

Problemy geologiczne w zrównoważonym świecie

Stefan Kozłowski*

Geological problems in the balanced world. Prz. Geol., 50: 919–923.

Summary. Two principal processes determining the Earth surface evolution were discussed: the evolutionary, gradual changes and the rapid, catastrophic ones, initiating the mass extinctions of species. The balanced development refers firstly to all periods between the giant planetary catastrophes, but it should be also noted that since Cambrian air temperature and composition as well as oceans reserves remained surprisingly stable, which determined the balanced development. Earth sciences try to answer many fundamental questions such as: when the magnetic field will change, should we expect a global cooling or warming in the future, what are the causes of present warming trend, what will be the future sea level and whether a global flood may happen again or whether the Earth could avoid the cosmic collisions. The new research areas oriented at the geosphere and geodiversity as well as at protection of geological heritage were presented. Study of natural environment deserves the same status as other sciences and the passing a new geological law is urgent.

Key words: geosphere, geodiversity, balanced development

*Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

Geologia jest nauką stosunkowo młodą. Poważniejsze zainteresowanie nauką o Ziemi przypada na XVIII wiek. Dopiero jednak w wieku XIX nastąpił zasadniczy rozwój tej dyscypliny. Od samego zarania tej nauki towarzyszyły jej gwałtowne spory i kontrowersje: neptuniści i plutoniści, zwolennicy i przeciwnicy ewolucjonizmu itp.

W rozwoju myśli geologicznej można chronologicznie wydzielić kilka etapów:

□ badania stratygraficzne przez wiele lat tworzyły podwaliny wiedzy geologicznej,

□ rozwój kartografii geologicznej — pionierski okres kartowania świata, aż do likwidacji ostatnich „białych plam” w pierwszej połowie XX w.,

□ badania tektoniczne, które po drugiej wojnie światowej doprowadziły do sformułowania teorii tektoniki płyt objaśniającej podstawowe procesy zachodzące w litosferze.

W drugiej połowie XX w. Ziemię zaczęto traktować jako „statek kosmiczny” poruszający się we Wszechświecie. Na Ziemię zaczęto patrzeć jako na bardzo złożony system świata abiotycznego i biotycznego. Dobrym przykładem takiego podejścia jest wydany ostatnio podręcznik Stanleya — *Historia Ziemi*.

Takie podejście stawia przed geologią bardzo liczne i trudne pytania, szczególnie związane z bliską i dalszą przyszłością planety Ziemi.

Jednym z takich pytań, postawionych na konferencji *Geologiczne problemy ochrony i kształtowania środowiska w aspekcie zrównoważonego rozwoju* (Uniwersytet Warszawski, 2002) jest relacja szeroko rozumianej geologii do koncepcji zrównoważonego rozwoju.

Geologia a zrównoważony rozwój

Koncepcja zrównoważonego rozwoju dotyczy przede wszystkim warunków życia człowieka. Koncepcja ta, sformułowana w latach osiemdziesiątych, zaakceptowana została przez społeczność międzynarodową w 1992 r. na konferencji *Środowisko i rozwój* w Rio de Janeiro.

Celem przyjętej wtedy Agendy 21 jest wyrównanie poziomu życia ludzi na całym świecie. W wydanej niedawno książce *Dzielenie się światem* (Carley & Spapens, 2000) autorzy przewidują, że cel ten może być osiągnięty do końca XXI w. Wykonana analiza wskazuje jednak, że w 10 lat po Rio de Janeiro dysproporcje między bogatą północą i biednym południem znacznie się powiększyły (Kozłowski, 1998a). Narastające dysproporcje stały się przyczyną obecnej debaty (często bardzo gwałtownej) na temat postę-

pującej globalizacji świata. Trzeba więc postawić pytanie, jaka jest relacja między naukami geologicznymi a założeniami zrównoważonego rozwoju.

