

ZOFIA
ALEXANDROWICZ

Zasoby przyrody nieożywionej i ich ochrona

1. Wstęp

W teoretycznej i praktycznej działalności ochrony przyrody nieożywionej zaznaczają się dwa kierunki: konserwatorska ochrona przyrodniczych obiektów o znaczeniu naukowym, dydaktycznym bądź estetycznym oraz ochrona zasobów przyrody i zabezpieczenie trwałości ich użytkowania — kierunek o znaczeniu przede wszystkim gospodarczo-społecznym. W jednym i drugim przypadku przedmiotami ochrony są różnego typu utwory i zjawiska geologiczne.

Dążnością ruchu konserwatorskiego jest zabezpieczenie przed zniszczeniem, w miarę możliwości w stanie jak najbardziej naturalnym, wartościowych elementów budowy geologicznej płytkich partii skorupy ziemskiej ilustrujących etapy historii Ziemi i jej przeobrażeń. Obszary ich skupienia bądź poszczególne obiekty powinny podlegać ochronie prawnej. Tak pojęta ochrona przyrody nieożywionej ma wyraźny cel działania, a jej metodyczny i merytoryczny zakres jest znany. Chronione obiekty geologiczne tworzą znikomą część dostępnych zasobów mineralnych świata wyłączoną z użytkowania gospodarczego.

Zainteresowanie nowoczesnego ruchu ochrony przyrody nieożywionej rozszerza się coraz bardziej na ochronę zasobów mineralnych, które człowiek wykorzystuje obecnie lub może eksploatować w przyszłości. Ochrona tych zasobów polega na gospodarowaniu nimi w sposób jak najbardziej racjonalny, z myślą o ich przydatności dla wielu pokoleń. Jest to zadanie bardzo trudne do realizacji. W gospodarce złożami nakładają się bowiem różne interesy społeczne, niekiedy również polityczne, a zasadniczym celem jest osiągnięcie najlepszych doraźnych efektów ekonomicznych.

Zagadnienia ochrony przyrody nieożywionej wchodzą jako element podstawowy w szersze zagadnienie ochrony oraz restytucji krajobrazu i środowiska przyrodniczego, gdzie dąży się do pogodzenia problemów planowania przestrzennego i zagadnień natury socjologicznej z wymogami

ochrony szaty roślinnej, świata zwierzęcego itd. Przyroda nieożywiona tworzy zatem często tło dla nadbudowy biologicznej — będąc sama w wielu przypadkach efektem działania organizmów zwierzęcych i roślinnych w ciągu epok geologicznych. Zrozumienie tej roli, jak również wzajemnych powiązań świata ożywionego i nieożywionego jest konieczne dla właściwego podejścia do zagadnień jej ochrony.

2. Konserwatorska ochrona przyrody nieożywionej

Obiekty ważne dla geologii i geografii fizycznej są chronione na świecie w różny sposób, zgodnie z prawem ochrony przyrody obowiązującym w danym kraju, niekiedy w oparciu o prawo górnicze czy też statuty działalności muzeów przyrodniczych i specjalnych komisji. W wielu krajach pozaeuropejskich, a zwłaszcza tzw. Trzeciego Świata, zagadnienia ochrony przyrody nieożywionej nie znalazły dotychczas swojego wyrazu w żadnych aktach prawnych. W istniejących w różnych krajach ustawach, zarządzeniach czy dekreтах o ochronie przyrody przepisy dotyczące zagadnień przyrody nieożywionej ograniczają się najczęściej do ogólnych sformułowań. Zabezpieczenie w porę godnych ochrony stanowisk geologicznych, np. w czynnym kamieniołomie, wymaga zazwyczaj szybkiej decyzji i działania, co jest możliwe jedynie w oparciu o obowiązujące przepisy. Niekiedy pomocniczymi w tym przypadku są zarządzenia, na mocy których, w razie stwierdzenia ważnego stanowiska np. paleontologicznego, istnieje obowiązek wstrzymania robót górniczych i powiadomienia o tym odkryciu odpowiednich władz czy upoważnionych instytucji. Takie zarządzenia są stosowane w krajach europejskich (jedno z pierwszych, które działało skutecznie w Szwajcarii datuje się z roku 1918), w Kanadzie, Stanach Zjednoczonych, a także w szeregu państw w innych częściach świata, gdzie jednak instytucje czuwające nad tymi sprawami często nie dysponują wystarczającymi środkami potrzebnymi na badania i zabezpieczenie nowo odkrytych i unikalnych stanowisk.

Instytucjami zainteresowanymi i sprawującymi opiekę nad zabytkami przyrody nieożywionej są ministerstwa, w których skupiają się zagadnienia ochrony przyrody; często pełnią tę rolę muzea narodowe, a zwłaszcza odnośnie znalezisk paleontologicznych specjalnie powołane komisje (np. w przypadku ochrony jaskiń) lub towarzystwa naukowe.

Optymalnym celem konserwatorskich dążeń jest zabezpieczenie zabytków przyrody nieożywionej w środowisku naturalnym. Określamy je wówczas mianem zabytków nieruchomych. Pojedyncze obiekty chronione spotyka się w terenie najczęściej jako pomniki przyrody. Obszary natomiast bogate w tego typu stanowiska lub szczególnie wartościowe pod tym względem uznawane są za rezerваты przyrody, a w Stanach Zjednoczo-

nych również jako pomniki narodowe. Poza tymi specjalnymi formami ochrony bardzo dużo cennych zabytków geologiczno-morfologicznych o dużych walorach krajobrazowych występuje w innych rezerwach przyrody, w parkach narodowych, w parkach lub strefach krajobrazowych, a np. w Stanach Zjednoczonych również na obszarach parków stanowych lub pomników narodowych (patrz rozdz. VI). Podlegają one tu ochronie łącznie z innymi składnikami środowiska przyrodniczego (Goetel 1958 b, Małkowski 1960, Leńkowa 1965, Liste des Nations... 1967).

Nie wszystkie jednakże osobliwości można zabezpieczyć bezpośrednio w terenie, w warunkach naturalnych odzwierciedlających pewien epizod w przeszłości geologicznej Ziemi. Część z nich przechowuje się w muzeach jako tzw. zabytki ruchome (Małkowski 1951). Są to eksponaty głównie mineralogiczne i paleontologiczne o charakterze unikalnym, które musiały być wyłączone z ich naturalnego otoczenia bądź z uwagi na zagrażające im zniszczenie np. przez postępującą eksploatację, bądź ze względu na konieczność zapewnienia im maksymalnego zabezpieczenia lub gdy inna forma ochrony, wobec braku odpowiednich przepisów prawnych, jest niemożliwa.

Pozostaje jeszcze długa lista zabytków przyrody nieożywionej o światowym znaczeniu, które dotychczas z różnych powodów nie zostały objęte ochroną, a zniszczenie ich będzie wielką, trwałą stratą dla przyrody. Obiszary i obiekty znajdujące się już pod ochroną wymagają natomiast ciągłej opieki, a nierzadko trzeba bronić ich dalszego istnienia w zmieniających się współcześnie warunkach środowiska. Z tych względów konserwatorski ruch ochrony przyrody jest nadal potrzebny i nie można go uważać za kierunek przeżywający się.

Kolebką idei ochrony przyrody nieożywionej w sensie konserwatorskim są kraje Europy o bogatych tradycjach badań geologicznych. Klasyczne osiągnięcia z zakresu nauk geologicznych głównie Anglii, Francji i Niemiec, przyczyniły się w dużym stopniu do zwrócenia uwagi na potrzebę trwałego zachowania przede wszystkim niektórych, charakterystycznych i typowych skamieniałości, osadów, struktur tektonicznych i wulkanicznych oraz form krasu. Dzięki niezwykle frapującemu cały świat zagadnieniu pochodzenia człowieka od początku największe zrozumienie i znaczenie przywiązywało się, nawet w krajach o słabych tradycjach geologicznych, do odkryć i konieczności ochrony paleontologicznych znalezisk kręgowców.

Obecnie przedmiotami zainteresowań ochrony przyrody nieożywionej są różnorodne elementy budowy geologicznej i rzeźby Ziemi (Małkowski 1928, Birkenmajer 1965, Wagenbreth 1966). W zależności od charakteru fizjograficznego danego kraju zwraca się szczególną uwagę na pewne typy zabytków przyrody nieożywionej. Są to elementy najwartościowsze, cha-

rakterystyczne, często unikalne w budowie geologicznej i krajobrazie danego regionu. I tak np. w Danii częstymi obiektami chronionymi są klify i wydmy nadmorskie, w Finlandii formy i osady świadczące o dawnych zlodowaceniach, w Jugosławii formy krasowe, w Japonii krajobraz wygasłych i czynnych wulkanów, w krajach Azji krajobraz pustynny. Im bardziej zróżnicowana jest budowa geologiczna danego kraju, tym zabytki chronione mogą być bardziej różnorodne i liczne. Do tych krajów należy m.in. Polska, która posiada obecnie (stan na dzień 1.I.1972) 30 rezerwatów i 657 pomników przyrody nieożywionej rozmaitego rodzaju (patrz rozdz. VI).

