

## INFORMACJA PRZESTRZENNA W NAUKACH O ZIEMI

### SPATIAL INFORMATION IN THE EARTH SCIENCES

**Bogdan Ney**

Instytut Geodezji i Kartografii oraz Wydział Nauk o Ziemi i Nauk Górniczych PAN

**Słowa kluczowe: informacja przestrzenna, nauki o Ziemi, integracja, narzędzie badań**  
Keywords: spatial information, Earth sciences, integration, method (tool) of research

### **Nauki o Ziemi według urzędowej klasyfikacji dziedzin i dyscyplin naukowych w Polsce**

W urzędowej klasyfikacji nauk w Polsce prowadzonej przez Centralną Komisję do Spraw Stopni i Tytułów figuruje, wg uchwały z 24 października 2005 roku, 17 dziedzin nauki skupiających 80 dyscyplin naukowych. Spośród tych 17 dziedzin pięć jest jednocześnie dyscyplinami naukowymi („dziedziny jednodyscyplinowe”), natomiast każda z 12 dziedzin obejmuje od dwóch do 20 dyscyplin naukowych. Nauki o Ziemi, wymienione jako dziedzina na pozycji 11 obejmują cztery dyscypliny: geofizykę, geografę, geologię oraz oceanologię. Formalnie więc, te cztery ww. nauki należą do nauk o Ziemi. Faktycznie jednak więcej dyscyplin naukowych ma istotny związek z Ziemią, jedną z planet Układu Słonecznego. Wśród tych dyscyplin chodzi przede wszystkim o geodezję i kartografię, tworzące jedną dyscyplinę zaliczoną urzędowo do dziedziny nauk technicznych, najliczniejszej bo obejmującej aż 20 dyscyplin. Oprócz geodezji i kartografii wyraźny związek z dziedziną nauk o Ziemi mają następujące dyscypliny należące do nauk technicznych: architektura i urbanistyka, budownictwo, górnictwo i geologia inżynierska, inżynieria środowiska oraz transport. Oprócz ww. dyscyplin związane z Ziemią są dyscypliny: ekologia (nauki biologiczne), geofizyka (występująca również w dziedzinie nauk fizycznych), archeologia (nauki humanistyczne), leśnictwo (nauki leśne), kształtowanie środowiska (nauki rolnicze). Można więc przyjąć, iż informacja przestrzenna jest związana, oczywiście w różnym stopniu, z 14 dyscyplinami naukowymi, należącymi do siedmiu dziedzin (nauki o Ziemi, nauki techniczne, nauki biologiczne, nauki fizyczne, nauki humanistyczne, nauki leśne, nauki rolnicze).

Przytoczona tu systematyka dyscyplin i dziedzin nauki, aktualnie stosowana w Polsce, konkretnie w odniesieniu do stopni i tytułów naukowych, ma oczywiście charakter formalny i nie jest identyczna nie tylko z systematyką rozpowszechnioną w innych krajach, członkach Unii Europejskiej, lecz również „rozmią” się z podziałem istniejącym w Polskiej Akademii Nauk oraz z podziałami stosowanymi przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wzwyższego (dawniej Komitet Badań Naukowych), w celach okresowych ocen (klasyfikacji) jednostek

naukowych, rozdziału środków finansowych na działalność statutową tych jednostek oraz koordynacji i przedmiotowego finansowania badań i prac rozwojowych w trybie konkursowym.

