

STEFAN KOZŁOWSKI

Sobolewska 9, 02-908 Warszawa

e-mail: skoz@pgi.waw.pl

## POSTĘPY PRAC NAD OCHRONĄ GEORÓZNOODNOŚCI W POLSCE

### WPROWADZENIE

Konwencja zrównoważonego rozwoju przyjęta na konferencji „Środowisko i rozwój” (Rio de Janeiro, 1992) otworzyła nowy rozdział w podejściu człowieka do gospodarowania zasobami przyrody (KOZŁOWSKI 1994). Powstały nowe idee, nowe zasady mające na celu powstrzymanie postępującej degradacji środowiska przyrodniczego globu ziemskiego. Zgodnie z nimi konieczne jest utrzymanie równowagi między poszczególnymi elementami środowiska przyrodniczego, mającymi istotne znaczenie dla utrzymania życia na Ziemi. Podstawowym celem jest zachowanie warunków dla dalszego rozwoju życia. Wychodząc naprzeciw temu wezwaniu w Rio de Janeiro przyjęto konwencję o zachowaniu różnorodności biologicznej (KONWENCJA... 1993) zakładającą, że utrzymanie życia zależy przede wszystkim od jego zróżnicowania. Zasady różnorodności biologicznej podkreślają: „zróżnicowanie we wszystkich możliwych żywych organizmach, z uwzględnieniem między innymi: ekosystemów lądowych, morskich oraz innych wodnych zespołów ekologicznych, których częścią są te organizmy; dotyczy to różnorodności w obrębie gatunku, międzygatunkowej oraz różnorodności ekosystemów”. Konwencja określa też zasady użytkowania przyrody oraz kryteria podziału osiągniętych korzyści. Problemy te zawarte zostały w oficjalnym określeniu celów konwencji: „ochrona różnorodności biologicznej, uwarunkowane użytkowanie jej elementów oraz sprawiedliwy podział korzyści wynikających z wykorzystania zasobów genetycznych, w tym odpowiedni dostęp do zasobów genetycznych i transfer stosowanych technologii, z uwzględnieniem wszystkich praw do tych zasobów i technologii, a także odpowiednie finansowanie” (KONWENCJA...1993).

Mamy tu do czynienia nie tylko z zasadą ochrony różnorodności biologicznej, ale też z kryteriami gospodarowania posiadanymi zasobami przyrody ożywionej (GLIWICZ 1994, 1995). Ratyfikowanie przez nasz kraj tej konwencji otwiera nowy rozdział w podejściu Polski do gospodarowania przyrodą naszej planety. Teoria różnorodności biologicznej dotyczy wszystkich poziomów organizacji biosfery: genetycznego, gatunkowego i systemów ekologicznych (mówiąc o systemach ekologicznych uwzględniamy też tło abiotyczne, na którym rozwija się życie). Zagadnienie różnorodności ekosystemowej struktury fizjocenoz (krajobrazów) staje się dziś kluczowym problemem (ANDRZEJEWSKI 1996).

Trzeba stwierdzić, że ochrona różnorodności biologicznej nie jest możliwa bez uwzględnienia zagadnienia ochrony krajobrazu (KOZŁOWSKI 1980, RICHLING i SOLON 1996). Konieczna jest ochrona różnorodności ekologicznej, którą GLIWICZ (1995) definiuje następująco: „różnorodność powtarzalnych i podległych klasyfikacji układów tworzonych przez różne gatunki i ich kombinacje, a więc różnorodność zgrupowań, biocenoz, ekosystemów i krajobrazów”. Jako główne kierunki działań przyjęto: przeciwdziałanie, zapobieganie oraz zwalczanie przyczyn zmniejszenia lub zanikania bioróżnorodności. W ciągu ośmiu lat, jakie upłynęły od konferencji w Rio de Janeiro, zrobiono bardzo wiele dla realizacji konwencji o różnorodności biologicznej. Można powiedzieć, że był to wyjątkowo silnie rozwijający się kierunek badań środowiska przyrodniczego.

Zdano sobie jednak sprawę, że fenomen życia jest znacznie bardziej złożony i w znacznie większym stopniu związany ze światem nie-

organicznym. Realizowany w Stanach Zjednoczonych Subsurface Science Program doprowadził do wykrycia życia organicznego do głębokości 2,8 km (FREDRICKDON i ONSTOTT 1996). Są to formy życia nie związane z atmosferą tlenową. Źródłem energii są tu procesy redukcji oparte na związkach siarki, żelaza czy manganu. Są to litoautotrofy, czyli formy żywiące się skałami. Mikroorganizmy zostały stwierdzone nie tylko w skałach osadowych, ale też w bazaltach i granitach. Biomasa podziemnego świata, według Thomasa Golda, może wynieść więcej niż masa wszystkich znanych dotąd drobnoustrojów, grzybów, roślin i zwierząt.

Badania te wskazują, jak ścisły jest związek życia ze skorupą Ziemi — litosferą. Warunki, jakie panują w obrębie litosfery i na jej powierzchni, mają więc zasadnicze znaczenie dla powstawania i funkcjonowania życia. Zaczynamy coraz bardziej doceniać rolę geosystemu w utrzymaniu funkcji życia. Przeprowadzone w ostatnich latach badania systemu słonecznego dobitnie wykazały wyjątkową rolę ziemskiego geosystemu w procesie kreacji i ewolucji życia (SAGAN 1996). Z tego też względu konieczne jest zwrócenie większej uwagi na rolę, znaczenie i przyszłość ziemskiego geosystemu. Szczególne znaczenie ma określenie zasad funkcjonowania geosystemu planety Ziemi. Dotyczy to rozpoznania i określenia jakościowych i ilościowych zależności i współoddziaływań, jakie zachodzą między elementami, zjawiskami i obiektami, a także podsystemami i systemami sąsiednimi. Zmiany zachodzące w geosferze możemy podzielić na cztery grupy: planetarne, endogeniczne, egzogeniczne i antropogeniczne (Tabela 1).

Szczególne znaczenie mają te zmiany antropogeniczne, które coraz bardziej zaczynają na-

ty. Nasila się proces uruchomienia obiegu pierwiastków uwieczonych dotychczas w litosferze. Ich nadmierna koncentracja powoduje postępujące skażenie toksyczne, obejmując coraz to większe obszary Ziemi, powodując destrukcję lub mutację świata ożywionego. Konsekwencje tych zmian mogą już dziś doprowadzić do wyeliminowania człowieka, np. w wyniku wojny jądrowej. Konieczne jest więc sformułowanie strategii ochrony geosfery Ziemi. Strategia w pierwszym rzędzie dotyczy troski o utrzymanie funkcjonowania geosystemu zgodnie z różnorodnością uformowaną przez procesy geotwórcze.

Możemy więc mówić o potrzebie ochrony georóżnorodności Ziemi, przyjaznej i niezbędnej dla rozwoju życia, a szczególnie życia człowieka (KOZŁOWSKI i współaut. 1998).

Zachodzi więc potrzeba zdefiniowania georóżnorodności jako: „różnicowania powierzchni Ziemi w zakresie budowy geologicznej, rzeźby, gleb, klimatu, wód powierzchniowych i podziemnych z uwzględnieniem przekształceń antropogennych” (KOZŁOWSKI 1998).

Georóżnorodność wraz z bioróżnorodnością stanowią dwa człony warunkujące możliwość realizacji zrównoważonego rozwoju. Rozwój taki jest rozumiany „jako zgodny z naturalnymi uwarunkowaniami przyrodniczymi, polegający na optymalnym wykorzystaniu zasobów i walorów środowiska przyrodniczego, nie naruszający w sposób istotny i nieodwracalny środowiska życia człowieka, godzący prawa przyrody z prawami ekonomii, z poszanowaniem dóbr przyrody” (KOZŁOWSKI 1996).

Można więc powiedzieć, że przyszłość naszej planety zależy od umiejętnego wykorzystania zasobów i walorów środowiska przyrodniczego.

Tabela 1. Zmiany w geosferze

Planetarne	Zmiany natężenia promieniowania Słońca, a także gwiazd supernowych. Opad pyłu kosmicznego, meteorytów, kolizje ciał niebieskich
Endogeniczne	Konwekcja jądra metalicznego. Tektonika płyt. Zjawiska wulkaniczne. Magnetyzm ziemski.
Egzogeniczne	Ruchy pionowe skorupy - denudacja i sedymentacja, wietrzenie. Procesy górotwórcze.
Antropogeniczne	Uruchomienie obiegu pierwiastków, w tym toksycznych. Koncentracja promieniowania radioaktywnego. Tworzenie nowych pierwiastków, związków chemicznych.

ruszać równowagę w litosferze ukształtowanej co najmniej w ciągu ostatnich miliardów lat. Zmiany wywołane działalnością człowieka, rozpoczęte w XIX w. stają się coraz szybsze i obejmują coraz to nowe dziedziny. Działalność człowieka uruchomiła proces zanieczyszczenia i destrukcji środowiska przyrodniczego całej plane-

Środowisko to składa się ze świata nieożywionego i ożywionego. Ich ściśle i bezpośrednie związki zmuszają do łącznego traktowania geosfery i biosfery. W dotychczasowych badaniach niewspółmiernie więcej uwagi poświęcono biosferze. Obecnie jest czas, aby rozwijać szerzej problematykę związaną z geosferą. Chcąc

utrzymać równowagę niezbędną dla dalszego funkcjonowania życia, a szczególnie człowieka, konieczne jest realizowanie dwu globalnych

programów: ochrony różnorodności biologicznej i ochrony georóżnorodności.