Poniżej omówione zostały poszczególne grupy zabytków przyrody nieożywionej z uwzględnieniem przykładów najbardziej typowych na świecie, chronionych bądź zasługujących na ochronę. Uzupełnienie tego omówienia odnośnie do Polski znajdzie czytelnik w rozdziale VI.

Ochrona form wietrzenia i erozji

Długotrwanie działające procesy wietrzenia mechanicznego i chemicznego, denudacji oraz erozji eolicznej, rzecznej, morskiej i lodowcowej są czynnikami decydującymi o charakterze rzeźby terenu.



Rys. 1. Skalny labirynt piaskowców ciosowych wieku górnokredowego w Saskiej Szwajcarii

Fot. J. Fabijanowski

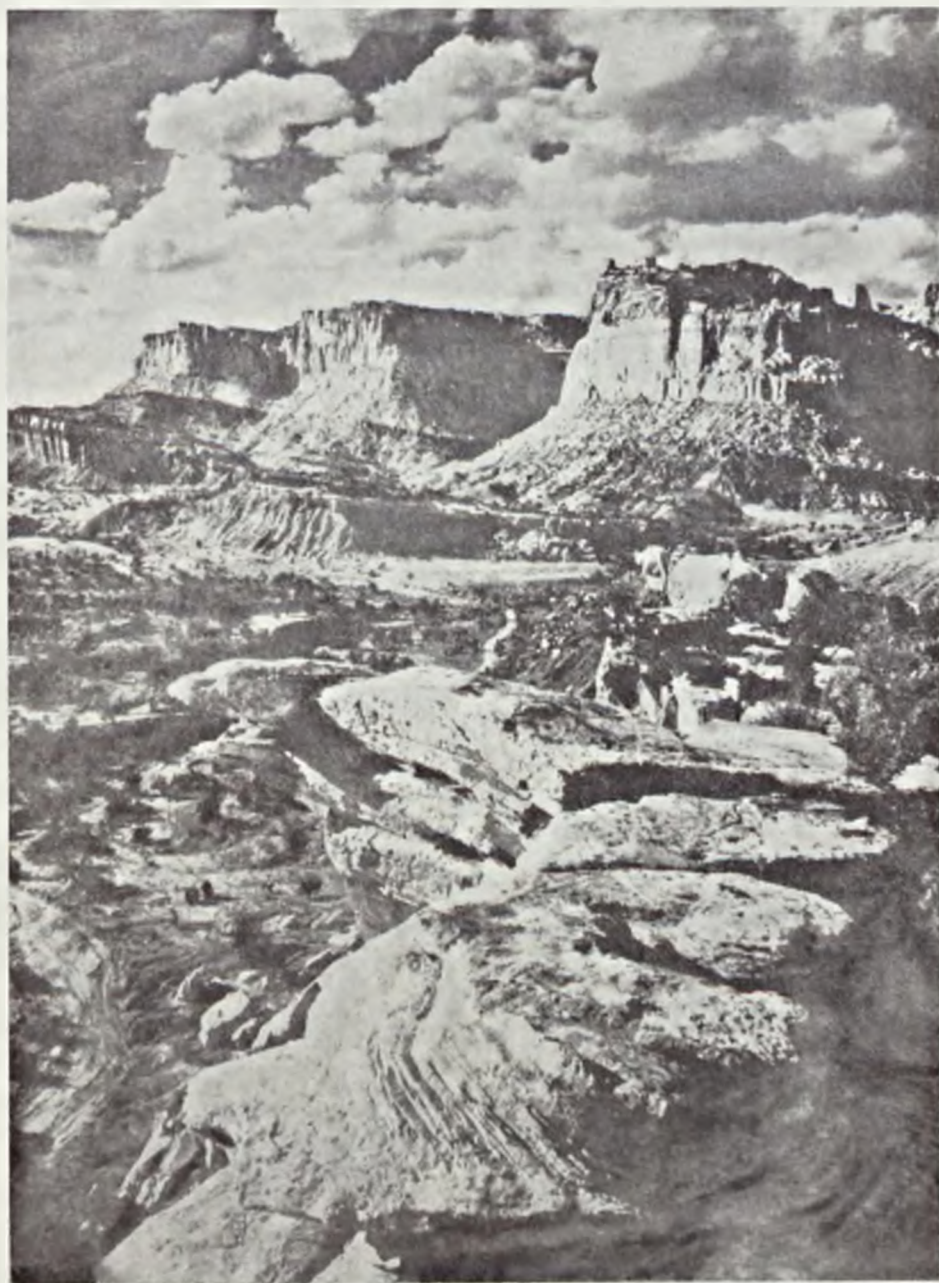
Wietrzenie i denudacja, a niekiedy także erozja eoliczna doprowadziły do wypreparowania pojedynczych lub grupowo ułożonych skałek o fantastycznych kształtach. Podziwiać je można na wielu chronionych obszarach w różnych częściach świata. W Europie ochronie podlegają np. skałki zbudowane z górnokredowych piaskowców ciosowych w Saskiej Szwajcarii (Niemiecka Republika Demokratyczna) (rys. 1) i w Górach Stołowych na obszarze Polski i Czechosłowacji. Duża strefa występowania malowniczych skałek utworzonych z czerwonych piaskowców i zlepieńców dolnego triasu znajduje się w północno-zachodniej Bułgarii w Bełogradcziku.

W obszarach górskich świata nierzadko występują ostańce skał krystalicznych, np. granitowe w Karkonoszach (Karkonoski Park Narodowy). Towarzyszą im niekiedy gołoborza, które powstały w plejstocenie w warunkach klimatycznych strefy peryglacjalnej.

Turystę zwiedzającego parki narodowe w Australii na pewno zafascynuje monolityczna Skała Ayers wznosząca się do wysokości 330 m nad piaszczystą pustynią i Góry Olga w formie jakby wielkich bochenków chleba (Midowicz 1965). Piękne skałki wymodelowane dzięki działalności ziarn piasku niesionych wiatrem spotyka się na pustyniach (np. na Pustyni Nubijskiej). Fantastyczne przykłady form wietrzenia znajdują się również na chronionych terenach amerykańskich, a zwłaszcza w stanach Utah, Arizona i Teksas (rys. 2).

Szczególne walory krajobrazowe mają obszary przełomów rzecznych, kanionów, wodospadów i wielkich źródlisk. W tego typu zjawiska bogate są zwłaszcza parki amerykańskie (np. Park Narodowy Yosemite, Park Narodowy Grand Canyon i Park Narodowy Big Bend), Park Narodowy Yoko w Kanadzie, Park Narodowy Iquacu na pograniczu Argentyny i Brazylii, Park Narodowy Canaima w Wenezueli oraz parki afrykańskie (np. Park Narodowy Wodospadów Wiktorii w Południowej Rodezji). Słynne obfite Źródła Mzima wypływające spod skał wulkanicznych chroni się w Parku Narodowym Tsavo w Kenii. W Europie jednym z najpiękniejszych przełomów rzecznych jest przełom Dunajca przez pas skałkowy Pienin na obszarze Pienińskiego Parku Narodowego. Na wyróżnienie zasługują także wodospady na progach martwicowych między Jeziorami Plitwickimi (Jugosławia).

Godne ochrony formy erozyjne brzegu morskiego to powierzchnie abrazyjne, a przede wszystkim urwiste wapienne wybrzeża klifowe, np. słynne wybrzeże francuskie, angielskie, wyspy Helgoland, czy też klify w osadach morenowych i kredowych nad Bałtykiem (np. chronione na wyspach Wolin i Rugia). Celem ochrony powinien być również krajobraz niektórych wysp, półwyspów i fragmentów różnych typów wybrzeży interesujących z punktu widzenia genezy i budowy geologicznej.



Rys. 2. Geologiczny pomnik narodowy Capitol Reef na Wyżynie Colorado w stanie Utah — klasyczne odsłonięcia wapieni permskich, piaskowcowych formacji triasu i jury oraz młodych skał wulkanicznych (wg „National Parks Magazine”, 1968)

Dużą grupę zabytków podlegających ochronie tworzą formy krasowe powstałe w wapieniach i gipsach w wyniku chemicznej i mechanicznej działalności wody. Są to głównie jaskinie z bogatą szatą naciekową i namuliskami cennymi dla badań paleontologicznych i archeologicznych. Ochronie mogą podlegać różne pojedyncze formy krasowe i ich zespoły kształtujące charakterystyczną rzeźbę krasową danego obszaru. Będą to mogoty, leje krasowe, polia oraz rozmaite elementy mikroreliefu na odsłoniętych powierzchniach wapieni. Liczne przykłady tego typu zjawiska znane są m.in. z półwyspu bałkańskiego (np. rezerwat Resava w Jugosławii), Chin i Kuby.