Geologia mówi nam, że proces rozwoju Ziemi kształtują dwa podstawowe trendy:

□ stopniowe, ewolucyjne zmiany (np. erozja, sedymentacja, stopniowe ewolucyjne zmiany świata ożywionego),

□ gwałtowne, katastrofalne epizody doprowadzające niekiedy do wymarcia nawet 90% gatunków. Są to kolizje z kometami, asteroidami, okresy zlodowaceń, zmiany namagnesowania biegunów itp.

Trzeba więc przyjąć, że pojęcie zrównoważonego rozwoju może się odnieść tylko do pewnego okresu pomiędzy wielkimi katastrofami. Jeżeli epoki lodowe powtarzały się w czwartorzędzie rytmicznie, to możemy spodziewać się w stosunkowo niedługim okresie kolejnej fazy zlodowacenia, co dla Europy oznaczałoby totalną katastrofę.

W obecnej sytuacji cywilizacji świata każda zmiana fizycznych warunków (temperatury, nasłonecznienia, składu atmosfery, poziomu morza) ma zasadnicze znaczenie. Od nauk o Ziemi oczekuje się więc odpowiedzi na kluczowe pytania:

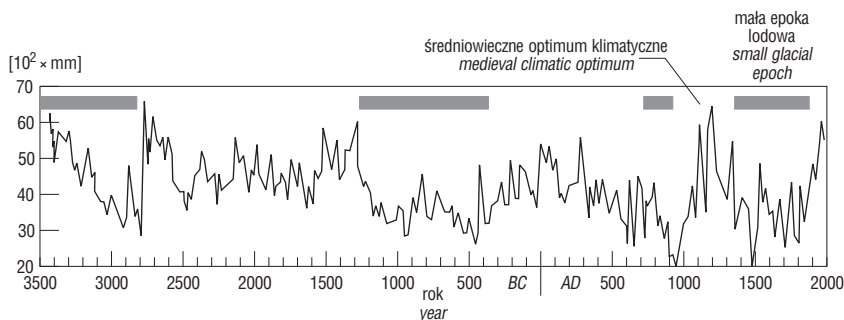
Czy nastąpi zmiana pola magnetycznego? Badania pola magnetycznego wskazały, że w ciągu ostatnich 70 mln lat (od późnej kredy) wielokrotnie pojawiała się polaryzacja odwrócona w stosunku do obecnej (normalnej). Zjawisko to jest związane ze zmianami biegunów magnetycznych. Obserwowane ostatnio słabnięcie pola magnetycznego może być zapowiedzią kolejnej zmiany biegunów magnetycznych. Dotychczasowe zmiany nie powodowały perturbacji w rozwoju życia organicznego. Jakie jednak będą konsekwencje dla obecnej techniki elektronicznej?

Ocieplenie czy oziębienie? Badania kontynentu Antarktydy nie dają jednoznacznych odpowiedzi. Część kontynentu się oziębia, a równocześnie wiele pól lodowych się cofa. Rejestrowany ostatnio wzrost średniej temperatury rocznej nie jest niczym nadzwyczajnym w wieloletnim cyklu wahań klimatycznych w ciągu ostatnich 5 tysięcy lat (ryc. 1).

Kto jest odpowiedzialny za współczesne ocieplenie? Ścierają się dwa przeciwstawne poglądy. Raporty międzynarodowego Panelu ds. Zmian Klimatu (IPCC) wiążą ocieplenie ze wzrostem ilości gazów cieplarnianych, a przede wszystkim CO₂. Uznaje się odpowiedzialność człowieka za wzrost emisji gazów cieplarnianych i są podejmowane bardzo rygorystyczne działania na rzecz ich redukcji (Protokół z Kioto). Polska ma szansę zarobić około 20 mln dolarów rocznie na sprzedaży nadwyżek w światowym handlu emisjami CO₂.