W Polskiej Akademii Nauk struktura wydziałowa obejmuje kolejno: nauki społeczne (Wydz. I), nauki biologiczne (Wydz. II), nauki matematyczne, fizyczne i chemiczne (Wydz. III), nauki techniczne (Wydz. IV), nauki rolnicze, leśne i weterynaryjne (Wydz. V), nauki medyczne (Wydz. VI) oraz nauki o Ziemi i nauki górnicze (Wydz. VII). Informacja przestrzenna jest więc w strukturze PAN związana najściślej z wydziałem siódmym – Nauk o Ziemi i Nauk Górniczych, a – w dalszej kolejności – z wydziałami: trzecim, czwartym, piątym, drugim oraz pierwszym. Znaczna liczba spośród ok. 80 placówek naukowych PAN stosuje, oczywiście w bardzo zróżnicowanym zakresie, metodykę i techniki GIS w działalności naukowej i usługowej; poza tym problematyką informacji przestrzennej „parają się” liczne komitety naukowe i problemowe PAN. W pionach szkolnictwa wyższego oraz naukowego zaplecza resortowego problematyka GIS jest uprawiana we wszystkich wydziałach i placówkach obejmujących, w różnym stopniu, nauki o Ziemi i zagadnienia przestrzenne. W tej działalności przodują jednostki wyższych uczelni, reprezentujące dyscypliny z zakresu nauk o Ziemi oraz resortowe jednostki badawczo-rozwojowe, związane ze służbami publicznymi: geodezyjno-kartograficzną, geologiczną, hydrogeologiczną, gospodarką wodną i gospodarką przestrzenną. Warto zauważyć, iż nomenklatura dziedzin i dyscyplin naukowych nie jest jednolita, i to nie tylko w świecie, lecz również w Unii Europejskiej. W tej kwestii działają dwie wzajemnie przeciwne tendencje. Pierwsza z nich, to coraz bardziej szczegółowy podział na liczne dyscypliny, subdyscypliny, specjalności i subspecialności, znajdujący również „odbicie” w rosnącej liczbie kierunków i specjalności wyższych studiów. Przemawia za nim ogrom nagromadzonej wiedzy i coraz bardziej szczegółowa specjalizacja badaczy, dysponujących coraz liczniejszymi metodami i technikami badań. Tendencji przeciwnej sprzyja narastające przekonanie, iż najciekawsze problemy badawcze, rokujące osiągnięcie twórczych sukcesów, występują na pograniczach, w dużym stopniu zazębiających się wzajemnie, dyscyplin, a nawet dziedzin nauki. Ta tendencja owocuje zmniejszeniem liczb dziedzin i dyscyplin naukowych. Jej wyrazem jest grupowanie problematyki naukowej w trzy „megadziedziny”, obejmujące nauki: humanistyczne i społeczne, biologiczne i medyczne („nauki życiowe”) oraz ścisłe i techniczne. W Unii Europejskiej rysuje się obecnie tendencja do posługiwania się systematyką, obejmującą około 20 dziedzin nauki, jednak dość znacznie różną od polskiej nomenklatury. Na szczęście urzędowa systematyka nauki nie przesądza o sukcesach i poziomie badań.

## Rola geoinformacji w naukach o Ziemi

Nauki o Ziemi obejmują głównie problematykę badawczą o charakterze poznawczym (badania podstawowe), jednakże równocześnie stanowią *kliniczny* model wykorzystywania tych badań do celów praktycznych, oczywiście w ujęciu długookresowym. Badania poznawcze są koncentrowane na wszystkich istotnych elementach i aspektach planety Ziemia; jej budowie geologicznej, historii przyrody nieożywionej, miejscu i roli w Kosmosie, związków Ziemi ze Słońcem i innymi planetami Układu Słonecznego, dynamice bryły ziemskiej, dynamice regionalnej poszczególnych formacji geologicznych Ziemi, stanie i zmianach ma-

sywów lądowych i wodnych (oceanicznych, morskich), dynamice i użytkowaniu lądowych powierzchni Ziemi, stanie środowiska – zwłaszcza nieożywionego – związanego z planetą Ziemią.

W naukach o Ziemi informacja przestrzenna, ujmowana nowocześnie w kompleksowe systemy informacyjne, zapewniające odniesienie (dowiązanie) do układu referencyjnego i – w ten sposób – lokalizującego jednoznacznie każdą informację w przestrzeni geograficznej, wypełnia – w częstych przypadkach jednocześnie – dwie funkcje. Pierwszą z tych funkcji jest informowanie zainteresowanych użytkowników (odbiorców informacji) o usytuowaniu przestrzennym określonych obiektów, drugą informowanie o aktualnym stanie tych obiektów. To drugie zadanie wymaga z reguły wykonania pewnych, na ogół dość prostych analiz, już rutynowych na obecnym poziomie metodycznym i technologicznym geoinformacji. Przedmiotem analiz są związki pomiędzy różnymi komponentami środowiska geograficznego, bardzo często łączące skutki z przyczynami tych skutków, i to w ujęciu wielowymiarowym. Przy wykorzystaniu metod matematycznych, najczęściej statystyki matematycznej, a w szczególności wielokrotnej korelacji i regresji, ***geoinformacja jest zintegrowanym narzędziem badań przestrzennych***. Pod takim hasłem od 2001 roku odbywają się cykliczne konferencje naukowe, organizowane przez szeroko rozumiane krajowe środowisko geoinformatyczne-naukowe i zawodowe. Obszerny zarys genezy aktywności i stanu naszego środowiska naukowego i zawodowego w tej dziedzinie został przedstawiony w pracy B. Ney'a (2004).