W strefach wiecznych śniegów na obszarach wysokogórskich arktycznych i subarktycznych powstają różnego rodzaju formy morfologiczne genetycznie związane z działalnością erozyjną i akumulacyjną współczesnych lodowców. Zależnie od typu lodowca alpejskiego, norweskiego czy kontynentalnego, krajobraz tych terenów ma swoisty wygląd. Obszary współcześnie zlodowacone podlegają ochronie w szeregu parków narodowych, a zwłaszcza w Ameryce Północnej (np. Park Narodowy Glacjer i Park Narodowy Mount Ranier), Park Narodowy Jasper w Kanadzie, w Europie Środkowej (np. Park Narodowy Tauern i Park Narodowy Gran Paradiso w Alpach), na Kaukazie (Zapowiednik Teberdyński) i Nowej Zelandii (Park Narodowy Cooka, Park Narodowy Przełęczy Arthura).

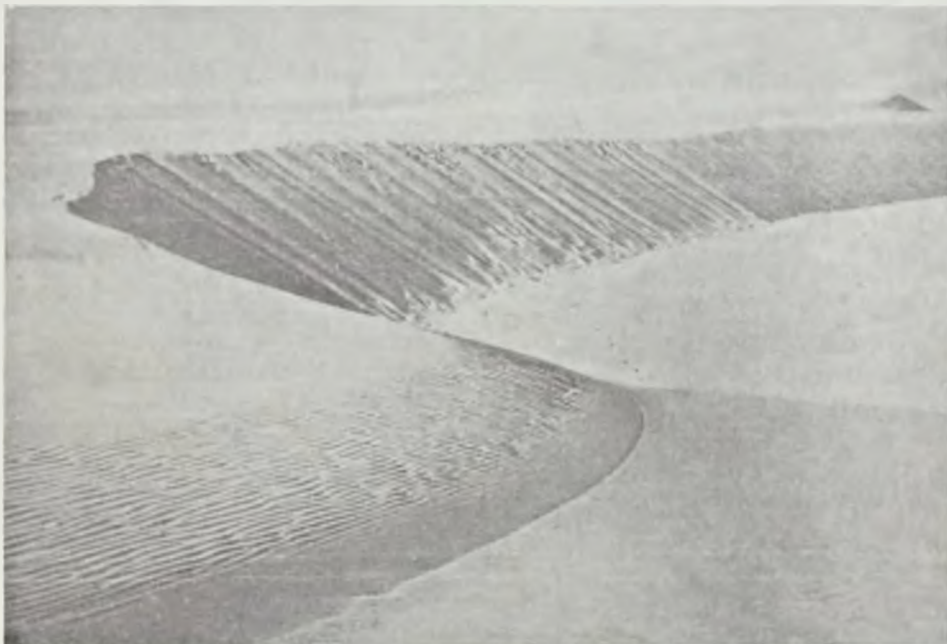
Ważnymi świadkami plejstocenijskich zlodowaceń na obszarach wysokogórskich są U-kształtne doliny, rygle, kotły, wały morenowe, jeziora polodowcowe, mikrostruktury erozyjne itp. Obszary nizinne, dawniej zlodowacone, charakteryzują się rzeźbą pradolin, ciągów moren dennych i czołowych, jezior rynnowych, ozów, kamesów i innych rodzajów form, nielicznie dotychczas chronionych. Pozostałościami dawnych zlodowaceń są również fiordy — wąskie zatoki morskie o cechach dolin U-kształtnych, charakterystyczne przede wszystkim dla wybrzeży Norwegii, a także Alaski, Szkocji i Nowej Zelandii. Fiordy podlegają ochronie np. w Parku Narodowym Fiordland na Nowej Zelandii, na obszarach dwóch pomników narodowych Alaski (Glacier Bay, Katmai). Typowe natomiast odcinki wybrzeża fiordów norweskich nie zostały dotychczas objęte ochroną.

Ochrona form akumulacji

Dzięki procesom wietrzenia i erozji powstają sypkie utwory, które mogą być osadzone w postaci różnych form w środowisku wodnym bądź lądowym. Na obszarach współcześnie zlodowaconych i w ich najbliższym sąsiedztwie gromadzą się glacialne utwory morenowe i osady fluwioglacjalne. Zachowane stanowiska podobnych osadów związanych ze zlodowaceniami plejstocenijskimi są ważnymi dokumentami dla poznania historii



geologicznej minionej epoki lodowej. Większe zespoły zabytków tego typu o znaczeniu krajobrazowym, chroni się głównie na obszarach parków narodowych. Ich ochronie indywidualnej poświęca się dotychczas mało uwagi z wyjątkiem głązów narzutowych. Akcja zmierzająca do zachowania eratyków rozpoczęła się dość wcześnie, bo w roku 1867, kiedy Geologiczna Komisja Szwajcarskiego Towarzystwa Przyrodniczego ogłosiła wezwanie o potrzebie ochrony tych cennych świadków określających zasięg i kierunki przesuwania się lodowców (Bauer, Weinitschke 1967). Wkrótce po tym państwo szwajcarskie zakupiło najważniejsze bloki eratyczne związane ze zlodowaczeniami alpejskimi. Największy chroniony tu blok dolomitu, występujący w Ellfohen koło Allgau, ma objętość ponad



Rys. 3. Wędrujące wydmy w Słowińskim Parku Narodowym

Fot. Z. Denisiuk

3 tys. m³. W Lucernie znajduje się zagospodarowany turystycznie rezerwat pod nazwą „Ogród Lodowców”, w którym mamy wiele głązów narzutowych oraz rozmaitego rodzaju przykłady glacialnych struktur erozyjnych, a wśród nich wielką osobliwość — doskonale zachowany młyn lodowcowy z wielkim głązem w środku.

Z innych państw, które mają starą tradycję i duże zasługi w działalności zabezpieczającej głązy narzutowe, są Niemcy i Polska (Conwentz 1911, Dudziak 1965).

Eratyk skandynawski o nazwie Buskam na wyspie Rugii jest jednym

z największych dotychczas chronionych. Jest to blok gnejsu o objętości 600 m³.

W odmiennych warunkach klimatycznych niż opisane powyżej zabytki powstały i tworzą się formy akumulacji związanej z działalnością wiatru. Do nich należą przede wszystkim wydmy, które są nieodłącznym elementem krajobrazu piaszczystych pustyń i wybrzeży morskich. Rezultatami starań o ich zachowanie są dziś m.in. afrykański Park Narodowy Kalahari Gemsbok obejmujący obszary wydmowe pustyni Kalahari, rezerwat Goukama z wydmi nadmorskimi, położony w Afryce Południowej, oraz dość liczne tereny chronione w Europie, a zwłaszcza w Danii, Holandii i Polsce. Za klasyczny obszar nadmorskich wydm wędrujących można uznać Słowiński Park Narodowy (rys. 3). Ogólnie stwierdzić trzeba, że na świecie ochronie podlegają głównie wydmy współczesne, natomiast starym utworom wydмовym poświęca się mało uwagi.

Ze współczesnej akumulacji rzek na wyróżnienie zasługują osady deltowe. Klasyczne ich formy podlegają ochronie w Związku Radzieckim, np. delta Wołgi i delta Amu-Darii (Belousova, Borisov, Vinokurov 1969).

Rafy koralowe, algowe, serpulowe czy mszywiolowe są szczególnie interesującymi osadami litoralnymi obecnymi w morzu. Chroni się je np. w Parku Narodowym Hundred Islands na Filipinach, w Parku Narodowym Virgin Islands (Stany Zjednoczone) czy też w niedawno utworzonych parkach narodowych Kenii (Moore 1967). Zabezpieczenia pełniejszego wymagają jeszcze słynne rafy ciągnące się wzdłuż wschodniego wybrzeża Australii. Trwają starania o objęcie ochroną unikalnego atolu koralowego Aldabra położonego pomiędzy wybrzeżem afrykańskim a Madagaskarem (Gawłowska 1970).

Ochrona profilów geologicznych i charakterystycznych skał osadowych

Jednym z najważniejszych zadań z zakresu ochrony przyrody nieożywionej jest zabezpieczenie klasycznych profilów geologicznych zwanych stratotypami. Spełniają one rolę porównawczych wzorców dla geologicznych jednostek czasu albo formacji. Stanowiska stratotypów mają określoną pozycję wiekową, skład faunistyczny czy florystyczny oraz typ osadu charakterystyczny dla danego regionu geologicznego. Z tych powodów są one punktami odniesienia dla badań prowadzonych na innych terenach.