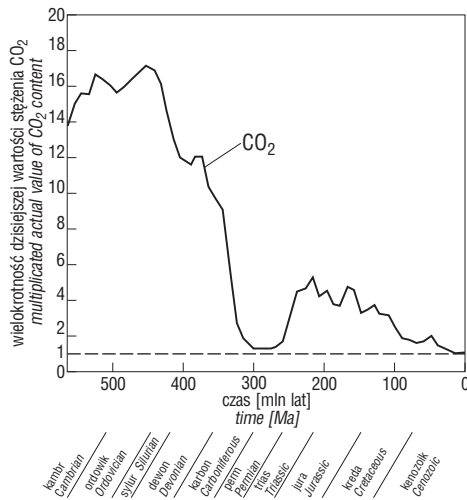
Równocześnie są prezentowane poglądy kwestionujące tak dużą rolę działalności człowieka (Jaworowski, 1999). Przypomina się, że udział CO₂ w atmosferze ziemskiej był w przeszłości wielokrotnie wyższy od stanu obecnego (ryc. 2). Brak pewności naukowej co do przyczyn obecnego ocieplenia utrudnia weryfikację Protokołu z Kioto.

Jak się będzie kształtował poziom morza? Hipoteza ocieplenia klimatu zakłada stopniowe podnoszenie się



Ryc. 1. Zimne okresy w ciągu ostatnich 5500 lat zapisane szerokością pierścieni przyrostowych w sekwoi z obszaru tuż poniżej górnej granicy lasu w górach White w Kalifornii (wg Stanleya, 2002, str. 674)

Fig. 1. Cold periods during the last 3500 years recorded in growth rings in sequoia trunks in the mountain area above the upper forest limit the White Mts in California (after Stanley 2002, p. 674)



Ryc. 2. Rezultaty komputerowego modelowania szacunkowych zmian stężenia CO₂ w atmosferze w fanerozoiku. Wykreślone wielkości są wielokrotnościami stężenia dzisiejszego, przyjętego jako wartość 1. Bardzo silna tendencja spadkowa w dewonie i karbonie, z minimum na granicy karbonu i permu, jest najbardziej charakterystycznym elementem wykresu (wg Stanleya 2002, str. 326)

Fig. 2. Results of computer modelling of estimated changes of CO₂ content in the atmosphere during the Phanerozoic. Obtained values are several times higher than the recent content assumed as 1. Distinct intensive decreasing tendency during the Devonian and Carboniferous, with a minimum at the Carboniferous/Permian boundary, is the most characteristic element of presented graph (after Stanley, 2002, p.326)

poziomu morza, wywołane topnieniem pokrywy lodowej. Zakłada się, że w ciągu najbliższych 100 lat poziom morza może się podnieść od 30 cm do 110 cm (Kozłowski, 1995a). Przywołuje się epizod wczesnoholoceniowego topnienia się lodowców, który spowodował podniesienie się

poziomu morza w ciągu ostatnich 20 tys. lat nieco ponad 100 m. Tempo przyrostu dochodziło do 13 mm/rok.

Problem podnoszenia się poziomu morza ma kluczowe znaczenie dla terenów nadmorskich, a szczególnie dla wysp na Pacyfiku.