## POJĘCIE GEORÓŻNORODNOŚCI

Przedmiotem badań georóżnorodności jest epigeosfera (zewnątrzna sfera Ziemi), stanowiąca złożony przestrzennie geokompleks, wraz z dolną częścią atmosfery — troposferą. Mamy więc do czynienia z problemem gospodarowania abiotycznymi zasobami przyrody, określanymi jako geoekologia. W tym ujęciu geoekologia jest komplementarna do pojęcia bioekologii. Geoekologia nie może być jednak utożsamiana z ekologią krajobrazu, obejmującą znacznie szerszy zakres tematyczny (geosfera, biosfera i nosfera) (RICHLING i SOLON 1996).

Ochrona georóżnorodności utożsamiana jest niekiedy z pojęciem geosozologii. Jest to nauka o ochronie — ratowaniu Ziemi. Koncentruje się ona na ochronie górnej części litosfery. Zadaniem geosozologii jest utrzymanie abiotycznych warunków biosfery, wynikających z możliwości dalszego rozwoju życia organicznego na Ziemi. Pojęcie geosozologii sformułowane zostało w trakcie realizacji programu Ochrona Litosfery, realizowanego w Państwowym Instytucie Geologicznym w latach 1990–1994 (KOZŁOWSKI i WYRWICKA 1994). Geosozologia wywodzi się od terminu sozologia. Pojęcie sozologii w latach 60. stworzył GOETEL (1966, 1971). Sozologia jest nauką o ochronie — ratowaniu. Nazwa pochodzi od greckiego słowa „sodzo” lub „sozo”, oznaczającego w języku starogreckim „chronić”, a w nowogreckim „ratuję”.

Celem nowej nauki, według W. Goetla, było: „zabezpieczenie trwałości użytkowania zasobów przyrody przez ich ochronę [...]; nowa nauka zawierająca elementy gospodarcze i techniczne zmierza do przyniesienia bezpośrednich korzyści dla ludzkości, dla której trwałość użytkowania zasobów jest podstawą bytu...”. Definicja sozologii według Słownika wyrazów obcych PWN brzmi: „Nauka zajmująca się problemami ochrony przyrody i zapewnieniem trwałości użytkowania jej zasobów”.

Georóżnorodność dotyczy szeregu zazębiających się sfer: atmosfery, litosfery, morfosfery, pedosfery, hydrosfery i biosfery. Sfery te stanowią autonomiczne podsystemy znajdujące się w stałych związkach i powiązaniach, które można określić poprzez rozpoznanie jakościowe i ilościowe obiegu energii i materii w różnych skalach czasowych i przestrzennych. W wyniku stale zachodzących związków i powiązań między tymi sferami powstają określone układy

(agregacje układów), które mają różne zasięgi przestrzenne i różnicują w czasie strukturę krajobrazową powierzchni Ziemi.

Georóżnorodność powinna być traktowana jako wyznacznik życia, które może się rozwijać na planetach mających odpowiednią wilgotność, temperaturę oraz gdy mamy do czynienia ze zjawiskiem metastabilności (POSTGATE 1997). W warunkach Ziemi za kluczowy problem należy uznać potrzebę zachowania metastabilności w odniesieniu do budowy geologicznej, rzeźby, gleb, wód powierzchniowych oraz klimatu. Te właśnie elementy geosystemu Ziemi składają się na pojęcie georóżnorodności. Powyższe układy i powiązania cechuje różny stopień zależności, różny jest czas ich funkcjonowania oraz zasięg przestrzenny, co w konsekwencji określa naturę umiarkowanej strefy klimatycznej. Układy (typy powiązań) w efekcie końcowym tworzą strukturę krajobrazową regionu i całego kraju. Dla ścisłości należy dodać, że wymienione układy, określone przez krajobrazy, tworzą system powierzchni Ziemi, a stopień skomplikowania tych układów i częstość występowania określają czynniki o charakterze strefowym i astrefowym. Czynniki strefowe i ich aktywność regulowane są miarą dopływu energii słonecznej do powierzchni Ziemi, natomiast czynniki astrefowe, w tym głównie rzeźba terenu, która często ze względu na spełnianą funkcję w systemie powierzchni Ziemi określana jest jako podłoże atmosfery. Oddziaływanie rzeźby terenu na procesy dominujące w środowisku przyrodniczym ma charakter pośredni i bezpośredni. Rytm rzeźby ma bezpośredni wpływ na obieg wody, na procesy geochemiczne w litosferze, na sekwencję wykształcenia profili glebowych i układ fizjocenoz. Wszystko to sprawia, że rzeźba terenu (a dokładnie parametry określające jej charakter) stanowi ważny indikator zmian środowiskowych, a jej rozpoznanie, ochrona i zachowanie w środowisku przyrodniczym ma istotne znaczenie w zróżnicowaniu georóżnorodności. Zachowanie różnorodności oznacza eliminację koncentracji niekorzystnych procesów wywołanych przede wszystkim działalnością człowieka. Przez niekorzystne procesy rozumiemy te, które zagrażają życiu, a szczególnie życiu człowieka.

W szerszym ujęciu georóżnorodność może się też odnosić do warunków panujących na

innych planetach lub księżycach. Jeśli warunki te nie odpowiadają dziś możliwościom rozwoju życia człowieka, to powstaje pytanie, czy nie będzie możliwa w dalszej przyszłości ich zmiana. Dla Marsa został już opracowany program terraformowania planety (ZUBRIN i WAGNER 1997). Jest to idea zwiększenia georóżnorodności tej planety do tego stopnia, aby na jej powierzchni mogło rozwijać się życie, co w zasadniczy sposób ułatwiłoby jej kolonizację. Program terraformowania przewiduje: wywołanie efektu cieplarnianego, wzrost ciśnienia atmosferycznego, topnienie lodów i wiecznej zmarzliny, ożywienie hydrosfery, nasycenie tlenem atmosfery.

Przytoczony przykład wskazuje na skalę możliwości sterowania geosystemami planet. Możemy więc mówić o możliwościach przywracania georóżnorodności korzystnej dla ukształtowania się różnorodności biologicznej. Poprzez georóżnorodność rozumiemy więc odpowiednie warunki dla różnorodności biologicznej.

Otwiera to bardzo szerokie możliwości sterowania procesami zachodzącymi w geosyste-

mie danej planety. Aby jednak dojść do możliwości sterowania procesami, niezbędne jest dobre poznanie zasad funkcjonowania poszczególnych sfer geosystemu.

Georóżnorodność możemy rozpatrywać, badać w sposób analityczny i syntetyczny. Analityczny kierunek w badaniach georóżnorodności polega na analizie poszczególnych elementów powierzchni Ziemi (geologii, rzeźby, klimatu, gleb, wód, antropogenu), określeniu ich aktualnego stanu, kierunków, przekształceń i przedstawienia form ochrony. Z kolei syntetyczny kierunek badań georóżnorodności obejmuje analizę krajobrazów, a więc określonych jednostek przestrzennych, także rozpoznanie ich aktualnego stanu, kierunków przemian i przedstawienie form ochrony. Badania analityczne i syntetyczne georóżnorodności powinny być prowadzone równolegle. Wyniki te dopiero łącznie stanowią pełną dokumentację georóżnorodności badanego regionu geograficznego czy jednostki administracyjnej.

#### RÓŻNORODNOŚĆ KRAJOBRAZOWA W PROGRAMACH EUROPEJSKICH

Próby porównania bioróżnorodności i georóżnorodności odnajdujemy w koncepcji „Pan-europejskiej strategii biologicznej i krajobrazowej na lata 1996–2000”, przyjętej na konferencji ministrów ochrony środowiska w Sofii w 1995 r.

W dokumencie tym wprowadzono pojęcie „różnorodności krajobrazowej”, rozumianej jako formalne wyrażenie licznych związków zachodzących w pewnym okresie między sobą lub społeczeństwem a topograficznie określonym terytorium, którego obraz jest wynikiem długotrwałych działań czynników przyrodniczych i ludzkich oraz połączonych wpływów (KOZŁOWSKI 1997).

Działania ochronne powinny pozwolić na zachowanie i podniesienie znaczenia krajobrazów naturalnych i kulturowych, ważnych w skali europejskiej, określonych przez:

— główne formy geomorfologiczne charakterystyczne dla poszczególnych sfer geologiczno-klimatycznych, oceniane na podstawie czterech kryteriów: rzadkości, niepowtarzalności, reprezentatywności i naturalności; cechy geologiczne mogą obejmować nienaruszone systemy rzeczne, pingo i ozy, wydmy, nadbrzeża, zapadliska krasowe, fałdy kopulaste oraz skamieliny;

— połączone stosowanie procesów przyjaznych środowisku i zrównoważone użytkowanie surowców naturalnych;

— nieintensywne gospodarowanie półnaturalnymi siedliskami fauny i flory;

— sposoby użytkowania gruntów i osadnictwo właściwe dla danej kultury lub regionu, w tym układ pól, zabytkowe domy i inne zabudowania; cechy kulturowe mogą obejmować: miejscową architekturę wiejską, zabytkowe parki, stare szlaki komunikacyjne, kanały i rowy, stawy rybne, sztuczne drogi wodne, tradycyjny układ siedzib i pól;

— wyjątkową malowniczość, stanowiącą indywidualną cechę charakterystyczną krajobrazu naturalnego i kulturowego naszego kontynentu.

