtained in a standard, non-automatic analysis. The obtained results show, that in the case of the examined rocks, the proper methods of image analysis have been developed.

<sup>\*)</sup> Polska Akademia Nauk – Instytut Mechaniki Górotworu, Kraków

## ANALIZA PRZESTRZENNA ROZKŁADU METALI CIĘŻKICH W GLEBACH NOWEJ HUTY (KRAKÓW)

### Słowa kluczowe:

*GIS, przestrzenna analiza wieloczynnikowa (MCE), metale ciężkie, Nowa Huta*

### Abstrakt

Rozmieszczenie i stężenie metali ciężkich w glebach zależą m.in. od czynników przestrzennych: odległości od źródeł zanieczyszczeń (emiterów), ukształtowania i zagospodarowania terenu (zabudowy i roślinności), litologii utworów powierzchniowych, gatunków gleb i in. Zastosowana metoda analizy przestrzennej (GIS) pozwala na poszukiwanie, analizowanie i modelowanie tych zależności. Cyfrowe (rastrowe) mapy czynników przestrzennych są porównywane z mapą stężenia metali, zestawioną na podstawie wyników analiz geochemicznych. Ekstrakcja wartości liczbowych oraz badanie zróżnicowania wartości średnich i wariancji służą reklasyfikacji map czynników przestrzennych. Mapy te są następnie używane w analizie wieloparametrowej (MCE – *Multiple Criteria Evaluation*), w której wyniku otrzymywany jest model rozmieszczenia metali ciężkich w glebach. Badanie skorelowania modelu z danymi geochemicznymi pozwala na jego weryfikację. Uzyskany model, jakkolwiek przybliżony, dobrze oddaje przestrzenną zmienność stężenia metali ciężkich.

## SPATIAL ANALYSIS OF DISTRIBUTION OF HEAVY METALS IN SOIL. A CASE STUDY OF NOWA HUTA (CRACOW, POLAND)

### Key words:

*GIS, MCE (Multiple Criteria Analysis), heavy metals, Nowa Huta, Cracow, Poland*

### Abstract

Distribution and content of heavy metals in soil depend on some spatial factors, e.g: distance from emitters, landforms and landcover (buildings, vegetation), surficial (drift) geology, soil types etc. GIS allows searching, examining and modeling the relationships in question. Digital (raster) maps of the spatial factors are processed alone with raster map of the heavy metals content, gridded from geochemical analyses. Extraction of statistical values from the heavy metals map, with the spatial factors maps being used as filters, and testing of variance and variability of average values are applied for reclassification of the latter. Next, reclassified spatial factors are subject to the *Multiple Criteria Evaluation* (MCE). It results in a model of the distribution of the heavy metals in the soil that reflects all significant spatial factors. Finally, the model is verified by testing its correlation with the source geochemical data. The model obtained in the present study is rough. Nevertheless, it reflects well all significant spatial relationships.

<sup>\*)</sup> Akademia Górniczo-Hutnicza – Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Kraków

<sup>\*\*)</sup> ComArch S.A., Kraków

## BADANIA GEOSTATYSTYCZNE ROZKŁADU ZAWARTOŚCI METALI CIĘŻKICH W GRUNTACH

### Abstrakt

W artykule przedstawiono metodologię badawczą związaną z metodami geostatystyki liniowej (wariogram, kriging, kokriging), jak też nieliniowej (wariogram wskaźnikowy, kriging wskaźnikowy, symulacja warunkowa – *turning bands*), zastosowaną do przetwarzania danych pochodzących z monitoringu środowiskowego. Dane wejściowe do badań geostatystycznych stanowiły wyniki analiz chemicznych koncentracji zawartości w glebach metali ciężkich, tj. cynku, ołowiu, kadmu i chromu. Analizy te wykonano dla przypowierzchniowej warstwy gruntów o grubości 0,20 m. Podstawą analizy geostatystycznej była baza danych zawierająca oznaczenia zawartości metali ciężkich: *Zn*, *Pb*, *Cd* i *Cr* oraz współrzędne *X* i *Y*, określające lokalizacje poboru próbek gleby. Analizowano zasięg i stopień zanieczyszczenia gleb w rejonach znajdujących się w obszarze bezpośredniego oddziaływania przemysłu górniczego-hutniczego.

Proponowane metody geostatystyczne reprezentują użyteczne narzędzia do identyfikacji anomalii geochemicznych koncentracji zawartości metali ciężkich i innych składników toksycznych w gruntach, symulacji zanieczyszczenia oraz obliczania prawdopodobieństwa wystąpienia stref o wysokim ryzyku zagrożenia.

## GEOSTATISTICAL STUDIES OF DISTRIBUTION OF HEAVY METALS CONTENT IN SOILS

### Abstract

A research methodology, based on linear (variogram, kriging, co-kriging) and nonlinear geostatistics (indicator variogram, indicator kriging, conditional (turning bands) simulation), applied to the processing of environmental monitoring data is presented. Chemical analyses of heavy metals (zinc, lead, cadmium, chromium) concentrations in soils for a 0.20 m thick surface soil layer were used as input data. A database containing the data on: *Zn*, *Pb*, *Cd* and *Cr* content and coordinates *X* and *Y* specifying the sample locations constituted a basis for the geostatistical analysis. The extent and degree of soil pollution in areas directly exposed to the adverse effect of mining and metallurgical industries were analyzed.

The proposed geostatistical methods are useful tools for identifying geochemical anomalies in heavy metal and other toxic constituent concentrations in soils, simulating pollution and calculating the probability of occurrence of high – hazard zones.

---

<sup>\*)</sup> Politechnika Wrocławska – Instytut Geotechniki i Hydrotechniki, Wrocław

<sup>\*\*)</sup> Politechnika Wrocławska – Instytut Energoelektryki, Wrocław