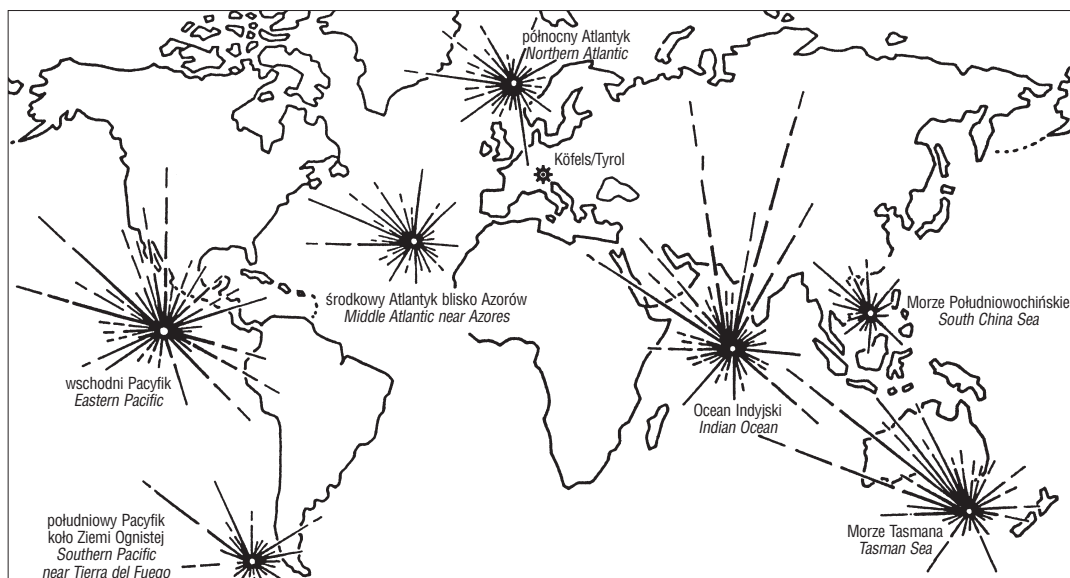
Czy powtórzy się potop? Badania znanej pary austriackich geologów Tollmannów (1999) przyniosły dobrze udokumentowaną rekonstrukcję wydarzeń sprzed 9545 lat uznawanych za potop. Zebrane dane z wielu światowych profili pozwoliły na ustalenie następującej sekwencji wydarzeń:

- światowy pożar lasów,
- wielka fala oceaniczna o wysokości kilku kilometrów, która wtargnęła na wszystkie kontynenty. W Ameryce Południowej fala od Pacyfiku przelała się przez Kordyliery,
- długotrwały spadek temperatury wywołany zaciemnieniami atmosfery pyłami i dymami (zima impaktowa odpowiedzialna m.in. za wyginiecie mamutów).

Szczegółowe badania światowego rozmieszczenia pól tektytów doprowadziły do sformułowania koncepcji o zbombardowaniu Ziemi przez siedem fragmentów komety (ryc. 3).

Wpływ zjawisk geologicznych na rozwój naszej cywilizacji widać dobitnie po skutkach wybuchu wulkanu Santoryn na wyspie Thera na Morzu Egejskim ok. 1365 lat p.n.e. Wtedy to nastąpiła zagłada kultury minojskiej na Krecie, a na Egipt spadło siedem plag (Phillips, 2000). Konsekwencją plag było wyjście Żydów z Egiptu, co doprowadziło do ukształtowania się naszej kultury judeo-chrześcijańskiej.

Kolizje kosmiczne. Jest to bardzo młoda dziedzina badań, gdyż dopiero w 1905 r. Daniel Barringer jako pierwszy przedstawił teorię, że krater w stanie Arizona powstał w wyniku upadku asteroidy. Krater o średnicy 1,2 km i głąbo-



Ryc. 3. Miejsca spadków siedmiu głównych fragmentów komety, po których nastąpił potop, oraz miejsce uderzenia największego jej fragmentu na lądzie w Kofels na terenie Austrii, zlokalizowane na podstawie wskazówek geologicznych i mitologicznych. Ten na pierwszy rzut oka niewiarygodnie szeroki rozrzut, obejmujący więcej niż jedną półkulę, staje się zrozumiały po uwzględnieniu rotacji Ziemi i czasowych różnic pomiędzy spadkami poszczególnych fragmentów (Tollmann & Tollmann, 1999)

Fig. 3. Location of impact points of seven main fragments of the comet, responsible for the flood, and the impact place of the largest one near Kofels in Austria, reconstructed after geological and mythological data. This, surprisingly scattered distribution, over more than one hemisphere resulted from the Earth rotation and time delays between impacts of each cometary fragments. The original drawn after Tollmann & Tollmann, 1999

kości 50 m powstał za sprawą niewielkiego impaktora o średnicy 30 m.