W tym ujęciu struktura krajobrazu powierzchni Ziemi traktowana jest jako połączenie bioróżnorodności z podstawą dla niej, którą jest georóżnorodność. Georóżnorodność i bioróżnorodność decydują o odrębności i indywidualności jednostek krajobrazowych. Jest to istotny element w procesie planowania przestrzennego.

W 1994 r. przyjęte zostały zasady Europejskiej polityki rozwoju przestrzennego. Opracowywane obecnie Europejskie perspektywy rozwoju przestrzennego (ESDP) oparte są na założeniu, że „...podstawowym celem będzie osiągnięcie zrównoważonego i zbilansowanego rozwoju (ang. sustainable), w szerokim rozumieniu tego pojęcia, nie tylko z punktu widzenia środowiska przyrodniczego, ale także ze względu na społeczny, ekonomiczny i kulturowy wymiar

rozwoju" (SZLACHTA 1997). Ochrona zasobów i sprawne zarządzanie europejskim dziedzictwem kulturowym i przyrodniczym uznane zostało za jeden z podstawowych celów polityki Unii Europejskiej. W powstającej Unii Europejskiej pojawia się wola społeczna realizacji zrów-

noważonego rozwoju. Zgodnie z tymi założeniami powstaje strategia rozwoju regionalnego (ang. European Regionalized Development ERDS), której długoterminowym celem ma być harmonijny, trwały rozwój i osiągnięcie równowagi regionalnej.

#### OCHRONA DZIEDZICTWA GEOLOGICZNEGO

Ochrona dziedzictwa geologicznego stanowi ważny element szerszej koncepcji ochrony dziedzictwa przyrodniczego. W Polsce zachowanie dziedzictwa geologicznego jest wpisane jako jeden z głównych celów ustawy o ochronie przyrody w 1991 r., z późniejszymi zmianami. Realizacją zapisu o ochronie dziedzictwa geologicznego zajmują się kolejne programy badawcze realizowane przez Państwowy Instytut Geologiczny: „Program ochrony litosfery” zakończony w roku 1997 oraz „Ochrona georóżnorodności”, której I etap zakończony został w I kwartale 1999 r.

Pod patronatem UNESCO w 1991 r. sformułowana została „Deklaracja praw pamięci o Ziemi”. Odbyło się to na pierwszym sympozjum poświęconym georóżnorodności zorganizowanym we Francji. Na kolejnej konferencji w Malvern (W. Brytania) w 1993 r. sformułowany został postulat o potrzebie uruchomienia światowej konwencji ochrony dziedzictwa geologicznego. Problematyką tą zajmuje się obecnie Europejska Asocjacja Ochrony Dziedzictwa Geologicznego (PRO-GEO), która działa w ramach Międzynarodowej Unii Geologicznej (IUGS) (ALEXANDROWICZ 1994). Kierownikiem grupy roboczej nr 2, obejmującej kraje z Europy Środkowej, jest reprezentantka Polski — prof. dr hab. Zofia Alexandrowicz z Krakowa. W dniach 14-17.10.1997 r. w Krakowie odbyło się spotkanie grupy roboczej nr 2 na konferencji zorganizowanej przez Instytut Ochrony Przyrody PAN i Oddział Karpacki PIG. Konferencja ta poświęcona była ustaleniu listy geostanowisk do wpisania na Europejską Listę Dziedzictwa Geologicznego (ang. Draft Candidate list geosites representative of Central Europe). Propozycje, swoje zgłosiły: Litwa, Białoruś, Ukraina, Słowacja, Republika Czeska, Austria i Polska. Łącznie przedstawiono 131 wniosków, z czego 84 przysłało z obszaru Polski.

Na konferencji sformułowane zostały obszernie wnioski ukierunkowujące dalszą pracę grupy PRO-GEO. W stosunku do Polski i po odbyciu objazdu regionu Krakowa sformułowany został wniosek o wpisanie rezerwatu „Groty Krysztalowe” i stanowisk dokumentacyjnych w Kopalni Soli Wieliczka na Światową Listę Dzie-

dzictwa Geologicznego. Obszerne omówienie propozycji poszczególnych krajów przedstawione zostało w Polish Geological Institute Special Papers (2/1999). Przewiduje się utworzenie europejskiego banku danych „GEOSITES” IUGS. Rozważany jest też projekt powołania parków geologicznych (Geoparków). W Polsce prace nad międzynarodową listą geostanowisk prowadzi zespół prof. Z. Alexandrowicza w Instytucie Ochrony Przyrody PAN (ALEXANDROWICZ 1997).

W Państwowym Instytucie Geologicznym powstaje natomiast lista propozycji ustanowienia geologicznych stanowisk dokumentacyjnych, a częściowo też pomników przyrody i rezerwatów przyrody. Ustawa o ochronie przyrody z 1991 r. (z późniejszymi zmianami) wprowadziła nowe pojęcie — stanowisko dokumentacyjne. Ta kategoria szczególnie dobrze odpowiada ochronie przyrody nieożywionej. Prace w Państwowym Instytucie Geologicznym przeprowadzono w dwóch kierunkach — układzie stratygraficznym i regionalnym. W układzie stratygraficznym chodzi o to, by zachować reperowe odsłonięcia i profile (stratotypy). W wyniku współpracy z największymi znawcami poszczególnych formacji stratygraficznych wytypowano wstępnie 432 stanowiska dokumentacyjne. Po przygotowaniu odpowiedniej dokumentacji stanowiska te decyzjami rad gminnych i starostów winny podlegać formalnej ochronie.

Zaprezentowana w tym sprawozdaniu lista 432 stanowisk musi być traktowana jako wstępna, gdyż niedozwone będą jeszcze pewne uzupełnienia i modyfikacje. Lista ta reprezentuje sieć stanowisk o randze międzynarodowej, krajowej, a niekiedy regionalnej. Równocześnie powstaje druga lista w trakcie opracowywania Mapy geologiczno-gospodarczej 1:50 000. Autorzy poszczególnych arkuszy przedstawiają propozycje przygotowania nowych stanowisk dokumentacyjnych lub pomników przyrody. Propozycje te (106 pozycji w I etapie) w dużej mierze odnoszą się do sieci o randze regionalnej lub lokalnej. Zakończenie tej akcji przewidziane jest około 2006 r., czyli po pokryciu całego kraju mapą geologiczno-gospodarczą. Przedstawione zamierzenia mają na celu wzmocnienie już istniejącego systemu ochrony przyrody nieożywo-

nej. Do 1997 r. prawną ochroną objętych było 67 rezerwatów przyrody nieożywionej, 1542 pomniki przyrody i 78 stanowisk dokumentacyjnych. Dane te wskazują na szeroko rozbudowany w Polsce system ochrony dziedzictwa geologicznego. Konieczne są jednak dalsze wysiłki,

aby system był możliwie reprezentatywny i kompletny. Jest to tym bardziej uzasadnione, że znajdujemy się obecnie w okresie szybkiego likwidowania (zasypywania) niezwykle cennych odsłoneń, stanowisk dokumentacyjnych czy profili geologicznych (KOZŁOWSKI 1998).

### WALORYZACJA GEORÓŻNORODNOŚCI

Waloryzację georóżnorodności możemy rozpatrywać w dwóch układach: planetarnym i krajowym. Zasadnicze znaczenie ma metoda prowadzenia waloryzacji geosystemu, jego poszczególnych sfer. Waloryzację geosfer przeprowadzamy z punktu widzenia potrzeb życia, a zwłaszcza potrzeb człowieka. Tym wyższa punktacja, im bardziej dana sfera czy krajobraz są przydatne lub cenne dla człowieka. W skali pięciopunktowej możemy przyjąć następujące określenia dla georóżnorodności w układzie planetarnym:

1) sfera (obszar) nieprzydatna dla życia człowieka, np. Księżyc;

2) możliwość życia człowieka przy licznych ograniczeniach, np. temperaturowych, ciśnieniowych, toksycznych itp.;

3) możliwość życia człowieka w bardzo złych warunkach, np. obszary pustynne, wiecznej zmarzliny itp.;

4) życie człowieka w dobrych warunkach, np. umiarkowana strefa klimatyczna, znaczna georóżnorodność i bioróżnorodność;

5) życie człowieka w bardzo dobrych warunkach klimatycznych i w bardzo bogatych krajobrazach.

Polska znajduje się w strefie czwartej z elementami strefy piątej.

Pięciostopniową skalę różnorodności postanowiono zastosować do krajowej oceny poszczególnych elementów georóżnorodności: litosfery — geologii, morfosfery — rzeźby, pedosfery — gleby, hydrosfery — wód powierzchniowych i podziemnych.

#### GEORÓŻNORODNOŚĆ BUDOWY GEOLOGICZNEJ POLSKI

Waloryzację budowy geologicznej Polski pod kątem jej różnorodności opracowuje prof. Z. ALEXANDROWICZ. Oceny dokonano biorąc pod uwagę następujące elementy:

— inwentarz stratygraficzny, litologiczny i strukturalny (odrębnie dla utworów ponadczwartorzędowych i czwartorzędowych),

— reprezentatywność danej jednostki litologicznej,

— stan odsłonięcia,

— rzeźbę uwypuklającą budowę geologiczną,

— walory estetyczne.

Dla każdej z wymienionych cech zastosowano punktację od 1 do 5. W efekcie otrzymano pięć typów obszarów charakteryzujących się różną georóżnorodnością, od A do E (Tabela 2). Wydzielone typy obszarów zostały przedstawione na mapie w skali 1:1 000 000. Przykładowo, do obszarów o bardzo dużej georóżnorodności zaliczono: Sudety, Tatry, pieniński pas skałkowy, wschodni fragment brzeżnych Karpat fliszowych na Pogórzu Przemyskim, Wyżynę Krakowską oraz Góry Świętokrzyskie.