Związki głównych uczestników procesów badawczych Ziemi i jej środowiska, korzystających z metod i technik geoinformacyjnych można syntetycznie określić tak: Ziemia, oddziałująca na człowieka oraz świat zwierzęcy i roślinny z nią związany, jest obiektem tych badań, stwarza problemy kluczowe, definiowane i badane przez użytkowników, którzy również oddziałują na Ziemię. Użytkownicy systemów geoinformacyjnych rozwijają i stosują te techniki, w ostatnim półwieczu bardzo wzbogacone, głównie przez systemy satelitarne. Nauka jako jeden z segmentów całego systemu, tworzona i uprawiana przez użytkowników, również rozwija techniki obserwacyjne i korzysta z nich.

W ujęciu dyscyplinowym główne problemy i zastosowania geoinformatyki można lapidarnie ująć następująco.

**Geofizyka** – charakterystyka i lokalizacja fizycznych cech kompleksów skalnych Ziemi, istotnych zwłaszcza w aspekcie dynamiki globalnej, regionalnej i lokalnej; badania związków przyczynowo-skutkowych pomiędzy ogniskami zjawisk sejsmicznych w górotworze, a ich objawami w wierzchnich warstwach skorupy ziemskiej i na powierzchni Ziemi; dokumentacja zagrożeń sejsmicznych i mikrosejsmicznych.

**Geologia** – systemy informacyjne dotyczące budowy geologicznej wierzchniej warstwy skorupy ziemskiej; inwentaryzacja i monitoring wód podziemnych oraz złóż surowców geologicznych; monitoring zagrożeń pochodzenia geologicznego, chodzi głównie o masowe ruchy powierzchniowe.

**Geografia** – nowoczesne, skomputeryzowane systemy pozyskiwania, przetwarzania, prezentacji i dystrybucji informacji geograficznej, obejmującej głównie ukształtowanie powierzchni Ziemi i jej zagospodarowanie, zarówno naturalne jak i antropogenne; analizy złożonych procesów przyrodniczych, demograficznych, społecznych, gospodarczych zachodzących na powierzchni Ziemi, obejmujących jej rozległe obszary i kartowanych w małych skalach; badania przestrzenne o charakterze diagnostycznym i prognostycznym, niezbędne m.in. do prowadzenia polityki przestrzennego zagospodarowania na różnych poziomach: kontynentalnym, euroregionalnym, krajowym, regionalnym i lokalnym.

**Oceanologia** – systemy informacyjne związane z badaniami fizyki, chemii, biologii, dynamiki mórz i oceanów; badania interakcji morze-łąd, ważne w aspektach poznawczych i praktycznych (m.in. zagrożenia i bezpieczeństwo obszarów nadmorskich i akwenów wodnych); badania zjawisk i dynamiki zmian w specyficznych warunkach obszarów polarnych.

**Geodezja** – tworzenie, przy współdziałaniu z geografiami, systemów odniesień przestrzennych i – ogólnie biorąc – informacji referencyjnych, niezbędnych w nowoczesnej geoinformacji; badania dynamiki Ziemi jako planety oraz badania pionowych i poziomych ruchów skorupy ziemskiej w skali lokalnej i regionalnej; tworzenia i prowadzenia lokalnych i regionalnych GIS, spełniających funkcje badawcze i praktyczne; twórczy udział w tworzeniu i prowadzeniu licznych *tematycznych* GIS, zorientowanych na potrzeby różnych branż: gospodarki przestrzennej, budownictwa, rolnictwa, leśnictwa, ochrony środowiska, transportu i komunikacji, gospodarki wodnej, gospodarki komunalnej, zarządzania nieruchomościami, bezpieczeństwa cywilnego, terytorialnej administracji publicznej itd.