W czerwcu 1908 r. eksplozja obiektu nad rzeką Podkamienną Tunguską powaliła drzewa na obszarze ok. 112 tys. km². Prawdopodobnie była to część komety Enckego powracającej w pobliże Ziemi co 4 lata. Tego typu zjawisk możemy się spodziewać raz na 30–100 lat (Atkinson, 1999). Trajektoria Ziemi przebiega przez skupisko kosmicznego gruzu co roku w czerwcu i w listopadzie. Przedostawanie się do atmosfery pyłu komet lub meteoroidów było zapewne przyczyną katastrofalnych zim, jakie zanotowano np. w 1739 r., a również w latach 534–536. Szacuje się, że w ciągu roku spada na Ziemię ok. 40 t materii pochodzącej z meteoroidów, komet i asteroidów (Atkinson, 1999).

Zagrożeniem dla naszej cywilizacji są obiekty, których średnica przekracza 1 km. Obiekty te zwane ECO (Earth Crossing Object) zaczęły być dopiero niedawno rejestrowane. W przestrzeni kosmicznej znajduje się ponad dwa tysiące asteroid, których trajektorie przecinają orbitę Ziemi. Jednokilometrowa asteroida uderzywszy w Ziemię może wyzwolić energię odpowiadającą 2,5 milionom bomb zrzuconych na Hiroszimę.

W historii Ziemi wielokrotnie następowały okresy wielkiego wymierania:

- 1) 440 mln lat temu (koniec ordowiku) wymarło 60% wszystkich organizmów morskich,
- 2) 365 mln lat temu (schyłek dewonu) wymarło 55% organizmów morskich,
- 3) 250 mln lat temu (koniec permu) — największa katastrofa — wymarło 95% gatunków w morzach i 70% gatunków lądowych,
- 4) 200 mln lat temu (koniec triasu) wymarło 52% organizmów, głównie morskich,
- 5) 65 mln lat temu (schyłek kredy) wymarło 75% organizmów morskich i 18% kręgowców lądowych (dinozaury oraz gady morskie i latające).

Współczesne bardzo szybkie wymieranie wielu gatunków na skutek działalności człowieka.

Obecnie mamy już przesłanki, aby wymierania pkt. 3–5 wiązać z wielkimi kolizjami kosmicznymi. Najlepiej poznana kolizja na granicy kredy i trzeciorzędu została spowodowana przez bolid o średnicy 15 kilometrów. Szacuje się, że poważne kolizje z asteroidami zdarzają się co pół miliona lat.

Wielkie wymierania mogą być też spowodowane wybuchami supernowych, gwiazd położonych w odległości mniejszej niż 200 lat świetlnych od Ziemi. Takim zagrożeniem jest na przykład gwiazda HR8210 odległa od naszej planety jedynie o 150 lat świetlnych.

Zaczynamy już zdawać sobie sprawę z ryzyka, jakie powodują kolizje kosmiczne. Ryzyko śmierci każdego człowieka, na skutek omawianych kolizji, zostało oszacowane jako 1 do 24 tysięcy, czyli tyle samo co ryzyko jakie podejmujemy podróżując dziś samolotem (Atkinson, 1999).

W ostatnich latach coraz bardziej jest rozbudowywany system poszukiwania NEO (obiektów okołoziemskich). Tworzone są listy małych ciał niebieskich i dużych, niebezpiecznych obiektów okołoziemskich (PHA), jakie w tym wieku mogą się zbliżyć na odległość mniejszą niż 0,2 i 0,05 j.a. od Ziemi.

W 1997 r. w Anglii powołano do życia organizację Spaceguard UK zajmującą się wykrywaniem, obserwacją i badaniami obiektów okołoziemskich.

Konieczne jest tworzenie programów i instalacji mogących zmieniać tor lotu niebezpiecznych NEO. Potrzebny jest Międzynarodowy Traktat o Obronie Ziemi przez Zderzeniami z Ciałami Kosmicznymi.