Liczba chronionych klasycznych profilów w porównaniu do ich znaczenia jest bardzo mała, a informacja o nich jeszcze bardziej niewystarczająca. W Polsce chroni się kilka pojedynczych odsłoneń ukazujących typowe osady lub ich kompleksy, podobnie w NRD, NRF, Anglii, Francji i w Związku Radzieckim. W przypadku korzystnej lokalizacji są one za-

chowane w obrębie różnych obszarów chronionych świata. Wobec bardzo złego stanu ochrony omawianych zabytków przyrody nieożywionej, należałoby rozwinąć skuteczną działalność zmierzającą do zabezpieczenia klasycznych obiektów dokładnie poznanych i opisanych w literaturze, takich jak np. eokambryjska formacja sparagmitowa w Norwegii, klasyczne profile syluru na wyspie Gotland, dewonu w hrabstwie Devonshire w Anglii, stratotypy niektórych pięter jury w Anglii i profile osadów danu w Danii.

Ważną rolę dla nauk geologicznych spełnia również ochrona skał osadowych ukazujących cechy świadczące o genezie i warunkach powstawania osadów kopalnych, np. odsłonięcia osadów głębinowych — radiolarytów, czy też odsłonięcia osadów pustynnych i plażowych. Z tych względów szczególnie wartościowymi obiektami są naturalne formy skalne, na ścianach których dzięki procesom wietrzenia, ujawniają się różnorodne zjawiska sedymentacyjne: rozmycia, warstwowania frakcjonalne, przekątne, krzyżowe i inne.

Za interesujące zabytki należy uznać także odsłonięcia osadów transgresywnych. Przykładem ich może być pomnik przyrody w Dreźnie, przedstawiający transgresywne zlepienie morza kredowego na syenitach czy rezerwat Kálváridomb koło miasta Tata na Węgrzech, gdzie odsłania się nieciągły profil utworów retyku, jury i dolnej kredy z licznymi przerwami sedymentacyjnymi i transgresywnymi kontaktami osadów.

Ochrona skamieniałości

Stosowana dotychczas ochrona skamieniałości w większości przypadków polega na zabezpieczeniu szczątków zwierząt czy roślin jako obiektów muzealnych. Dotyczy to zwłaszcza dobrze zachowanych większych skamieniałości, w tym również kości kręgowców. Drugim miejscem gromadzenia tego rodzaju zbiorów są pracownie naukowe.

Kopalne szczątki organiczne dokumentują często wiek skały, określają warunki ekologiczne danych okresów geologicznych oraz świadczą o procesach ewolucji zwierząt i roślin. Pozostawienie skamieniałości w ich naturalnym środowisku umożliwia dalsze badania poznawcze i porównawcze w zakresie paleontologii, stratygrafii i sedymentologii (Alexandrowicz 1967). Z tych względów szczególnie cenne są stanowiska zbiorowisk dużych i małych skamieniałości zachowane w terenie. Jest ich dotychczas niewiele. Przykładowo można wymienić stanowisko fauny wapieni górno-jurajskich koło Altendorf (Niemiecka Republika Federalna) — miejsce znalezienia *Archaeopteryx* (rys. 4), czy też rezerwat pni lepidendronów karbońskich zachowanych w naturalnej pozycji w osadach węglowych koło Glasgow w Szkocji. Osobliwościami paleontologicznymi są ślady sta-



Rys. 4. Symbol i drogowy znak odsłonięcia górnojurajskich wapieni koło Altendorf w Bawarii — miejsce znalezienia *Archaeopteryx* i bogatego stanowiska fauny amonitów (ze zbiorów K. Birkenmajera)

pania gadów, znane m.in. z dolnego triasu Turyngii (Niemiecka Republika Demokratyczna), czy też skamieniałe pnie drzew w rodzaju *Taxodium*, występujące w formie słupów skalnych w rezerwacie Pobiti Kameni (Dikili taš) koło Warny w Bułgarii (rys. 5). Fragmenty skamieniałych drzew są również dużą atrakcją Parku Narodowego Petrified Forest (Stany Zjednoczone, stan Arizona). Ostatnio w stanie Wyoming zostało objęte ochroną stanowisko „Fossil Butte”, gdzie odsłaniają się eoceńskie osady margliste przepełnione szkieletami ryb (Stucker 1966). Szczególnie ważne jest zabezpieczenie wszelkich śladów życia wyjaśniających pochodzenie człowieka. Przykładem tego rodzaju ochrony jest rezerwat Vertesszöllös na Węgrzech, reprezentujący jedno z najstarszych stanowisk szczątków kultury ludzkiej typu Chou-Kou-Tien i Oldowan (mindel).

Wśród chronionych znalezisk paleontologicznych do rzadkości należą klasyczne odsłonięcia (*locus typicus*), z których po raz pierwszy został opisany jeden lub kilka gatunków (holotyp). Z tych właśnie odsłonień można pozyskiwać skamieniałości (topotypy) w celach badań porównawczych oraz przeprowadzenia rewizji paleontologicznej danego gatunku, zwłaszcza w przypadku, gdy był on opisany wielokrotnie pod różnymi nazwami rodzajowymi i gatunkowymi. Cenne są także stanowiska zastęp-



Rys. 5. Skamieniały Las w okolicy Warny w Bułgarii

Fot. Z. Alexandrowicz

cze posiadające te same cechy co *locus typicus*. Przykładem chronionego klasycznego stanowiska fauny górnojurajskiej (środkowy tyton) typu alpejskiego jest rezerwat Skałka Rogoźnicka w pienińskim pasie skałkowym Polski.

Niewiele uwagi poświęca się również ochronie skał organogenicznych (np. kopalnym rafom koralowym, ławicom ostrygowym i innym), a także utworom zawierającym masowo i dobrze zachowane skamieniałości, ważne dla studiów z dziedzin paleoekologii i ewolucji.

Ochrona skał magmowych i metamorficznych oraz form ich występowania

Dotychczasowy stan ochrony skał magmowych i metamorficznych, a zwłaszcza pojedynczych odsłoneń przedstawiających podstawowe typy skał wylewnych (np. porfiry, bazalty, melafiry, diabazy), magmowych głębinowych (np. granity, syenity, gabra) czy przeobrażonych (np. amfibolity, gnejsy, łupki krystaliczne), jest bardzo niezadowolający. Interesujące formy ich występowania (np. różnego rodzaju intruzje magmowe, stożki wulkaniczne) są jeszcze rzadko obiektami ochrony. Na ziemiach polskich, w porównaniu z innymi państwami, omawianym zabytkom geologicznym poświęca się nieco więcej uwagi, zwłaszcza jeśli chodzi o skały wylewne (rezerваты i pomniki przyrody na Dolnym Śląsku).

W wielu natomiast parkach narodowych i na obszarach analogicznych można znaleźć typowe przykłady zjawisk magmowych i metamorficznych. Występujące tu wielkie masywy krystaliczne czy duże formy wulkaniczne są celem ochrony, jako istotne elementy krajobrazu tych obszarów. Chronione tereny, a zwłaszcza strefy masywów górskich, reprezentują bogactwo skał magmowych i metamorficznych. Obszary wulkaniczne, chronione w różnych częściach świata, obejmują kratery, kaldery, potoki law czynnych oraz wygasłych wulkanów. Specjalnie dla ich ochrony zostały utworzone: Park Narodowy Crater Lake (Stany Zjednoczone) z największym na świecie kraterem o średnicy 10 km i głębokości 700 m, wypełnionym wodą; Park Narodowy Ambre na Madagaskarze z licznymi małymi kraterami zajętymi przez jeziora; Park Narodowy obejmujący wyspy wulkaniczne Indonezji z wulkanem Krakatau; Park Narodowy Haleakala na Hawajach z kraterem i potokami zastygłej lawy czy też rezerwat Laacher See w Rheinland-Pfalz (Niemiecka Republika Federalna) jako jedyny przykład krateru wulkanizmu postglacjalnego. Godnymi ochrony zjawiskami powulkanicznymi są gejzery związane z młodą działalnością wulkaniczną. Najważniejsze miejsca występowania gorących źródeł w Stanach Zjednoczonych są objęte ochroną na obszarze Parku Narodowego Yellowstone.

Ochrona rzadkich minerałów i skał oraz meteorytów

Najpewniejszą formą zabezpieczenia minerałów i skał cennych z uwagi na ich rzadkość występowania w przyrodzie jest umieszczenie ich w muzeum. W szeregu krajów jest to jedyna możliwość ochrony tych zabytków. Stosuje się ją powszechnie, jeżeli chodzi o minerały kruszcowe oraz kamienie szlachetne i półszlachetne, przedstawiające dużą wartość użytkową, a także w przypadku skał pochodzenia kosmicznego — meteorytów. Odnośnie tych ostatnich przedmiotami ochrony w terenie mogą być ich kraterzy, czego przykładem jest obiekt Kaaliyarv w Estonii. Istnieje na świecie kilka unikalnych obszarów, w obrębie których podlegają ochronie m.in. złoża szlachetnych kamieni i kruszców np. na Uralu w Zapowiedniku Ilmeńskim (topazy, granaty, szafiry i inne) oraz w Wenezueli w Parku Narodowym Canaima (złoto, diamenty).