**Górnictwo** – głębinowe, odkrywkowe i otworowe (wiertnictwo) stosuje systemy geoinformacyjne, rozwijając je naukowo dla swoich specyficznych warunków i potrzeb, głównie do celów gospodarki złożem (aktywna współpraca z geologią złożową, poszukiwawczą i inżynierską) i zapewniania bezpieczeństwa w kopalniach. Kopalnie głębinowe, ze względu na konieczność przestrzennego traktowania własnego środowiska, generują wyjątkowo dużo problemów dla GIS, a w kopalniach odkrywkowych problematyka geoprzestrzenna jest silnie kojarzona z technikami fotogrametrii lotniczej, naziemnej i teledetekcji. Geoinformacja przynosi szczególnie spektakularne rozwiązania i korzyści jako ważne narzędzie w skomputeryzowanych systemach kierowania kopalniami i bezpieczeństwem, zwłaszcza wobec zagrożeń mikrosejsmicznych i gazowych (wyrzuty i wybuchy metanu).

**Inżynieria** lądowa i wodna, jako dyscyplina występująca pod nazwą budownictwo, ma również pewien wkład w rozwój GIS, przede wszystkim w zastosowaniach do planowania, projektowania, budowy i kontroli bezpieczeństwa obiektów kubaturowych, liniowych i powierzchniowych. Planowanie przestrzenne, gospodarka przestrzenna i zarządzanie nieruchomościami, to sektory działalności związane z inżynierią lądową i budownictwem, beneficjenci, a również uczestnicy rozwoju geoinformacji.

**Ekologia, ochrona i inżynieria środowiska** – te obszary działalności publicznej, będące jednocześnie ważnymi elementami nauk przyrodniczych i nauk technicznych, są aktywnymi uczestnikami naukowego rozwoju geoinformacji, głównie przez wkład w tworzenie tematycznych systemów informacyjnych i korzystanie z nich w naukowych badaniach przestrzennych oraz w monitoringu środowiska, zwłaszcza przyrodniczego i jego komponentów.

Tegoroczna, kolejna konferencja na temat roli geoinformacji w równoważeniu rozwoju w Polsce i Europie, dostarczy nowych treści ilustrujących relacje nauk o Ziemi z GIS. Ostatnie sesje objęte nazwą symposium, będą poświęcone aktywności w tej dziedzinie instytutów naukowych i badawczo-rozwojowych, tworzących od września 2006 roku sieć naukową pt. *Systemy Geoinformacyjne*.

## Globalny System Obserwacyjny Ziemi

*Koronnym* przedsięwzięciem w skali światowej jest Globalny System Obserwacyjny Ziemi, w języku angielskim zwany wręcz *systemem systemów* (*Global Earth Observation System of Systems*), zapoczątkowany w 2002 roku, uzgodniony w roku 2004 przez konfe-

rencję 47 krajów i 25 organizacji międzynarodowych i ustanowiony w 2005 roku podczas konferencji w Brukseli. Naukowe, społeczne i utylitarne cele programu GEOSS zostały określone następująco:

- redukcja ofiar katastrof naturalnych w świecie i ekonomicznych skutków klęsk żywiołowych, akronim DISASTERS,
- poznanie i zrozumienie wpływu czynników środowiskowych na zdrowie ludzi i ich samopoczucie, HEALTH,
- doskonalenie gospodarki zasobami energii, ENERGY,
- poznanie, prognozowanie i redukcja negatywnych skutków zmian klimatycznych, CLIMATE,
- doskonalenie gospodarki zasobami wody, WATER CYCLE,
- doskonalenie informacji meteorologicznej i prognozowania pogody, WEATHER,
- doskonalenie ochrony ekosystemów lądowych, morskich i brzegowych, ECOSYSTEMS,
- wspomaganie zrównoważonego rolnictwa, m.in. zapobieganie pustynnieniu obszarów lądowych, AGRICULTURE,
- monitoring i konserwacja bioróżnorodności, BIODIVERSITY,
- rozwój i doskonalenie zasad, metod i technologii pozyskiwania danych i użytkowania informacji z systemu GEOSS; COMMONALITY ANALYSIS.