#### GEORÓŻNORODNOŚĆ RZEŻBY POWIERZCHNI ZIEMI

Problematyka georóżnorodności rzeźby powierzchni Ziemi jest rozwijana w zespole prof. A. Kostrzewskiego. Dla oceny georóżnorodności rzeźby po raz pierwszy zastosowano nowe podejście uwzględniające: energię rzeźby, jej rozczłonkowanie rzeźby, oraz stan zachowania rzeźby.

Dla każdego z wymienionych czynników opracowano mapę waloryzacyjną w skali 1:1 500 000, opartą na skali pięciopunktowej (Tabela 2). Na podstawie tych trzech map została skonstruowana syntetyczna mapa georóżnorodności rzeźby. Waloryzacja została oparta w dużej mierze na satelitarnej mapie użytkowania ziemi, opracowanej w Instytucie Geodezji i Kartografii.

#### GEORÓŻNORODNOŚĆ GLEB

Problem ten jest rozpatrywany przez zespół: prof. J. Marcinka z Akademii Rolniczej w Poznaniu.

Polska charakteryzuje się bardzo dużą georóżnorodnością gleb, co wynika z różnorodności budowy geologicznej, rzeźby, hydrologii, roślinności i klimatu. Z tych też względów inwentarz gleb jest ściśle zróżnicowany. Pierwszą kategorią stanowią gleby terenów nizinnych i wyżynnych. Są to: rędziny, gleby aluwialne (międzyrzeczne), gleby hydrogeniczne (torfy, gytie), czarnoziemy, gleby pyłowe (mocno zerodowane z glebami brunatnymi właściwymi), gleby pyło-

Tabela 2. Zmienność georóżnorodności w Polsce

Elementy		Klasy				
		A bardzo duża	B duża	C średnia	D mała	E bardzo mała
Geologia-georóżnorodność		bardzo duża	duża	średnia	mała	bardzo mała
Rzeźba	Energia rzeźby	obszary >500 m n.p.m.	obszary 200-520 m n.p.m.	obszary 100-200 m n.p.m.	obszary 40-100 m n.p.m.	obszary <40 m n.p.m.
	Rozczłonkowanie rzeźby	góry wysokie	góry średnie i niskie	wyżyny wysokie	kotliny śródgórskie	dna dolin, równiny, niziny nadmorskie
	Stan zachowania rzeźby	lasy, mokradła, jeziora	łąki, pastwiska	grunty orne	tereny zurbanizowane	tereny przemysłowe, kopalniane, komunikacyjne
	Ocena ogólna	bardzo duża	duża	średnia	mała	-
Gleby	Rolnicza przestrzeń produkcyjna wg JUNG	>90 pkt	90-70 pkt	70-50 pkt	50-30 pkt	<30 pkt
	Erozja wodna powierzchniowa	bardzo duża	duża	średnia	mała	minimalna
Wody powierzchniowe	Źródła (wydajność w l/s)	>100	50-100	20-50	5-20	
	Tereny podmokłe	w parkach narodowych i rezerwatach	Niezagospodarowane	odosobnione i zmeliorowane	zagospodarowane	odwodnione, zdegradowane, zanieczyszczone
	Jeziora (czystość)	I klasa	II klasa	III klasa	wody pozaklasowe, rzeczne	wody pozaklasowe bez przepływu
	Rzeki (naturalność)	naturalne koryta na terenach prawnie chronionych	naturalne koryta na terenach rolniczych	umocnione brzegi koryt	koryta uregulowane	rzeki skanalizowane
	Rzeki (czystość)	I klasa	II klasa	III klasa	nadmiernie zanieczyszczone ściekami komunalnymi	nadmiernie zanieczyszczone ściekami przemysłowym i komunalnymi
Struktura krajobraz.	Krajobraz (georóżnorodność)	bardzo duża	duża	średnia	mała	bardzo mała
	Wpływ antropopresji	wzmocnienie środowiska	sukcesja roślinności łąkowej	słabe zmiany w użytkowaniu ziemi	silne zmiany w użytkowaniu ziemi	oddziaływanie miast i autostrad

we w asocjacji z czarnoziemami (lessy), gleby rdzawe (piaszczyste), gleby bielcowe.

Druga kategoria to gleby terenów górskich. Zaliczane są tu: gleby litogeniczne (skaliste), gleby brunatne właściwe (o spoiwie węglanowym), gleby brunatne kwaśne, gleby brunatne wylugowane z glebami pyłowymi.

W tabeli klasyfikacji wyróżniono 87 podtypów gleb w obrębie 35 typów i 15 rzędów. Dla 26 jednostek kartograficznych przedstawionych na mapie w skali 1:1 500 000 przedstawiono dodatkowo w układzie tabelarycznym udział jednostek towarzyszących oraz jednostek akcesorycznych. Charakterystyka i różnorodność gleb w bardzo dużej mierze zależy od działalności człowieka. Kolejna mapa poświęco-

na została antropogennym przekształceniom gleb. Wyróżniono 8 typów antropogenicznego przekształcenia gleb spowodowanych następującymi czynnikami: erozja wodna (E), intensywna uprawa rolnicza (U), odwodnienie terenu (D), utrata materii organicznej (O), zasolenie gleb (S), zanieczyszczenie, skażenie gleb (C), fizyczne zagęszczenie gleb (F).

Ponadto wyróżniono tereny stabilne nie nadające się do uprawy rolnej o dobrze wykształconych naturalnych ekosystemach, oddzielnie zaznaczono tereny stabilne stale prawidłowo użytkowane rolniczo. Szczególne znaczenie ma erozja wodna powierzchniowa. Dla bliższej charakterystyki tego procesu wyróżniono 5 typów (klas) przekształceń gleb (Tabela 2).

Na podstawie prac Instytutu Upraw Nawożenia i Gleboznawstwa przeprowadzono waloryzację rolniczej przestrzeni produkcyjnej. Zastosowany został system punktowy od 0 do 100 (Tabela 2).

#### GEORÓZnorodność wód powierzchniowych

Zagadnienie to opracowuje zespół: prof. A. Kanieckiego. Dla oceny georóżnorodności wód powierzchniowych przeprowadzono analizę: źródeł, terenów podmokłych, jezior, sieci rzecznej, stanu czystości wód płynących oraz wód podziemnych I poziomu.

Zastosowana metoda pozwoliła opisać każdy obszar wg. Następujących kryteriów:

- typ przekształceń (główne i poboczne),
- typ antropogenicznego przekształcenia,
- typ waloryzacji rolniczej.

Na stacjach bazowych zintegrowanego monitoringu przeprowadza się badania nad ochroną krajobrazu glebowego. Poszczególne rodzaje krajobrazu glebowego charakteryzują się odmiennymi warunkami przemiany energii, obiegu materii, dynamiką wody glebowej.

Waloryzacja źródeł oparta jest przede wszystkim na ich wydajności (Tabela 2). Na mapie Polski w skali 1:1 500 000 przedstawiono lokalizację i wydajność.

Od strony genetycznej wyróżnione są źródła: szczylinowe, szczylinowo-warstwowe, krasowe, morenowe, sandrowe, dolinowe, rumoszowe i zwietrzelinowe. Źródła przedstawiono na tle wydzielonych regionów i subregionów, dla których określono średnią roczną warstwę opadu (P) i odpływu (H). Część źródeł charakteryzuje się podwyższoną mineralizacją (szczawy w Sudetach, wody chlorkowo-sodowe w rejonie Krościenka, Szczawnicy, Krynicy, Żegiestowa, wody chlorkowo-sodowe, jodkowo-bromowe, siarczanowe i siarkowe w Niece Nidzickiej, solanki w obszarze kujawsko-pomorskim). W ostatniej dekadzie obserwowano zanikania źródeł. W latach 1953–1993 na terenie województwa lubelskiego liczba źródeł zmalała z 700 do 500. Wskaźnik określający wielkość powierzchni zasilającej jedno źródło zmalał na Roztoczu z 10 do 7 km<sup>2</sup>. Od 1997 r. działalność źródeł znacznie się powiększyła.

Dokonana została waloryzacja terenów podmokłych. Wobec braku formalnej ochrony terenów podmokłych w Polsce opracowanie to ma szczególne znaczenie. W omawianej waloryzacji wydzielono typy (klasy) terenów podmokłych w Polsce (Tabela 2).

Waloryzacji poddano 361 obiektów o powierzchni powyżej 100 ha. Łączna powierzchnia

tych obiektów wynosi 8920 km<sup>2</sup>. Ochrona terenów podmokłych łączy się ściśle z koniecznością ochrony torfowisk. Polska należy do najbogatszych krajów świata pod względem ilości torfowisk i ich zasobów. Mamy około 1,5 mln ha torfowisk, co stanowi 4,5% powierzchni ogólnej kraju. Rozpoznane zasoby torfu szacowane są na 18 mln dm<sup>3</sup>. Spośród zewidencjonowanych 49 tys. torfowisk ochronie podlega zaledwie 65 o łącznej powierzchni 4095 ha. Torfowiska traktowane są dziś jako główne rezerwuary wody i mają zasadniczy wpływ na ogólny bilans wody w kraju. Już dziś odwadnianie terenów podmokłych stwarza zagrożenie dla wielu parków narodowych: Poleskiego, Kampinoskiego, Wigierskiego, Słowińskiego, Biebrzańskiego i Narwiańskiego.