Wiele rzadkich minerałów i skał odsłoniętych na powierzchni, a niekiedy w kopalniach, wymaga zabezpieczenia w naturalnym środowisku z uwagi na konieczność zachowania ich interesującej formy występowania oraz kontaktów ze skałami otaczającymi. Są to przede wszystkim różnego rodzaju żyły mineralne: kwarcowe, kalcytowe, barytowe czy też okruszcowane np. z minerałami cynku, ołowiu, żelaza, miedzi, srebra itp. Występują one wśród różnych formacji skalnych w wielu parkach narodowych, zwłaszcza górskich.

Osobliwymi formami skupienia rzadkich minerałów są kalcytowe nacieki jaskiniowe, szczotki kalcytowe, a także duże geody wyścielone kryształami kwarcu, kalcytu, gipsu czy halitu. Zabytkami o światowym znaczeniu są groty kryształowe halitu w kopalni soli kamiennej w Wieliczce koło Krakowa.

Do grupy skał godnych ochrony i zachowania w warunkach naturalnych należą te, które wyróżniają się szczególnie interesującą genezą, wyjątkową budową wewnętrzną, sposobem wykształcenia poszczególnych składników mineralnych, a w przypadku skał osadowych również strukturą sedymentacyjną. Spośród skał magmowych są to np. bazalty kolumnowe, ze skał metamorficznych: skarny, amfibolity, a z osadowych: radiolaryty, diatomity, zlepienie śródformacyjne.

Ochrona form tektonicznych

Deformacje warstw skalnych są wyrazem ruchów tektonicznych, jakie zachodziły w różnych okresach geologicznych Ziemi. Nasunięcia, fałdy, łuski, zręby, rowy czy systemy uskoków są to zjawiska występujące na dużych przestrzeniach, a ich charakter decyduje często o rzeźbie danego obszaru. Zależność rzeźby terenu od jego budowy tektonicznej, a tym sa-

mym doskonale przykłady różnego rodzaju dużych form tektonicznych, można stwierdzić w wielu parkach narodowych, na przykład Park Narodowy Alberta obejmuje najpiękniejszy odcinek Wielkiego Rowu Afrykańskiego, na amerykańskich obszarach chronionych występują wspaniałe wodospady, przełomy i kaniony w strefach rowów i uskoków; liczne zjawiska tektoniczne są doskonale zachowane w pasie skałkowym Karpat, a zwłaszcza na obszarze Pienińskiego Parku Narodowego.

Dobrze widoczne w odsłonięciach fragmenty większych form tektonicznych lub małe formy w całości (np. pojedyncze uskoki, fleksury, fałdy) mogą być przedmiotami ochrony bezpośrednio. Dotychczas jeszcze niewiele obiektów zabezpieczono specjalnie w tym celu. Jako jeden z nich można wymienić pomnik przyrody koło Drezna, przedstawiający fragment nasunięcia łżyckiego, wzdłuż którego łżycki masyw skał krystalicznych kontaktuje z utworami górnej kredy.

Większą uwagę należy zwrócić również na potrzebę ochrony drobnych struktur związanych z tektoniką (cios, kliważ, ślizgi tektoniczne), porwań tektonicznych oraz utworów charakterystycznych, towarzyszących różnym formom tektonicznym, np. brekcji i skał kataklastycznych.

Ochrona śladów dawnego górnictwa

Zachowane stare szyby, korytarze, komory, urządzenia i narzędzia górnicze mają znaczenie zarówno dla nauki o Ziemi, jak i historii kultury materialnej. Obiekty te, jako ślady dawnej działalności kopalnictwa żelaza, miedzi, kruszców, kamieni szlachetnych, soli i innych złóż, powinny być otoczone opieką w formie naturalnych muzeów. Omawiane zabytki znajdują się w każdym państwie o starych tradycjach górniczych i hutniczych, nie wszędzie jednak są one odpowiednio zabezpieczone i wyeksponowane. W Polsce mamy liczne przykłady ich ochrony. Niektóre występujące tu obiekty mają charakter unikalny, np. prehistoryczna kopalnia krzemieni w Krzemionkach Opatowskich, stare, doskonale zachowane wyrobiska i urządzenia górnicze w kopalni soli w Wieliczce oraz dawna kopalnia ołowiu i srebra w Tarnowskich Górach. Na Węgrzech w miejscowości Urkut ochroną rezerwatową jest objęty krasowy obszar dawnych robót górniczych, gdzie eksploatowano rudy manganu. Wspomniany już węgierski rezerwat Kalváridomb jest stanowiskiem neolitycznych kopalni krzemienia.

Dla historii kopalnictwa, zwłaszcza żelaza, bardzo ważne są również zachowane urządzenia służące do wytapiania rudy, zlokalizowane zazwyczaj w pobliżu występowania złóż tego typu. Stare piece hutnicze znajdują się np. w obrębie Szwajcarskiego Parku Narodowego w Engadynie. Cenne zabytki hutnictwa żelaza średniowiecznej techniki dymarskiej

i wielkopiecowej z okresu XVIII i XIX w. zachowały się w Zagłębiu Staropolskim w Górach Świętokrzyskich (Miczulski 1970). Popularyzuje się je podczas tradycyjnych już obchodów zwanych Dymarkami.

3. Uwagi o konserwacji zabytków przyrody nieożywionej

Rezerваты i pomniki przyrody nieożywionej ze względu na swój charakter nie są jednakowo atrakcyjne dla szerokiej rzeszy zwiedzających. Zabytki o znaczeniu wybitnie naukowym przedstawiają się zwykle jako mało interesujące krajobrazowo, a ich walorów nie będzie w stanie ocenić turysta niedostatecznie przygotowany. Dla naukowców natomiast są one cennymi obiektami badań; służą także celom dydaktyki z zakresu geologii i geografii na poziomie szkół wyższych oraz średnich specjalistycznych. Ogólnie dostępne rezerваты i pomniki powinny wzbudzać wśród zwiedzających je wrażenia estetyczne, a równocześnie kształcić i działać wychowawczo. Spełniają one te zadania wówczas, gdy są odpowiednio zagospodarowane i utrzymane, do czego niestety przywiązuje się dotychczas mało uwagi. Najczęściej prace urządzeniowe polegają na zorganizowaniu różnego typu usług turystycznych, zlokalizowanych w otoczeniu chronionego obiektu, a niekiedy, co gorsza, na terenie samego rezerwatu. Istotne potrzeby uprzystępnienia przyrodniczych osobliwości w celach poznawczych stają się zazwyczaj drugorzędnymi.

W Polsce ostatnio zostały podjęte próby zagospodarowania kilku rezerwatów geologicznych z odpowiednim wyeksponowaniem ich znaczenia i wartości naukowych (patrz rozdz. VI). W tym zakresie ochrony przyrody nieożywionej dobre wyniki osiągnęły już obie republiki niemieckie (rys. 4).

Właściwe urządzenie rezerwatów i pomników przyrody nieożywionej przeznaczonych do zwiedzania polega na uprzystępnieniu tych obiektów zwiedzającym oraz na wykonaniu określonych zabiegów konserwujących chronione tu osobliwości. W związku z tym należy wyznaczyć dogodne dojścia, trasy zwiedzania i punkty widokowe, niekiedy ogrodzić teren, a przede wszystkim umieścić w odpowiednich miejscach estetyczne tablice objaśniające, dobrze przemyślane pod względem treści. W niektórych przypadkach dla spopularyzowania danego obiektu trzeba przeprowadzić korektę szlaków turystycznych lub też wytyczyć nowe. Odpowiedniego zabezpieczenia wymagają wyloty wszystkich wartościowych jaskiń. Adaptacja niektórych jaskiń przeznaczonych dla ruchu turystycznego polega na przeprowadzeniu szczególnie starannych robót nad oświetleniem wnętrza, odpowiednią wentylacją, trasami zwiedzania, zabezpieczeniem szaty naciekowej itp. (Kowalski 1965).

Najbliższe otoczenie rezerwatu czy pomnika powinno być urządzone w formie atrakcyjnej, najlepiej jako strefa zieleni, gdzie turysta mógłby wypocząć po zwiedzeniu terenu chronionego.

Zależnie od rodzaju zabytków sposób ich pielęgnacji jest różny. W celu zachowania świeżości odsłoneń skał zabiegi pielęgnacyjne będą polegać na przeciwdziałaniu ich zarastaniu przez roślinność. Zabiegi takie natomiast nie są potrzebne w większości rezerwatów geomorfologicznych. Nie powinno się ich stosować również w przypadku stanowisk paleontologicznych, które mogą być nawet w całości zakryte, ale równocześnie udostępnione do celów badawczych w każdej chwili za pomocą płytkich robót odkrywkowych. W wielu jaskiniach natomiast istotną sprawą jest utrzymanie w nich właściwej temperatury i wilgotności.