Liczne referaty tworzące program naszej Konferencji są związane z wyżej przytoczoną problematyką programu GEOSS. Nauki o Ziemi w tej problematyce, szczególnie w jej warstwie poznawczej, odgrywają zasadniczą rolę.

### Literatura

Ney B., współpraca: Ciołkosz A., Gaździcki J., Graniczny M., Kotlarczyk J., Linsenbarth A., 2007: Systemy informacji przestrzennej w naukach o Ziemi. [W:] Aktualne i perspektywiczne problemy nauk o Ziemi i nauk górniczych, Zbiór materiałów pokonferencyjnych VII Wydziału Polskiej Akademii Nauk, 9–10 listopada 2004, Warszawa.

### Summary

*In official classification of sciences in Poland, covering 17 fields of science and 80 scientific disciplines, Earth sciences – as a field of science – comprise four disciplines: geophysics, geography, geology and oceanography. Geodesy and cartography as a discipline belongs in this classification to the field of technical sciences, but in fact its important part is related to Earth sciences. Other disciplines like architecture, urban studies, building, mining, engineering geology, environmental engineering and transportation are also partly related to these sciences. In the structure of the Polish Academy of Sciences, comprising seven departments, geodesy and cartography belongs to the Department of Earth and Mining Sciences, but other, numerous scientific disciplines are also related to spatial information systems (GIS). This is a bilateral relation: these disciplines use geoinformation systems in their studies and at the same time contribute to their creative development. Geoinformation integrates spatial studies.*

*Main problems and applications of geoinformatics can be characterized from a discipline point of view as follows:*

**Geophysics** – characteristics and location of physical features of rock formations of the Earth, especially important for studies of global, regional and local dynamics; examination of causal-consecutive

*relations between centers of seismic phenomena in rock mass and their effects in top layers of the Earth's crust / Earth surface; documentation of seismic and microseismic hazards,*

**Geology** – *information systems concerning geological structure of top layer of the Earth's crust; inventory and monitoring of underground waters and deposits of geological raw materials; monitoring of hazards induced by geology, especially those caused by mass surface movements,*

**Geography** – *analyses of complex natural, demographic, social and economic processes appearing on Earth surface, covering large areas and mapped in small scales; spatial studies having diagnostic and forecasting character, indispensable for conducting proper policy of spatial management at various levels: continental, euroregional, country, regional and local level,*

**Oceanography** – *information systems related to studies of physics, chemistry, biology and dynamics of seas and oceans; investigations of sea-land interactions, important from research and practical point of view (e.g. threats and safety of coastal zones and water reservoirs); studies of phenomena and dynamics of changes in polar regions,*

**Geodesy** – *creating – jointly with geography – spatial information systems and generally reference information, necessary for modern geoinformation; studies of Earth dynamics as a globe, studies of vertical and horizontal movements of the Earth's crust at local and regional scale; creating and maintaining local and regional geographic information systems, which fulfill research and practical functions,*

**Mining** – *geoinformation systems are applied in deep mining, open-mining and drilling mining; they are developed scientifically for their specific needs and conditions, mainly for deposit management (active cooperation with deposit, exploratory and engineering geology) and for keeping safety in mines,*

**Civil and water engineering** – *uses mainly GIS for spatial planning, spatial management and water management; these sectors participate in the studies of geographical space and in developing thematic geographic information systems,*

**Ecology, protection of environment and environmental engineering** – *these spheres of public activity, being at the same time important elements of natural sciences and technical sciences, actively participate in scientific development of geoinformation, mainly through their contribution to creating thematic information systems and through usage of these systems in scientific spatial studies and in monitoring of environment, especially natural one and its components.*

prof. zw. dr hab. inż. Bogdan Ney, czł. rzecz. PAN  
Przewodniczący Wydziału VII Nauk o Ziemi  
i Nauk Górniczych PAN  
bogney@pan.pl  
Bogdan.Ney@igik.edu.pl