Trzeba więc stwierdzić, że planeta Ziemia podlega ciągłym zmianom, niekiedy bardzo gwałtownym o charakterze katastroficznym. Dlatego też koncepcja zrównoważonego rozwoju może się odnosić tylko do wybranych, stosunkowo krótkich (w skali geologicznej) jednostek czasowych.

Równocześnie jednak Ziemia charakteryzuje się zadziwiająco stabilnością podstawowych parametrów warunkujących funkcjonowanie życia. Mniej więcej od kambru mamy do czynienia ze stabilnością takich parametrów, jak zasolenie i średnia temperatura oceanów oraz zawartość tlenu w atmosferze. Analiza procesów warunkujących tę stabilizację pozwoliła Lovelockowi na sformułowanie teorii Gai (Lovelock, 1979). Teorii traktującej Ziemię jako samoregulujący się organizm. Mechanizm ten może być traktowany jako znakomite potwierdzenie założeń zrównoważonego rozwoju.

Wyzwania współczesne

Ziemia weszła w nową erę — noosferę, erę kształtowaną w dużej mierze przez człowieka. Pojawia się więc od razu problem odpowiedzialności człowieka za swoje poczynania. Poczynania te uruchomiły np. proces degradacji różnorodności biologicznej, określonej już jako szóste wielkie wymieranie gatunków roślin i zwierząt.

Ochrona różnorodności biologicznej jest obecnie głównym kierunkiem badawczym, ale i prawnym w formie międzynarodowej konwencji. Różnorodność biologiczna jest w bardzo dużym stopniu uzależniona od warunków abiotycznych. Dlatego też zaczynamy mówić o potrzebie ochrony georóżnorodności (Kozłowski, 2001). Ochrona georóżnorodności dotyczy następujących elementów: budowy geologicznej, rzeźby, gleby, wód oraz struktury krajobrazu. Zaczynają się ukazywać regionalne opracowania poświęcone georóżnorodności Karpat, Dolnego Śląska czy Gór Świętokrzyskich (Alexandrowicz & Poprawa, 2000; Gawlikowska, 2000; Wróblewski, 2000).

Ochrona bioróżnorodności i georóżnorodności mają stanowić podstawowe programy nowych kierunków badań w XXI wieku. Równocześnie mają określić zasady racjonalnej gospodarki zasobami przyrody zgodnie z założeniami zrównoważonego rozwoju.

Szczególne znaczenie ma problem gospodarki zasobami nieodnawialnymi. Z tego też rozwinął się nowy kierunek badań — ochrona litosfery (Kozłowski, 1995b, 1998b). W 2001 r. w Krakowie powołane zostało Towarzystwo Badań Przemian Środowiska „Geosfera” (Kotarba, 2001).

Wymienione kierunki badawcze wskazują na potrzebę znacznej zmiany dotychczasowych priorytetów w polityce KBN czy Ministerstwa Środowiska. Szczególnego znaczenia nabiera potrzeba systematycznego monitorowania zmian zachodzących w geosferze. Dotychczasowy zakres tematyczny Państwowego Monitoringu Środowiska uwzględnia tylko szczątkowe elementy proponowanego monitoringu geosfery (Kozłowski, 2002). Monitoring ten winien uwzględniać przede wszystkim elementy geochemiczne i geofizyczne. Ważnymi narzędziami gospodarki litosferą stały się mapy geochemiczne (Lis & Pasieczna, 1996) oraz *Mapa geologiczno-gospodarcza Polski 1 : 50 000* (Kozłowski, 1998c).