W pracach prowadzonych w związku z wytyczeniem i budową dróg, utrwaleniem szkarp przydrożnych, regulacją rzek itp. powinno się przewidzieć, w jaki sposób zachować i wyeksponować wszystkie, nie tylko objęte ochroną, fragmenty interesujących odsłoneń skał, ważne granice geologiczne, zjawiska tektoniczne i inne. Wzory takiej działalności można obserwować dziś w Saksonii.

Zaniedbane zabytki przyrody nieożywionej zaznaczają się często niekorzystnie w krajobrazie i tracą swoje znaczenie dydaktyczno-wychowawcze, a niekiedy również naukowe.

4. Ochrona zasobów złóż mineralnych

Rozpatrując główne bogactwa mineralne świata w odniesieniu do okresu istnienia człowieka na Ziemi, można je określić jako zasoby nieodnawialne, a tym samym ograniczone pod względem wielkości. Wprawdzie warunki dla tworzenia się różnego typu złóż istnieją ciągle, jednakże procesy te zachodzą w czasie geologicznym, to znaczy bardzo długim, a ich efekty w postaci zwiększenia się naturalnego zasobów są dla okresu życia człowieka na Ziemi bez praktycznego znaczenia. Eksploatujemy obecnie zasoby mineralne, które powstawały i gromadziły się w morzach, na lądach i w skorupie ziemskiej w różnych etapach dziejów geologicznych Ziemi trwających miliony lat. Spośród użytkowanych na świecie złóż tylko nieliczne można uznać za odnawialne lub częściowo odnawialne w okresie istnienia człowieka. Należą do nich przede wszystkim żwiry i piasek, nagromadzone w wyniku procesów wietrzenia, denudacji, ruchów masowych i erozji, utwory lawowe powstałe dzięki eruptywnej działalności czynnych wulkanów, niektóre typy złóż chemicznych, np. soli strącającej się współcześnie stosunkowo obficie w słonych jeziorach i morzach.

Rozwój poglądów na problematykę ochrony zasobów naturalnych

Bogactwa mineralne wykorzystuje człowiek w mniejszym lub większym stopniu i w określony sposób od najwcześniejszych swoich dziejów, doprowadzając do zmniejszania się poszczególnych złóż, niekiedy ich wyczerpania całkowitego. Tempo wydobycia zasobów mineralnych świata do XIX w. było niewielkie. Spotęgowało się ono dopiero w okresie dwóch ostatnich stuleci w związku z rewolucją przemysłową, rozwojem nauki i eksplozją demograficzną. W Anglii już w początkach XIX w. w rozważaniach filozoficzno-ekonomicznych zaznaczyło się duże zainteresowanie problemem zasobów naturalnych. Na przełomie stuleci zagadnienia dotyczące zasobów skoncentrowały się głównie w Ruchu Ochrony Zasobów (Conservation Movement) w Stanach Zjednoczonych (Smith 1950). Celem tego Ruchu było określenie przyczyn szczupłości zasobów i podanie wskazań zmierzających do ograniczenia czynników wpływających na ubożenie zasobów. Z początkami rozwoju Ruchu łączą się między innymi nazwiska: Ch. R. Van Hise — profesora geologii Uniwersytetu w Wisconsin i J. W. Powella — dyrektora państwowej służby geologicznej. Głównymi przywódcami Ruchu Ochrony Zasobów byli ówczesny prezydent T. Roosevelt oraz leśnik, wielki działacz i publicysta G. Pinchot, dzięki którym Ruch osiągnął duże znaczenie polityczne i społeczne. Ideologia Ruchu Ochrony Zasobów kształtowała się pod wpływem pośrednim i bezpośrednim ekonomicznej doktryny wzrostu szczupłości zasobów naturalnych, rozwiniętej w szczególności przez T. Malthusa, D. Ricarda i J. St. Milla, a także pod wpływem myśli zawartych w podstawowych pracach dotyczących zasobów naturalnych poczynszy od K. Darwina, a w szczególności w wydanym w 1865 r. dziele G. P. Marscha *Man and Nature*.

Panującą ówczesznie w klasycznej ekonomii wspomnianą już doktrynę ubożenia zasobów naturalnych można streścić w następujących twierdzeniach: 1) zasoby naturalne Ziemi są szczupłe i z upływem czasu stają się coraz bardziej ubogie; 2) pogłębiająca się szczupłość zasobów obniża poziom życia i rozwoju gospodarczego. Współczesne kierunki zainteresowania zasobami naturalnymi mają już dość bogatą literaturę naświetlającą ten problem z punktu widzenia różnych dziedzin nauk przyrodniczych i społecznych. Poglądy, zwłaszcza na społeczne aspekty zasobów naturalnych, stawiają obecnie klasyczną doktrynę wzrostu szczupłości zasobów naturalnych w świetle ostrej krytyki (Barnett, Morse 1968).

W różnego rodzaju dotychczasowych rozważaniach na temat zasobów naturalnych świata dopiero od zakończenia II wojny światowej dużo uwagi poświęca się zasobom mineralnym. Ukazało się z tego zakresu szereg cennych publikacji, głównie amerykańskich, kontynuujących w pewnym sen-

sie idee Ruchu Ochrony Zasobów (Allen, Leonard 1966). Problem ochrony zasobów mineralnych został uwypuklony także na międzynarodowych konferencjach, m.in. w Genewie (1952, 1955), w czasie obrad na temat pokojowego wykorzystania energii jądrowej i w Sztokholmie (1958), na Międzynarodowym Kongresie na Rzecz Rozbrojenia i Współpracy Międzynarodowej (Goetel 1958a). Na kongresie w Sztokholmie Walery Goetel, przedstawiciel polskiej delegacji, wygłosił referat pt.: *Zagadnienie zasobów przyrody a zagadnienie pokoju*. Powzięto wówczas następującą rezolucję: „Problem międzynarodowej ochrony światowych zasobów i sił przyrody oraz użytkowania umiarkowanego, rozsądnego i celowego złóż mineralnych dla celów pokojowych powinien być jednym z przedmiotów współpracy międzynarodowej dla celów utrzymania pokoju”.

Potrzeba realizacji ochrony zasobów mineralnych stała się już dziś koniecznością dla polityki gospodarczej w każdym państwie. Program zadań i działalności w tym zakresie stwierdza się w oficjalnych wypowiedziach mężów stanu. Na szczególną uwagę zasługuje orędzie Johna F. Kennedy'ego do Kongresu (1962) zawierające plan ochrony i rozwoju narodowych zasobów przyrody, którego kilka punktów odnosi się do zasobów mineralnych. Zagadnienie eksploatacji tychże zasobów a ochrona środowiska człowieka jest jednym z licznych tematów raportu U Thanta (Raport Sekretarza Generalnego ONZ ... 1969).

Aspekt prawno-organizacyjny ochrony zasobów mineralnych

W wielu państwach zasady ochrony zasobów złóż mineralnych nie są unormowane pod względem prawnym. Do rzadkości należą ustawy o ochronie przyrody, w których w sposób nawet najbardziej ogólny te zasady byłyby sformułowane. Wyjątkową pod tym względem jest ustawa z roku 1960 obowiązująca w Rosyjskiej Republice Związku Radzieckiego (Szczęsny 1961). Zabrania ona m.in. takiego eksploataowania określonych zasobów, które przyniosłoby szkody innej gałęzi gospodarki. Dowodem troski o ochronę zasobów mineralnych w Związku Radzieckim jest również rozszerzenie kompetencji Ministerstwa Geologii i przemianowanie go na Ministerstwo Geologii i Ochrony Złóż.

W Polsce ochronę złóż kopalin i prawidłową gospodarkę zapewnia system prawny górnictwa. Opracowanie koncepcji i materiałów naukowych z zakresu racjonalnej gospodarki krajowymi zasobami surowców oraz inicjowanie niezbędnych w tej dziedzinie badań zostały powierzone w 1962 r. Komitetowi Gospodarki Surowcowej Polskiej Akademii Nauk.

W szeregu państw sprawy dotyczące wykorzystania zasobów mineralnych są regulowane w oparciu o przepisy górnicze, które nie zawsze

jednak w sposób właściwy uwzględniają racjonalne zasady gospodarki złożem. W ostatnich latach coraz częściej poszczególne państwa wydają odpowiednie akty prawne wprowadzające pewne ograniczenia w dotychczasowej eksploatacji złóż, czy też zakazujące eksportu tych kopalin, których zasoby i wydobycie jest niewielkie, zapobiegając tym samym ich szybkiemu wyczerpywaniu się.