Ochroną szczególną powinny być objęte torfowiska unikalne, do których zalicza się torfowiska niskie w dolinie Biebrzy i wysokie w Kotlinie Orawskiej. Te ostatnie są ciągle eksploatowane i to z powodzeniem na eksport. Ochroną należy też objąć torfowiska nadmorskie oraz karkonoskie w Górach Izerskich. Wzorując się na doświadczeniach krajów Unii Europejskiej (np. Anglii) konieczne jest przyjęcie ustawowej zasady ochrony wszelkich terenów podmokłych.

Waloryzację jezior oparto głównie na obowiązującej klasyfikacji (Rozporządzenie MOŚ-ZNiL z dnia 5 listopada 1991) i na publikacji „Atlas stanu czystości jezior w Polsce” za lata 1989–1993. Istniejące dane dostosowano do skali pięciopunktowej (Tabela 2). Klasyfikacji poddano 413 jezior.

W ocenie waloryzacji sieci rzecznej brano pod uwagę „stopień naturalności”, czyli różnicę między rzeką naturalną a zmienioną przez człowieka. Waloryzację stanu czystości wód płynących oparto na skali pięciopunktowej (Tabela 2).

Przytoczona sytuacja dotyczy lat 1995–96. Ocena tej waloryzacji jest utrudniona na skutek funkcjonowania w Polsce kilku systemów oceny jakości wód.

Waloryzacja wód podziemnych I poziomu wodonośnego od wielu lat jest bardzo utrudniona wobec braku wiarygodnych danych. Mimo licznych pomiarów realizowanych przez IMiGW i SANEPID brak jest odpowiedniej bazy informacyjnej. Jednocześnie jest to poziom o bardzo dużym znaczeniu społeczno-gospodarczym. Studnie kopane (ponad 1,5 miliarda), płytkie ujęcia wody (abisynki) są powszechnie użytkowane. Wody te są w dużej mierze zanieczyszczone związkami azotowymi. Z tych powodów opracowano jedynie dwie mapy zagrożeń. Pierwsza mapa (1:1 500 000) przedstawia ujemny



wpływ przemysłu powodującego nadmierną emisję zanieczyszczenia poprzez atmosferę do gleby, wód powierzchniowych i podziemnych. Przedstawiono następujące wydzielenia: zasięgi ujemnych wpływów przemysłu, obszary silnie narażone na zanieczyszczenie I poziomu wód, stwierdzone zanieczyszczenia I poziomu wód punktowe i powierzchniowe, większe nagromadzenie i źródła wytwarzania odpadów przemysłowych.

Przedstawione również zostały zagrożenia geogeniczne dotyczące zasolenia:

- strefa wpływu Bałtyku,
- przejawy zasolenia związane z formacjami solanowymi (trzeciorzędowa i cechsztyńska).

Druga mapa przedstawia zagrożenia związane głównie z górnictwem odkrywkowym i podziemnym. Przedstawione zostały: wyrobiska i zespoły wyrobisk o powierzchni powyżej 2 km<sup>2</sup>, ważniejsze odosobnione wyrobiska o powierzchni 0,05–2,0 km<sup>2</sup>, obszary o dużej gęstości występowania wyrobisk o powierzchni 0,05–2,0 km<sup>2</sup>, strefy oraz odosobnione punkty związane ze stałym obniżeniem retencji podziemnej (leje, depresje) związane z działalnością górnictwem, obszary intensywnej eksploatacji wód podziemnych, obszary o wyróżnionych, trwałych zmianach wszystkich elementów środowiska geograficznego.

Zagrożenia te przedstawiono na tle głównych wodonośnych struktur kopalnych czwartorzędu zarówno odsłoniętych (głównie doliny dużych rzek), jak i zakrytych.

Na podstawie waloryzacji wód powierzchniowych dokonano syntetycznego wydzielenia obszarów o najwyższej georóżnorodności. Wśród tych obszarów wyróżniono typy a, b i c, które przedstawiono na tle 18 regionów fizyczno-geograficznych. Na zbiorczej mapie wydzielono proponowane obszary ochrony wód: podziemnych, parków narodowych, parków krajobrazowych, chronionego krajobrazu, obszary wód spiętrzonych i zbiorników retencyjnych, obszary zasobne w rezerwy wody wysokiej jakości.

Dwie ostatnie kategorie nie funkcjonują dotychczas w układzie prawnym i planowaniu przestrzennym. Wskazuje to na pilną potrzebę nowelizacji prawa wodnego i strategii gospodarki wodą w Polsce. W przyszłej strategii gospodarki wodą konieczne jest zwrócenie uwagi na problem renaturalizacji stosunków wodnych. Do działań tych zalicza się: odtworzenie naturalnej sieci rzecznej, wypłylenie koryt rzecznych, przywrócenie meandrów, wprowadzenie roślinności na brzegach cieków wodnych, likwidację niepotrzebnych rowów melioracyjnych.

#### GEORÓŻNORODNOŚĆ WÓD PODZIEMNYCH

Problematyka ta jest rozwijana przez zespół prof. B. Paczyńskiego. Przedstawiona została analiza polskich wód podziemnych z pominięciem I poziomu wód podziemnych.

Wody podziemne można klasyfikować ze względu na: genezę (np. infiltracyjne, reliktowe), środowisko występowania (porowe, szczelinowe, krasowe itp.), wiek (czas migracji wody opadowej), skład chemiczny (szczawy, siarczkowe, chlorkowe itp.), temperaturę.

Wody podziemne w Polsce reprezentowane są przez: wody zwykłe (słodkie), wody mineralne (zawierające stałe substancje rozpuszczone w ilości powyżej 1 g/dm<sup>3</sup>), wody lecznicze, wody termalne o temperaturze powyżej 20°C.

#### Georóżnorodność zwykłych wód podziemnych

Georóżnorodność zwykłych wód podziemnych zależy: budowy geologicznej (głównego piętra kenozoicznego i mezozoicznego), warunków sedymentacyjno-tektonicznych (formacje: porowa, porowo-szczelinowa, szczelinowa), głębokości (zwykle do 200–300 m, a sporadycznie jak w basenie łódzkim do 1000–1200 m), wieku średniego i starego (od 1 do 100 lat).

Analiza tych kryteriów pozwoliła wydzielić w Polsce 16 regionów hydrograficznych. Z punktu widzenia gospodarczego i użytkowego wyróżnia się: główne poziomu użytkowe (GPUWP), główne zbiorniki w ilości około 180 (GZWP) (KŁECKOWSKI 1990).

Polska posiada poważne zasoby zwykłych wód podziemnych. Zasoby możliwe do ujęcia studniami wierconymi szacowane są na około 1060 km<sup>3</sup>, co odpowiada 50-letniemu odpływowi całkowitemu. Zasoby dyspozycyjne, możliwe do trwałego użytkowania, wynoszą około 18 km<sup>3</sup>, a więc około 470 m<sup>3</sup>/mk<sup>2</sup>. W Polsce jest około 9000 studni wierconych zaopatrujących w wodę pitną systemy wodociągowe miast i wsi. Część zwykłych wód podziemnych charakteryzuje się złą jakością na skutek wpływów naturalnego zasolenia (rejon Gdańska, Żuławy) lub wpływów górnictwa i przemysłu (GZW). Dlatego też niezbędne są działania dla ochrony zasobów zwykłych wód podziemnych. Prawna ochrona np. Głównych Zbiorników Wód Podziemnych nie jest realizowana mimo odpowiednich zapisów w prawie geologicznym. Wychodząc na przeciw temu zagadnieniu została skonstruowana mapa ochrony wód podziemnych. Zostały na niej wydzielone następujące regionalne strefy ochronne:

- izolowane poziomy z wodami dobrej i trwałej jakości,
- poziomy stanowiące główne lub jedyne źródło zaopatrzenia komunalnego,
- strefy alimentacji dużych ujęć komunalnych,
- strefy zagrożone ingresją wód morskich lub solanek,
- strefy zagrożenia zanieczyszczeniami komunalnymi.

#### Georóżnorodność wód mineralnych i leczniczych

Wody mineralne i lecznicze występują niemal na całym obszarze Polski w 37 uzdrowiskach i 60 miejscowościach. Wody te różnicuje głównie ich skład chemiczny:

- wody chlorkowe, chlorkowo-sodowe i chlorkowo-sodowo-wapniowe o mineralizacji 1–300 g/dm<sup>3</sup> (występują na większości obszarów Polski),
- wody siarczanowe i siarczkowe o mineralizacji do kilkudziesięciu g/dm<sup>3</sup> (okolice Inowrocławia i wzdłuż linii Zielona Góra-Gliwice-Kraków-Sandomierz-Lubaczów),
- szczawy (CO<sub>2</sub>) o mineralizacji do około 20 g/dm<sup>3</sup> (Świeradów Zdrój-Polanica, Szczawnica, Krynica, Iwonicz Zdrój),
- ponadto występują wody: radanowe (radocenne), jodowe, bromowe itp.

Ze względu na skład chemiczny wyróżniono w Polsce 65 rodzajów wód mineralnych i leczniczych. Dla tych wód, dla 15 regionów hydrogeologicznych na mapie zostały określone możliwości ich wykorzystania: wybitnie perspektywiczne, perspektywiczne, mało perspektywiczne, bez perspektyw.

Wody mineralne i lecznicze stosowane są dla celów balneologicznych i rekreacyjnych.