Mapa geologiczno-gospodarcza winna spełniać wielką rolę edukacyjno-społeczną w kształtowaniu świadomości ekologicznej, np. w gimnazjach, jak i na etapie sporządzania regionalnych strategii rozwoju i planów przestrzennego zagospodarowania. Ograniczona rola tej mapy spowodowana jest tym, że jest ona dostępna tylko w formie elektronicznej. Ie pojęta oszczędność w zakresie normalnego druku tej mapy nie pozwala na prawidłowe wykorzystanie efektów poniesionych niemałych nakładów finansowych.

Odrębnym zagadnieniem jest potrzeba i obowiązek ustawowy ochrony dziedzictwa geologicznego. Na forum międzynarodowym działa Asocjacja Ochrony Dziedzictwa Geologicznego (Pro-Geo), która funkcjonuje w ramach Międzynarodowej Unii Geologicznej.

Formułowane programy prac badawczych i stosowanych nie znajdują jednak uznania u decydentów. Szczególnie pilną sprawą jest opracowanie formalnych wniosków o powołanie stanowisk geologicznych w układzie międzynarodowym, krajowym i regionalnym.

Każdy kolejny rok przynosi niepowetowane straty na skutek likwidacji starych wyrobisk lub zasypywania ich śmieciami. Konieczne jest też uruchomienie prac mających na celu powołanie w Polsce sieci geoparków — nowej formy międzynarodowej ochrony geosfery.

Trzeba stwierdzić, że problematyka ochrony geosfery nie zajmuje należytego miejsca w badaniach geologicznych.

Jest to o tyle dziwne, że w XXI w. przewiduje się zasadnicze odejście od np. wydobywania i spalania surowców energetycznych (Carley & Spapens, 2000). Dlatego też trudno się zgodzić z poglądem mówiącym, że „żaden ze scenariuszy dla świata nie przewiduje znaczącego spadku zużycia paliw kopalnych (Probierz, 2000).

W ostatnich latach formułuje się nowa dziedzina nauki o środowisku przyrodniczym (*environmental sciences*). W ramach tej nauki wyróżnione są cztery dyscypliny: geologia środowiskowa, ekologia, inżynieria i technologia środowiska oraz filozofia przyrody (Migaszewski & Gałuszka, 2000). Należy się spodziewać, że rola tych dyscyplin będzie stopniowo wzrastać w najbliższej przyszłości.

Nauka o środowisku przyrodniczym winna być traktowana na równi z innymi naukami. Utożsamianie tej nauki z pojęciem „ochrona środowiska” jest niewłaściwe i bardzo krzywdzące dla tej dziedziny. Jest to problem szczególnie aktualny w Polsce, gdzie powszechnie odmawia się pojęciu „ochrona środowiska” walorów naukowości. Ma to bardzo istotne znaczenie w klasyfikacji nauki stosowanej przez KBN oraz w punktacji prac z dziedziny środowiskowej. Obecny system ocen dorobku zniechęca młodych ludzi do zajmowania się problemami środowiskowymi. Zamykane są też czasopisma poświęcone tej dziedzinie, jak np. *Zeszyty Naukowe Komitetu Człowiek i Środowisko*.

Potrzeba nowego prawa geologicznego

Obowiązujące dziś prawo geologiczne zostało w zasadniczej mierze rozbudowane w okresie funkcjonowania Centralnego Urzędu Geologii dla potrzeb licznych i dużych w tym okresie przedsiębiorstw geologicznych. Z tego też

względem główna uwaga prawa geologicznego skoncentrowana jest na „pracach geologicznych” rozumianych głównie jako „poszukiwania i rozpoznawanie złóż kopalin”.

Problematyka poszukiwania, dokumentowania i eksploatacji złóż wyczerpuje dziś pole zainteresowania prawa geologicznego. Brakuje natomiast roli i funkcji takich pojęć jak: geosfera, georóżnorodność, dziedzictwo geologiczne, ochrona litosfery, monitoring geosfery.

Prawo winno definiować takie pojęcia, jak osuwiska, tereny krasowe, leje depresji oraz określać zasady gospodarowania na tych obszarach. Brak tych uregulowań prawnych jest dziś przyczyną poważnych strat materialnych wywołanych na skutek aktywizacji osuwisk w Karpatach.