W krajach tzw. Trzeciego Świata, w których często przez długie lata gospodarka bogactwami naturalnymi była bezplanowa, rabunkowa i stała na bardzo niskim poziomie technicznym, obecnie potrzeba ochrony i właściwego wykorzystania złóż dociera powoli do świadomości narodów. Krajom wkraczającym na drogę rozwoju technicznego szczególnie potrzebna jest pomoc fachowa. Można tu bowiem uniknąć negatywnych skutków w gospodarce złożami kierując się doświadczeniami państw pod tym względem przodujących. Organizacja Narodów Zjednoczonych, doceniając znaczenie takiej pomocy dla krajów rozwijających się, stara się udzielać jej poprzez odpowiednie swoje wydziały Departamentu Spraw Gospodarczych i Społecznych Sekretariatu ONZ. Z zakresu działalności tego Departamentu, dotyczącej problematyki zasobów mineralnych, należy przede wszystkim wymienić prace prowadzone przez Wydział Zasobów i Transportu. Zmierzają one do racjonalnego wykorzystania złóż, ograniczenia czynników pogarszających warunki środowiska, m.in. w związku z eksploatacją złóż, zabezpieczenia wybrzeży i czystości wód w strefach poszukiwań i eksploatacji ropy i gazu na dnie mórz oraz ochrony obszarów górniczych nawiedzanych przez trzęsienia.

Kraje znajdujące się na drodze rozwoju korzystają również z pomocy i doświadczeń udzielanych im bezpośrednio przez poszczególne państwa np. w zakresie poszukiwania, udostępniania i metod eksploatacji niektórych złóż.

Zasoby mineralne świata

Traktując większość złóż mineralnych świata jako nieodnawialne trzeba stwierdzić, że każda eksploatacja zmniejsza ogólny ich zapas. Teoretycznie jest możliwe oszacowanie zasobów poszczególnych złóż mineralnych i wyliczenie, na jaki okres mogą one wystarczyć. Będzie to jednakże szacunek przybliżony z uwagi na niedostateczną jeszcze znajomość wszystkich złóż na świecie, niemożność przewidzenia stopnia udoskonaleń w dziedzinie technicznych metod eksploatacji złóż oraz zakresu zastosowania i wykorzystania surowców.

Powiększające się z każdym rokiem rozmiary eksploatacji bogactw mineralnych i stwierdzone przypadki całkowitego wyczerpania niektórych złóż wzbudziły uzasadnione obawy wystarczalności tych zasobów dla gos-

podarki przyszłych pokoleń. Z tą chwilą w naukach geologicznych ważnego znaczenia nabrały zagadnienia dotyczące występowania, jakości i zasobności poszczególnych złóż na świecie. Zagadnienia te stały się przedmiotem obrad licznych Międzynarodowych Kongresów Geologicznych. Kongres w Sztokholmie (1910) był poświęcony m.in. światowym zasobom rud żelaza; kongres w Madrycie (1926) złożom pirytu i fosforytu; w Londynie (1948) złożom cynku i ołowiu; w Algierze (1952) złożom żelaza, a w Meksyku (1956) złożom manganu i ropy. W szeregu państw przystąpiono do podziału złóż na kategorie zasobowe w zależności od stopnia ich rozpoznania, możliwości eksploatacji i rodzaju kopaliny. W dotychczasowej bezplanowej, często rabunkowej gospodarce zasobami została stworzona w ten sposób podstawa do ich właściwego wykorzystania.

Coraz częściej zaczęły ukazywać się opracowania uwzględniające zasoby światowe i krajowe złóż oraz perspektywy ich wystarczalności na określoną ilość lat. Podstawowym dziełem w tym zakresie jest trzytomowa praca Karola Bohdanowicza, wydana pośmiertnie, pt. „Surowce mineralne świata”, w której zostały przedstawione szczegółowe dane o budowie i warunkach geologicznych występowania złóż, ich zasobach, wielkości wydobycia kopaliny i produkcji surowców z uwzględnieniem stosunków eksportu i importu tych bogactw w poszczególnych krajach (Bohdanowicz 1952–1953).

Zapotrzebowanie na surowce stale wzrasta (Smet 1965). Świadczą o tym dane statystyczne wielkości wydobycia i zużycia poszczególnych kopaliny. Dla przykładu można podać, że w Polsce wydobycie węgla w 1946 r. wynosiło 47,3 mln t, a w 1969 r. zwiększyło się ono do 134 mln t¹. Światowe wydobycie węgla kamiennego wzrosło w ciągu 1969 r. o 1,6% osiągając 2845 mln t. Światowa produkcja ropy w 1968 r. wynosiła 1 975,32 mln t, a w następnym roku 2 133,47 mln t. Wydobycie rud ołowiu w państwach kapitalistycznych zwiększyło się w latach 1960–1967 średnio rocznie o 2,3%, w roku 1968 wzrosło o 3,3%, a w 1969 osiągnęło wzrost 10,0%. W szeregu państw eksploatacja podstawowych bogactw mineralnych nie pokrywa już ich krajowego zapotrzebowania. W sytuacji takiej znalazły się kraje z natury ubogie w niektóre rodzaje złóż, np. Japonia, która jeżeli chodzi o metale nieżelazne — większość zapotrzebowania pokrywa z importu.

Dotychczasowe światowe zużycie surowców mineralnych jest rekompensowane nowo odkrytymi złożami. Dużymi rezerwami przyszłości są kraje rozwijające się, gdzie zasoby naturalne zostały jeszcze niedostatecz-

¹ Wszystkie informacje dotyczące zasobów kopaliny zostały podane wg „Przeglądu Geologicznego R. 1970 i 1971”, „Wiadomości Gospodarczych”, „Rocznika Statystycznego 1969” oraz książki: Z. Szeliga, *Surowce w gospodarce Polski i świata*.

nie poznane. W krajach wysoko uprzemysłowionych zasoby naturalne, dzięki postępowi nauki i techniki, mogą być właściwie wykorzystane, a okres ich wystarczalności znacznie przedłużony. Część bowiem znanych zapasów uprzednio niedostępnych jest obecnie użytkowana na skutek udoskonalonych metod technicznych. Niektóre bogactwa, wykorzystywane dotychczas tradycyjnie (np. jako kamienie budowlane), są potencjalnymi, cennymi surowcami o innym zastosowaniu (np. skały magmowe zawierające uran). Wreszcie istnieje możliwość zastąpienia określonych zasobów nieodnawialnych zasobami odnawialnymi. Tą drogą rozsądnej gospodarki złożami rezerwa zasobów światowych może być powiększana teoretycznie do momentu, kiedy konsumpcja stanie się większa niż przyrost nowo odkrytych złóż. Będzie to moment krytyczny, od którego począwszy — globalny bilans rezerw zasobów mineralnych świata zacznie stopniowo maleć. Zanim to nastąpi, już znacznie wcześniej poszczególne państwa lub grupy państw znajdują się, bądź już znalazły się, w trudnej sytuacji gospodarczej. Pierwsze miejsce zajmować będzie Europa Zachodnia (węgiel, ropa), które to złoża są tu już od dawna eksploatowane.

Od czasów II wojny światowej obserwuje się bardzo duży rozwój geologiczny prac poszukiwawczych. Doprowadziły one do odkrycia wielu cennych złóż na świecie. Podstawowe znaczenie w przemyśle każdego kraju mają szczególnie złoża węgla kamiennego, ropy i gazu oraz rud żelaza.

Zamieszczone w różnych publikacjach zestawienia dotyczące wielkości światowych zapasów węgla mają charakter przybliżony. Szacuje się je na około 15 000 miliardów t, z czego ponad 50% zasobów przypada na Związek Radziecki. W poszczególnych państwach, zwłaszcza zachodnio-europejskich, aktualnie stwierdzone zasoby węgla kamiennego są niewielkie. Natomiast dużymi zasobami węgla dysponują kraje pozaeuropejskie, np. Australia, kontynenty amerykańskie, a zwłaszcza zauralska część Związku Radzieckiego. Obecnie na rynkach światowych stwierdza się wyraźny wzrost zapotrzebowania na węgiel koksujący, którego udział w ogólnych zasobach węgla jest niewielki. Główny eksporter — Australia — posiada olbrzymie złoża tego typu, nie może zwiększyć wydobycia i zrealizować w pełni zamówień z przyczyny braku siły roboczej w górnictwie węglowym.

Do tradycyjnych zasobów energetycznych, oprócz węgla, należą jeszcze ropa naftowa, gaz ziemny i energia wodna. Ta ostatnia, ograniczona warunkami przyrodniczymi, stanowi zaledwie kilka procent w ogólnym bilansie energetycznym świata. W szeregu krajów węgiel kamienny jest zastąpiony częściowo przez gaz i produkty naftowe. Jest to jeden ze sposobów ochrony zasobów węgla i zarezerwowania ich jako podstawowego surowca dla wielu gałęzi przemysłu chemicznego. Sposób ten jest tylko półśrodkiem możliwym do stosowania w krajach o bogatych złożach ropy

i gazu. Półśrodkiem z uwagi na to, że ropa i gaz tworzą również cenne surowce dla przemysłu chemicznego, a światowe zasoby tych złóż są niewielkie w skali ich globalnego zużycia i szybko wzrastającego na nie zapotrzebowania.