#### Georóżnorodność wód termalnych

Wody termalne (powyżej 20°C) występują jako wody zwykłe (słodkie) lub mineralne. Pierwsze są bardziej cenne, gdyż zastosowane do celów grzewczych nie powodują zagrożenia środowiska. Ciepłe wody mineralne cenne są natomiast dla celów balneologicznych i rehabilitacyjnych. Wody termalne występują na bardzo różnych głębokościach — od źródeł do kilku kilometrów oraz w utworach o różnej litologii i stratygrafii. Decydującym czynnikiem jest temperatura wody. Maksymalne temperatury stwierdzono dotychczas w Polsce w Sudetach (87°C) i na Podhalu (100°C). Największe zasoby wód termalnych (głównie chlorkowych) występują w regionalnych zbiornikach na Niżu Polskim, gdzie wydzielono:

- wody o temperaturze 20–35°C (w utworach kredy dolnej),

- wody o temperaturze powyżej 35°C (również w utworach kredy dolnej),
- wody o temperaturze 20–35°C (w utworach jury dolnej),
- wody o temperaturze powyżej 35°C (również w utworach jury dolnej).

Do celów leczniczych wody termalne wykorzystywane są w wielu uzdrowiskach: Ciechocinek, Cieplice, Konstancin, Łądek Zdrój, Ustroń. Do celów grzewczych wody te zostały już praktycznie zastosowane na Podhalu i w Pyrzycach. Postęp w konstrukcji pomp ciepłych umożliwia wykorzystanie wód o temperaturze poniżej 20°C. Są to tak zwane wody subtermalne, które mogą znaleźć zastosowanie do celów leczniczych, rekreacyjnych oraz grzewczych.

Zanieczyszczenie wód podziemnych stanowi dziś w Polsce istotny problem. Ponad 50% zasobów dyspozycyjnych stanowią polskie wody gruntowe (pierwszy poziom wodonośny). Są one najbardziej zanieczyszczone. Szacuje się, że 50–70% studni kopanych dostarcza wód zanieczyszczonych głównie azotanami. W Państwowym Instytucie Geologicznym przebadano wody podziemne występujące na głębokości nie większej niż 15 m, czyli na ogół powyżej I poziomu wodonośnego („Strategia ograniczenia zanieczyszczenia wód podziemnych”). Stwierdzono 5278 przejawów zanieczyszczenia wód podziemnych, z czego: 705 pochodzenia geogenicznego (zasolenie), 2002 pochodzenia antropogenicznego, 232 pochodzenia policentrycznego, 2339 pochodzenia genetycznego (nie rozpoznanego).

Dominują zanieczyszczenia związkami azotu (60%). Poza zanieczyszczeniami punktowymi stwierdzono 631 zanieczyszczeń regionalnych. Łączna powierzchnia zanieczyszczonych wód wynosi około 26 tys. km<sup>2</sup>, co stanowi około 8% powierzchni kraju. Są to obszary o wysokim stopniu zurbanizowania.

W roku 1990 (KLECZKOWSKI 1990) powstała idea regionalnej ochrony wód podziemnych uwzględniające obszary najwyższej ochrony ONO, i obszary wysokiej ochrony OWO.

Powierzchnia ONO i OWO wynosi 89 679 km<sup>2</sup>, co stanowi 29% powierzchni kraju. Wskazuje to, jak ważnym problemem powinna być ochrona wód podziemnych. Niestety, obszary ONO i OWO nie uzyskały prawnej ochrony, a co gorsze nie weszły nawet do planowania przestrzennego. Obecne zasady ochrony wód podziemnych ustalone są dla poszczególnych Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP). W Polsce wyróżniono 138 GZWP, a według łagodniejszych kryteriów — 280. Łączna ich powierzchnia wynosi 96 800 km<sup>2</sup>, co stanowi 31% powierzchni kraju. Na podstawie wskazówek metodycznych MOŚZNiL z 1995 r. dla poszcze-

gólnych GZWP przewiduje się następujące rodzaje środków ochronnych: ochrona bierna (za-

kazy), ochrona prawna (nakazy), środki obserwacyjno-alarmowe (monitoring).

#### STRUKTURA KRAJOBRAZOWA POLSKI W ASPEKCIE ZACHOWANIA GEORÓŻNORODNOŚCI

Problematykę tę realizuje zespół prof. A. KOSTRZEWSKIEGO. Przyjęta w 1995 r. „Paneuropejska strategia różnorodności biologicznej i krajobrazowej” powiązała we wspólnym programie problematykę wody ożywionej z syntetycznym obrazem środowiska przyrodniczego, definiowanym jako krajobraz. Krajobraz reprezentuje poszczególne geoekosystemy, które w procesie długotrwałej ewolucji uformowały się na Ziemi i dlatego krajobraz możemy rozpatrywać w ujęciu genetycznym i fizjonomicznym. Wspomniana konwencja pominęła zupełnie problem georóżnorodności. Tymczasem właśnie współistnienie georóżnorodności i bioróżnorodności tworzy geoekosystemy (krajobrazy). Istnieje więc pilna potrzeba rozwoju badań nad georóżnorodnością.

Temu też celowi służył realizowany w Państwowym Instytucie Geologicznym program badawczy „Opracowanie systemu georóżnorodności w Polsce”. Rozwój badań nad georóżnorodnością ma w konsekwencji doprowadzić do powstania konwencji o ochronie georóżnorodności. Konwencja ta powinna być podobnie ratyfikowana, jak to miało miejsce w stosunku do konwencji o różnorodności biologicznej. Badania nad strukturą krajobrazową szły w trzech kierunkach: (i) wykazania związku georóżnorodności z geoekosystemami (krajobrazem), (ii) określenia georóżnorodności krajobrazu, (iii) określenia wpływu antropopresji na strukturę krajobrazu.

Krajobraz utożsamiany jest najczęściej z ujęciem fizjonomicznym. Ujęcie to pomija podejście genetyczne, które to ma bezpośredni związek z georóżnorodnością. Dlatego też zagadnienia genetyczne są głównym przedmiotem badań prowadzonych na Uniwersytecie im. A. Mickiewicza w Poznaniu (KOSTRZEWSKI 1996, KOSTRZEWSKI i współaut. 1995).

Pojęcie krajobrazu może być też rozumiane jako struktura przestrzeni przyrodniczej. Przestrzeń przyrodnicza Polski kształtowana jest więc przez dwa czynniki: georóżnorodność i bioróżnorodność. Rozwijając nurt georóżnorodności możemy określić georóżnorodność krajobrazu. Jako główne czynniki badań georóżnorodności krajobrazu można wymienić:

- podział kraju, regionu na geoekosystemy (krajobrazy);
- określenie struktury wewnętrznej danego geoekosystemu;

- ocenę prawidłowości funkcjonowania geoekosystemu;
- zagrożenia geoekosystemów;
- geoochronę.

Ocenę georóżnorodności krajobrazu oparto przede wszystkim na mapach georóżnorodności rzeźby i georóżnorodności wód. W efekcie powstała mapa georóżnorodności krajobrazu, przedstawiająca strukturę krajobrazową Polski (Tabela 2).

Do typu A zaliczono około 10% powierzchni kraju, obejmując tylko obszary górskie: Bieszczady bez części północnej, Beskid Sądecki z Pieninami, Tatry, Beskid Żywiecki i Śląski, Masyw Śnieżnika, Góry Bystrzyckie i Stołowe, Góry Sowie, Karkonosze.

Struktura krajobrazu Polski jest zmieniona na skutek wpływów geogenicznych i antropopresji. Pierwszy czynnik dotyczy przede wszystkim nagłych zmian bilansu wodnego na skutek procesów ocieplenia-osuszenia. Mówi się nawet o zjawisku stepowienia Polski centralnej (KLECZKOWSKI i MIKULSKI 1995). Istotną rolę odgrywają też procesy erozyjne. Dotyczy to zwłaszcza erozji gleb, które ujawniły się w ostatnich latach na terenach lessowych w województwie zamojskim. Duże zmiany powstały wskutek powodzi w 1997 r.

Daleko większe i brzemiennie w skutkach są zmiany wywołane antropopresją. Po 1989 r. powstały nowe warunki gospodarowania i użytkowania powierzchni ziemi. Za wiodące procesy należy uznać: wzrost lesistości kraju (z 27% docelowo do 30%), wzrost ilości odłogów (z 0,1% w roku 1985 do 8–9% w roku 1996), rozwój urbanizacji; dotyczy to szczególnie osadnictwa rozproszonego, powstawanie wielkich aglomeracji miejskich, budowa autostrad oraz działalność górnictwa odkrywkowego, podziemnego i otworowego.

Mamy tu do czynienia z dwiema przeciwnymi tendencjami. Ogranicza się działalność w dużych okręgach przemysłowych, np. GZW, TOS gdzie pojawiły się problemy związane z koniecznością rekultywacji (renaturyzacji) terenów pogórnicznych i poprzemysłowych. Jednocześnie wzmaga się presja na wydobywanie surowców przemysłowych (głównie piaski i żwiry). Na dużą skalę rozwinęła się nie kontrolowana eksploatacja, degradująca środowisko przyrodnicze. Dotyczy to szczególnie zachodniej czę-

ści kraju, gdzie rozwinął się eksport kruszywa do Niemiec.

Zagadnienia te zostały przedstawione na mapie wpływu antropopresji na strukturę krajobrazową (Tabela 2).