Niezbędna jest definicja służby geologicznej i zasad jej funkcjonowania w relacji do tzw. administracji geologicznej. W prawie geologicznym winny się również znaleźć zapisy dotyczące geologicznych stanowisk dokumentacyjnych oraz geoparków. To ostatnie pojęcie funkcjonujące już w Europie nie doczekało się jeszcze u nas żadnego uregulowania prawnego.

Literatura

- 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.
- ATKINSON A. 1999 — Cel — Ziemia. Rosnące niebezpieczeństwo całkowitej zagłady życia na Ziemi. Wyd. Amber.
- CARLEY M. & SPAPENS PH. 2000 — Dzielenie się światem. Zrównoważony sposób życia i globalnie sprawiedliwy dostęp do zasobów naturalnych w XXI w. Inst. n Rzeczk Ekorozwoju. Warszawa.
- GAWLIKOWSKA E. 2000 — Ochrona georóżnorodności na Dolnym Śląsku. Z mapą chronionych obszarów i obiektów przyrody nieożywionej, 1 : 200 000. Państw. Inst. Geol.
- JAWOROWSKI Z. 1999 — Zmieniamy klimat? Nauka Polska, 4: 85–112.
- KOTARBA M.J. (red.) 2001 — Przemiany środowiska naturalnego a rozwój regionalny. Tow. Badań Przemian Środowiska „Geosfera”. AGH. Kraków.
- KOZŁOWSKI S. (red.) 1995a — Prognoza ostrzegawcza zmian środowiskowych warunków życia człowieka w Polsce na początku XXI w. Zesz. Nauk. Kom. Człowiek i Środowisko. Warszawa.
- KOZŁOWSKI S. 1995b — Strategia ochrony litosfery. [W:] Ochrona środowiska przyrodniczego i zasobów mineralnych. AGH. Kraków.
- KOZŁOWSKI S. 1998a — Ekologiczne problemy przyszłości świata i Polski. Kom. Prognoz PAN „Polska w XXI w”. Warszawa.
- KOZŁOWSKI S. (red.) 1998b — Ochrona litosfery. Państw. Inst. Geol.
- KOZŁOWSKI S. 1998c — Założenia ideowe mapy geologiczno-gospodarczej Polski w skali 1 : 50 000. Prz. Geol., 46: 1032–1037.
- KOZŁOWSKI S. 2001 — Postępy prac nad ochroną georóżnorodności w Polsce. Kosmos, 50: 151–165.
- KOZŁOWSKI S. 2002 — Aktualne problemy geologiczne. Prz. Geol., 50: 506–513.
- LIS J. & PASIECZNA A. 1996 — Atlas geochemiczny Polski, skala 1 : 2 500 000. Państw. Inst. Geol.
- LOVELOCK J. E. 1979 — Gaja. A new look at life on Earth. Oxford Univ. Press.
- MIGASZEWSKI Z. & GAŁUSZKA A. 2000 — Miejsce i znaczenie geologii w naukach o środowisku przyrodniczym. Prz. Geol., 48: 121–125.
- PHILLIPS G. 2000 — Dopust boży. Dom Wyd. Retis. Poznań.
- PROBIERZ K. 2000 — Bogactwa mineralne i ich pozyskiwanie — szansa dalszego rozwoju czy zagrożenie? Prz. Geol., 48: 1098–1113.
- STANLEY S. M. 2002 — Historia Ziemi. PWN. Warszawa.
- TOLLMANN A. & TOLLMANN E. 1999 — A jednak był potop. Od mitu do historycznej prawdy. Prószyński i S-ka. Warszawa.
- WRÓBLEWSKI T. 2000 — Ochrona georóżnorodności w regionie świętokrzyskim. Z mapą obszarów i obiektów przyrody nieożywionej, 1 : 300 000. Państw. Inst. Geol.