Zasoby światowe ropy, oszacowane w przybliżeniu na koniec roku 1969, wynoszą 71 mld t, gazu 42 400 mld m³. Ubogie w ropę są przede wszystkim kraje europejskie (łącznie 240 mln t). Najbogatsze tego rodzaju złoża występują w krajach Środkowego Wschodu. Obecnie poszukiwania ropy są prowadzone z dużym nasileniem na całym świecie. Dały one szereg korzystnych wyników np. w 1969 r. w Związku Radzieckim odkryto 39 złóż ropy. Kontynent afrykański posiada duże bogactwa ropy i gazu, które dopiero od dziesięciu lat są intensywnie eksploatowane, a obecnie niemal cała osiągnięta produkcja pokrywa zapotrzebowanie Europy Zachodniej.

Tempo wzrostu zużycia energii na świecie jest olbrzymie. Między rokiem 1953 a 1961 światowe zużycie energii wzrosło o 50%. Według szacunkowych danych w 2000 r. przy przypuszczalnej 6-miliardowej ludności świata zużycie energii w ekwiwalencie węgla osiągnie astronomiczną wielkość 50 mld t, co oznacza, że gdybyśmy chcieli to zapotrzebowanie pokryć jedynie węglem, wówczas produkcja jego musiałaby wzrosnąć 17-krotnie w stosunku do produkcji światowej z roku 1969.

Tereny niektórych krajów wysoko uprzemysłowionych, odległe od tradycyjnych zasobów energetycznych bądź dysponujące nie wystarczającymi zasobami względem potrzeb, są już obecnie zasilane przez energię jądrową. Wykorzystanie tej energii umożliwi zachowanie pewnych złóż węgla, ropy i gazu jako produktów wyjściowych, ważnych dla różnych gałęzi przemysłu, i pozwoli światu w ten sposób uniknąć w przyszłości katastrofy wynikającej z braku podstawowych surowców gospodarczych.

Niedostatku złóż rud żelaza i metali nieżelaznych ludzkość nie będzie odczuwać w najbliższej przyszłości. Szczególnie złoża rud żelaza są obfite na naszej planecie (w składzie skorupy ziemskiej zawartość pierwiastka Fe wynosi około 5%). Niepokojący jest jednakże fakt całkowitego lub znacznego wyczerpania bardzo bogatych i łatwo dostępnych złóż. Obecnie eksploatację prowadzi się zazwyczaj na znacznych głębokościach, a szereg państw przeszło z konieczności na wykorzystywanie złóż o niskiej zawartości żelaza, miedzi, cynku czy ołowiu. I tak np. dla pozyskania żelaza wydobywa się w Japonii piaski żelaziste, a w Stanach Zjednoczonych wykorzystuje się w tym celu takonity (zmetamorfizowana skała krzemionkowa z tlenkami żelaza i żelazistym amfibolem).

Ulepszone metody eksploatacji i wykorzystania wielu cennych złóż chemicznych (np. siarki) dają gwarancję długiego zachowania tych zasobów. Nie budzą także obaw niedostatku zasoby surowców skalnych. Ich

wydobycie, prowadzone głównie metodą odkrywkową, może spowodować jednakże wielkie zniszczenie powierzchni terenu.

Prawidłowa gospodarka zasobami mineralnymi jako podstawa trwałości ich użytkowania

Powiększanie bilansu zasobów mineralnych poprzez nowe odkrycia różnego typu złóż, wobec ich występowania ograniczonego warunkami, nie jest już obecnie wystarczającym środkiem dla zapewnienia przyszłym pokoleniom niektórych podstawowych surowców przemysłowych. Z tego względu współczesna eksploatacja i wykorzystanie zasobów muszą opierać się na zasadach oszczędnego i celowego gospodarowania złożami, aby nie dopuścić do ich szybkiego wyczerpania względnie uniemożliwienia dalszego wydobycia (Goetel 1963, 1965, 1966).

W różnych częściach świata, a zwłaszcza w krajach o niskim poziomie technicznym, stwierdzono liczne przykłady ujemnych skutków eksploatacji szybkiej i rabunkowej. Z szeregu wartościowych złóż wybrane zostały jedynie ich najbogatsze fragmenty, a reszta zasobów pozostawiona na miejscu uległa zatopieniu, zawaleniu itp. Powtórna ich eksploatacja wymaga często kosztownych robót przygotowawczych. Niecałkowite wydobycie kopaliny z udostępnionego złoża, a tym samym obniżenie jego wydajności, może być spowodowane wieloma czynnikami, np. niewłaściwym rozpoznaniem zasięgu i warunków geologicznych występowania złóż, jego złym udostępnieniem, brakiem udoskonalonych urządzeń górniczych, niedostateczną ilością siły roboczej, jej słabym przygotowaniem fachowym, stosunkami koniunkturalnymi i innymi. Bardzo często straty zasobów na skutek tych przyczyn są trwałe.

Ogólnie można stwierdzić, że koniecznymi warunkami racjonalnej gospodarki złożem są: dobre poznanie jego budowy geologicznej, prawidłowe udostępnienie i eksploatacja metodami oraz środkami technicznie najlepiej udoskonalonymi. Szczegółowe rozpoznanie złoża pod względem wartości nie tylko jego kopaliny głównej, ale również skał towarzyszących, będzie podstawą dla eksploatacji selektywnej. Polega ona na wybieraniu zasadniczej kopaliny oraz oddzieleniu poszczególnych współwystępujących z nią wartościowych składników złoża. Typowymi przykładami zasobów wymagających eksploatacji selektywnej są złoża polimetaliczne i chemiczne. Często nadkład jakiegoś złoża może stanowić wartościowy materiał ubocznego wydobycia, zwłaszcza w kopalnictwie odkrywkowym. Eksploatacja selektywna przyczynia się do zachowania wielu wartościowych składników mineralnych, które w innym przypadku są najczęściej wysypywane na hałdy; zmieszane z różnymi odpadami podlegają procesom

wietrzenia oraz erozji i odzyskanie ich jest utrudnione, a niekiedy niemożliwe.

Innym etapem oszczędnego gospodarowania zasobami mineralnymi jest wykorzystanie odpadów poeksploatacyjnych i przemysłowych. Należą do nich „skały płone”, wydobyte na powierzchnię łącznie z kopaliną będącą przedmiotem eksploatacji, utwory nadkładu oraz rozmaitego typu odpady przemysłowe powstałe w toku produkcji. Są to: ropy, gliny, łupki przywęglowe, skały węglanowe, dolomity, pyły cementowe, żużle hutnicze, odpady poflotacyjne i inne. Zastosowanie ich np. do produkcji materiałów budowlanych uchroni częściowo przed eksploatacją tradycyjnego złoża surowców skalnych, np. wapieni, margli, dolomitów, piasków itp.

Dużą możliwość przedłużenia trwałości użytkowania zasobów mineralnych stwarza ich właściwe wykorzystanie, jak najbardziej opłacalne z punktu widzenia ochrony przyrody. Stosowanie wszelkiego rodzaju surowców zastępczych (np. tworzyw sztucznych zamiast żelaza, aluminium itp.) pozwala znacznie zaoszczędzić produkty uboższe i kosztowniejsze. Łączy się z tym konieczność doskonalenia metod technologicznych produkcji, które umożliwią także wykorzystanie wielu dotychczas nieużytecznych składników mineralnych i niskoprocentowych złóż.

Zasoby mineralne wydobyte z głębi i powierzchni Ziemi nabierają znaczenia praktycznego bezpośrednio lub pośrednio jako składniki różnych produktów. Ulegają one przez użycie zniszczeniu szybkemu (np. paliwa) bądź stopniowemu (w przypadku np. żelaza, cynku, ołowiu, surowców budowlanych i innych). Procesy spalania, korozji, ścierania czy wietrzenia powodują ciągłe zmniejszanie się tych bogactw mineralnych użytkowanych pod różną postacią. Procesy te można ograniczyć przez stosowanie odpowiednich zabiegów przeciwdziałających im i konserwujących wytworzone produkty. Bardzo często sam człowiek przyczynia się do wzmocnienia naturalnego tempa zużycia przez marnotrawstwo i rozrzutne traktowanie tych dóbr.

Racjonalne metody eksploatacji złóż, utylizacja skał towarzyszących i odpadów przemysłowych, właściwe wykorzystanie kopalin oraz oszczędna gospodarka wytworzonymi produktami przyczyniają się do ochrony zasobów mineralnych w sensie przedłużenia okresu trwałości ich użytkowania. Bezwzględnej ochronie przed eksploatacją powinny podlegać wartościowe złoża lub ich fragmenty interesujące ze względu na swój skład mineralny, formę występowania czy walory krajobrazowe. Ten rodzaj ochrony stosuje się rzadko w krajach bogatych w określone zasoby naturalne; może mieć ona jednak tylko charakter tymczasowy.