Przedstawiony obraz wskazuje na rozwinięcie się w ostatniej dekadzie lat dziewięćdziesiątych wielu nowych procesów szybko zmieniających strukturę krajobrazową Polski. Wymaga to śledzenia tych zmian i monitorowanie procesów. Jest to tym bardziej ważne, że aktualny system Państwowego Monitoringu Środowiska (PMS) nie uwzględnia dostatecznie omawianej

problematyki. Realizowany system PMS nastawiony jest głównie na monitoring techniczny dotyczący wody i powietrza. Brak jest natomiast śledzenia trendów i zmian zachodzących w zakresie georóżnorodności, bioróżnorodności i struktury krajobrazów. Jedynymi placówkami zajmującymi się tymi problemami są stacje zintegrowanego monitoringu, które w niedostatecznej liczbie funkcjonują w Polsce. Dla konstrukcji regionalnych (wojewódzkich) strategii rozwoju konieczne jest, aby w każdym województwie działała co najmniej jedna stacja zintegrowanego monitoringu.

#### SIEĆ GEOLOGICZNYCH STANOWISK DOKUMENTACYJNYCH

Stanowiska dokumentacyjne stanowią jedną z form geoochrony — ochrony przyrody nieożywionej, zgodnie z ustawą o ochronie przyrody z 1991 r. Wg danych z końca 1996 r. ochroną objęte było w Polsce: 67 rezerwatów o łącznej powierzchni 1969,08 ha, 1542 pomniki przyrody (w tym: 1050 głązów naturalnych, 246 skałek i ścian skalnych, 96 źródeł i innych form erozji rzecznej, 81 odkrywek geologicznych, 38 jaskiń, 31 innych obiektów) oraz 78 stanowisk dokumentacyjnych.

Zestawienie to pokazuje, jak niewiele obiektów przyrody nieożywionej poddanych jest prawnej ochronie. Ostatnia dekada lat 90. charakteryzuje się szybkimi zmianami społeczno-gospodarczymi. Jednym z przejawów tych zmian jest powszechne zjawisko likwidowania starych wyrobisk górniczych, które w większości zamienia się na bardziej lub mniej legalne wysypiska śmieci. Postępująca prywatyzacja stwarza nowe, zwykle trudniejsze warunki dla ochrony cennych obiektów przyrody nieożywionej. Z tych też względów aktualnym i pilnym zadaniem jest wznowienie systemu geoochrony. Szczególną uwagę postanowiono zwrócić na rozwinięcie sieci nowej kategorii ochrony wprowadzonej w 1991 r. a mianowicie — stanowisk dokumentacyjnych. Decyzję o ich ustanowieniu podejmuje obecnie starosta. W starostwie przechowywane będą wykazy stanowisk dokumentacyjnych, oraz wykazy pomników przyrody. Znacznie uprości się tryb podejmowania decyzji administracyjnych.

Jednym z ważnych celów realizowanego programu „Opracowanie systemu georóżnorodności w Polsce” było zaproponowanie sieci geologicznych stanowisk dokumentacyjnych, wyróżnionych według kilku kategorii. Ma to być: międzynarodowa lista geostanowisk dziedzictwa geologicznego, krajowa lista geostanowisk dziedzictwa geologicznego, regionalna lista geo-

stanowisk dziedzictwa geologicznego, oraz lokalna lista geostanowisk dziedzictwa geologicznego.

Mamy więc do czynienia z bardzo dużym zróżnicowaniem — od skali globalnej aż do poziomu zagospodarowania poszczególnych gmin, które to również mogą uchwalić powołanie stanowiska dokumentacyjnego. Zakwalifikowanie do danej kategorii przeprowadzane jest na podstawie parametrów obejmujących inwentarz stratygraficzny, litologiczny, strukturalny, reprezentatywność, stan i charakter odsłonięcia (dostępność), wartość estetyczna, znaczenie dydaktyczne.

Prace nad typowaniem propozycji powoływania nowych geologicznych stanowisk dokumentacyjnych przeprowadzane były czterema nurtami:

— przygotowanie propozycji dla Europejskiej Listy Dziedzictwa Geologicznego w Instytucie Ochrony Przyrody PAN (wstępnie przygotowano 84 propozycje);

— zgłoszenie propozycji dla poszczególnych formacji stratygraficznych (432 propozycje dotyczące głównie sieci krajowej);

— propozycje zgłoszone przez poszczególne Oddziały PIG w ramach przygotowywanych informatorów o ochronie przyrody nieożywionej dotyczą głównie rangi krajowej i regionalnej;

— propozycje zgłoszone przez autorów poszczególnych arkuszy Mapy geologiczno-gospodarczej 1:50 000, a dotyczące głównie rangi lokalnej. W pierwszym etapie zebrano 106 propozycji obejmujących tylko kilka regionów kraju. Zakończenie opracowania Mapy geologiczno-gospodarczej przewidziane jest dopiero w 2006 r.

Przedstawione dane pokazują, jak poważne są potrzeby rozwoju sieci geoochrony w Polsce. Zebrane dotychczas propozycje ustanowienia nowych stanowisk dokumentacyjnych zawierają na ogół jednozdaniowe uzasadnienie. W dal-

szym etapie konieczne jest opracowanie formalnego wniosku o utworzenie stanowiska dokumentacyjnego, który powinien zawierać: szkic lokalizacyjny, uzasadnienie merytoryczne, topografię, przekrój, plany, oraz opis warunków własnościowych, formę i sposób ochrony.

#### INFORMATORY POPULARNONAUKOWEJ OCHRONY PRZYRODY NIEOŻYWIONEJ KARPAT, SUDETÓW I GÓR ŚWIĘTOKRZYSKICH

Realizowany system ochrony georóżnorodności powinien być jak najszerszej popularyzowany i udostępniony w formie baz danych i publikacji tekstowych wydawnictw kartograficznych. Celem tych działań ma być podniesienie społecznej świadomości ekologicznej. Jednym z zadań jest np. stworzenie społecznego systemu ochrony przyrody. Tylko wtedy są szansę na zapewnienie opieki dla wyróżnionych stanowisk dokumentacyjnych i pomników przyrody. Dotyczy to również skuteczności ochrony rezerwatów czy parków krajobrazowych.

Jeżeli chcemy zapewnić należytą ochronę dla naszego dziedzictwa geologicznego, to niezbędny jest udział szerokich grup społecznych. Wychodząc naprzeciw tym potrzebom zaproponowano uruchomienie w Państwowym Instytucie Geologicznym serii wydawniczej pt. „Ochrona georóżnorodności w...”.

W ramach prac nad georóżnorodnością przystąpiono w Oddziałach PIG do opracowania informatorów dla Karpat, Sudetów i Gór Świętokrzyskich, czyli obszarów o najwyższych walorach dziedzictwa geologicznego. Informator składa się z części tekstowej i mapy. Część tekstowa zawiera: opis budowy geologicznej regionu ilustrowany przekrojami i profilami, charakterystykę dotychczasowych form ochrony i

Oznacza to, że dla każdej z przedstawionych propozycji należy opracować formalny wniosek (dokumentację). Prace te były przewidziane w drugim etapie na lata 2000–2003.

propozycje ustanowienia nowych stanowisk dokumentacyjnych, pomników przyrody i rezerwatów przyrody.

Część ogólna dotyczy barwnej mapy geologiczno-przyrodniczej. Mapy te konstruowane są na podstawie wyjściowej skali 1:200 000. Wobec tego, że wykonywane są w systemie komputerowych skal druku, będą dostosowane do wymogów edytorskich. Mapa Karpat jest drukowana w skali 1:400 000. Na treść mapy składają się następujące zagadnienia: wydzielenia geologiczne, granice obszarów chronionych, np. parków narodowych, krajobrazowych itp. oraz lokalizacja obiektów proponowanych do ochrony.

Informatory te są pierwszym etapem popularyzowania budowy geologicznej wybranych regionów i potrzeb ochrony przyrody nieożywionej. Dotychczas ukazały się następujące opracowania:

- Ochrona georóżnorodności w polskich Karpatach (ALEXANDROWICZ i POPRAWA 2000),
- Ochrona georóżnorodności na Dolnym Śląsku (GAWLIKOWSKA 2000),
- Ochrona georóżnorodności w regionie świętokrzyskim (WRÓBLEWSKI 2000).

Drugi etap będą stanowiły mapy geologiczno-gospodarcze 1:50000, realizowane przez PIG.

#### BAZY DANYCH

Tworzony system obiektów chronionych wymaga opracowania odpowiednich baz danych. Przewiduje się powstanie trzech baz danych.

1. Międzynarodowy Bank Informacji o geostanowiskach (geosites).

Pod auspicjami Międzynarodowej Unii Geologicznej (IUGS), w ramach Europejskiej Asocjacji Ochrony Dziedzictwa Geologicznego (ProGeo) powstaje bank danych dla geostanowisk. Bank będzie obejmował te stanowiska, które

zostaną wpisane na Europejską Listę Dziedzictwa Geologicznego.

2. Bank informacji o obiektach przyrody nieożywionej objętych formalną ochroną.

Bank ten jest prowadzony w Instytucie Ochrony Przyrody PAN.

3. Baza danych o istniejących i projektowanych geologicznych stanowiskach dokumentacyjnych.

Baza ta powstaje w PIG jako element Ogólnego Banku Geologicznego.

## PROGRAM DALSZYCH BADAŃ

Badania nad georóżnorodnością rozpoczęte zostały w Państwowym Instytucie Geologicznym w 1997 r. Konieczność tych badań wynikała z wielu umów międzynarodowych i potrzeb krajowych. Obecnie w krajach należących do Unii Europejskiej realizowanych jest kilka dużych programów środowiskowych, takich jak: Paneuropejska strategia ochrony różnorodności biologicznej i krajobrazowej, Europejska sieć ekologiczna ECONET, Natura 2000, Europejska Asocjacja Ochrony Dziedzictwa Geologicznego Pro-Geo, Europejska polityka rozwoju przestrzennego.

Programy te koncentrują się na zagadnieniach ochrony przyrody żywej i problematyce planowania przestrzennego. Prawie zupełnie pomijany jest wątek ochrony przyrody nieożywionej.

Zagadnienia przyrody nieożywionej mają w Polsce szczególne znaczenie ze względu na: ponad 100-letnią tradycję ochrony np. Tatr, bardzo dużą różnorodność budowy geologicznej, rzeźby powierzchni ziemi, gleb i warunków wodnych, silnie rozwinięte górnictwo, bardzo dużą dynamikę zmian zachodzących w geosferze, związaną z reformami społeczno-gospodarczymi, a także przejmowanie przez lokalne samorządy odpowiedzialności za gospodarkę zasobami przyrody.

W latach 1997–99 w Państwowym Instytucie Geologicznym realizowany był program „Ochrona systemu georóżnorodności w Polsce”. Program ten powstał w wyniku współpracy wielu instytucji: Oddziałów terenowych PIG, Instytutu Ochrony Przyrody PAN, Uniwersytetu Poznańskiego oraz Akademii Rolniczej w Poznaniu. Uzyskane wyniki przedstawione zostały w niniejszym opracowaniu. Omówiona problematyka pokazuje, jak szeroki jest zakres zagadnień wchodzących w pojęcie georóżnorodności. Omawiane zagadnienia wiążą się ściśle z realizowaną obecnie w PIG Mapą geologiczno-gospodarczą 1:50 000 (Instrukcja..., 1997). Zakłada się, że do 2006 r. cała Polska zostanie pokryta taką mapą. Wtedy też określone zostaną np. potrzeby tworzenia regionalnych i lokalnych sieci stanowisk dokumentacyjnych i pomników przyrody nieożywionej.

Równocześnie przewidywano uruchomienie kolejnego programu na lata 2000–2003. Program ten byłby kontynuacją tematyki przedstawionej w niniejszym opracowaniu. Nowy pro-

gram badawczy miałby funkcjonować pod hasłem „Ochrona dziedzictwa geologicznego Polski”. W programie tym przewiduje się podjęcie następujących zadań:

1. Opracowanie Atlasu georóżnorodności Polski w skali 1: 1 500 000, obejmującego problematykę budowy geologicznej, rzeźby powierzchni ziemi, gleb, wód powierzchniowych i podziemnych oraz krajobrazu.

2. Opublikowanie monografii georóżnorodności Polski.

3. Opublikowanie informatorów ochrony przyrody nieożywionej dla Górnego Śląska i wybrzeża Bałtyku.

4. Opracowanie indywidualnych dokumentacji dla formalnego utworzenia:

— 84 geostanowisk przewidywanych na europejską listę dziedzictwa geologicznego,

— 432 stanowisk dokumentacyjnych w układzie stratygraficznym w sieci krajowej i regionalnej,

— kilkuset stanowisk dokumentacyjnych w układzie regionalnym w sieci regionalnej i lokalnej.

5. Opracowanie założeń dla systemu zmian dla objęcia zmian zachodzących w geosystemie w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska (PIOŚ).

6. Przygotowanie materiałów informacyjnych dla starostów odpowiedzialnych za prowadzenie rejestrów stanowisk dokumentacyjnych oraz udzielenie koncesji geologicznych.

7. Opracowanie projektu międzynarodowej konwencji o ochronie georóżnorodności.

Dla realizacji tych zamierzeń w latach 1999–2000 opracowano szereg założeń badawczych. Składane wnioski były jednak odrzucane przez Ministerstwo Środowiska, Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej oraz dwukrotnie przez KBN. Brak zainteresowania problematyką georóżnorodności przejawiał się też przy nowelizacji ustawy o ochronie środowiska. Mimo formalnie zgłaszanych wniosków, zostało utrzymane dawne rozumienie „ochrony powierzchni ziemi”, ograniczające się jedynie do problematyki rekultywacji terenów rolniczych. Zaprzepaszczona została szansa na rozszerzenie tematyki Państwowego Monitoringu Środowiska o takie zagadnienia, jak: śledzenie zmian pionowych powierzchni ziemi, zmian temperatury ziemi, pola magnetycznego, a także katastrofalnych zjawisk jak osuwiska i zapadliska.

## LITERATURA

- ALEXANDROWICZ Z., 1994. Międzynarodowe inicjatywy w ochronie przyrody nieożywionej. *Prz. Geol.* 42, 159–161.
- ALEXANDROWICZ Z. (red.), 1996. *Geochrona Beskidu Sądeckiego i Kotliny Sądeckiej*. *Studia Nature* 42, 4–148.
- ALEXANDROWICZ Z., 1997. *Geochrona w Polsce – osiągnięcia i perspektywy rozwoju*. *Chrońmy Przyr. Ojcz.* 4, 7–23.
- ALEXANDROWICZ Z., POPRAWA D. (red.), 2000. *Ochrona georóżnorodności w polskich Karpatach. Z mapą chronionych obszarów i obiektów przyrody nieożywionej 1:400 000*. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- ANDRZEJEWSKI R., 1996. *Ekologiczne problemy ochrony różnorodności biologicznej*. [W:] *Różnorodność biologiczna. Pojęcia, oceny, zagrożenia ochrony i kształtowania*. Człowiek i Środowisko PAN 15, 71–86.
- FREDRICKSON J. K., ONSTOTT C., 1996. *Świat nauki* 12, 26–31.
- GAWLIKOWSKA E., 2000. *Ochrona georóżnorodności na Dolnym Śląsku. Z mapą chronionych obszarów i obiektów przyrody nieożywionej 1:300 000*. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- GLIWICZ J., 1994. *Konwencja o różnorodności biologicznej – jej cele, charakterystyka i skutki dla Polski*. *Kosmos* 43, 1, 25–30.
- GLIWICZ J., 1995. *Ochrona różnorodności biologicznej potrzebą XXI wieku*. *Człowiek i Przyroda* 3, 105–113.
- GOETEL W., 1966. *Sozologia – nauka o ochronie przyrody i jej zasobów*. *Kosmos* 5.
- GOETEL W., 1971. *Sozologia – dział nauki, jej treść i zadania*. *Sozologia i Sozotechnika* 1.
- Instrukcja opracowania Mapy geologiczno-gospodarczej Polski 1:50 000*, 1997. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- KLECZKOWSKI A. S., 1990. *Mapa obszarów Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony 1:500 000*. AGH. Kraków.
- KLECZKOWSKI A. S., MIKULSKI Z., 1995. *Prognoza gospodarowania wodą. Stan zasobów*. [W:] *Prognoza ostrzegawcza zmian środowiskowych warunków życia człowieka w Polsce na początku XXI wieku*. *Kom. Człowiek i Środowisko* 10.
- KONWENCJA O RÓŻNORODNOŚCI BIOLOGICZNEJ, 1993. *Inst. Ochr. Przyr.* 8, 5–38.
- KOSTRZEWSKI A., 1996. *Znaczenie programu Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego dla rejestracji przemian i zachowania struktury krajobrazowej Polski*. [W:] *Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego. Monitoring geosystemów górskich*. *Bibl. Monitoringu Środowiska*: 9–21. Warszawa.
- KOSTRZEWSKI A., MAZUREK M., STACH A., 1995. *Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego. Zasady organizacji, system pomiarowy, wybrane metody badań*. *Ibidem*.
- KOZŁOWSKI S., 1980. *Ochrona krajobrazu*. LOP. Warszawa.
- KOZŁOWSKI S., 1994. *Deklaracja z Rio – początkiem ery ekologicznej*. *Kosmos* 43, 11–16.
- KOZŁOWSKI S., 1996. *Przyrodnicze kryteria gospodarki przestrzennej kraju, województwa i gminy*. *Ekologia Humanistyczna* 6.
- KOZŁOWSKI S., 1997. *Program ochrony georóżnorodności w Polsce*. *Prz. Geol.* 5, 489–496.
- KOZŁOWSKI S., 1998. *Ochrona georóżnorodności w Polsce*. [W:] *Ochrona litosfery*. Państw. Kozłowski S. (red.). Inst. Geol. Warszawa.
- KOZŁOWSKI S., WYRZYCKA K., 1994. *Od ochrony litosfery do geosozologii*. *Prz. Geol.* 6, 430–433.
- KOZŁOWSKI S., ALEXANDROWICZ Z., KOSTRZEWSKI S., 1998. *Ochrona georóżnorodności*. (Mat. konf.). *Kom. Człowiek i Środowisko*.
- POSTGATE J., 1997. *Granica życia*. Wyd. CiS. Warszawa.
- RICHLING A., SOLON J., 1996. *Ekologia krajobrazu*. PAN. Warszawa.
- SAGAN C., 1996. *Błękitna kropka. Człowiek i jego przyszłość w Kosmosie*. Prószyński i S-ka. Warszawa.
- SZLACHTA J., 1997. *Programowanie rozwoju regionalnego w Unii europejskiej*. *Studia KPZK* 105, 7–170.
- WRÓBLEWSKI T., 2000. *Ochrona georóżnorodności w regionie świętokrzyskim. Z mapą chronionych obszarów i obiektów przyrody nieożywionej 1:200 000*. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- ZUBRIN R., WAGNER R., 1997. *Czas Marsa. Dlaczego i w jaki sposób musimy skolonizować czerwoną planetę*. Prószyński i S-ka., Warszawa.