

Roman NEY, Elżbieta PIETRZYK-SOKULSKA,
Jerzy TRAMMER, Andrzej ŻELAŻNIEWICZ

Ziemia

życie – zdrowie – surowce



W BROSZURZE:

Ziemia i życie

*Ziemia i zdrowie –
konflikt czy harmonia?*

Ziemia i jej zasoby naturalne



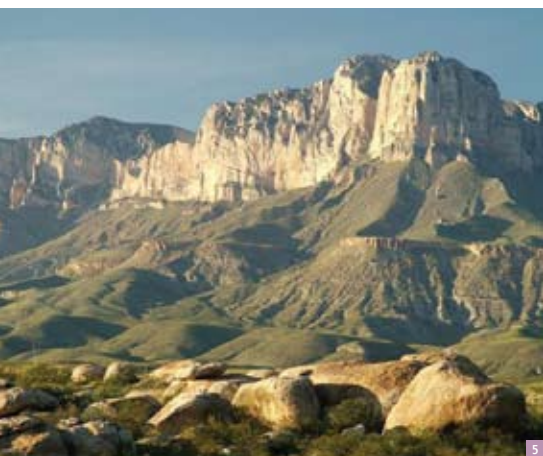
1. Ziemia i życie

Ziemia jest jedynym zakątkiem niewyobrażalnie ogromnego Wszechświata, o którym z pewnością wiadomo, że istnieje w nim życie, łącznie nazywane tu **biosferą**. Składa się ona z mniejszych jednostek: gatunków zawierających osobniki. **Opisano około 2 milionów żyjących dziś gatunków**, ale szacunkowe oceny wskazują, że jest ich znacznie więcej; od 5 do 50 milionów. Najwięcej jeszcze nie poznanych form należy prawdopodobnie do owadów (co roku opisuje się ponad 7000 nowych gatunków), grzybów, bakterii i do różnych grup organizmów głębokomorskich.

Trwa **nieustanna wymiana pierwiastków chemicznych między biosferą a nieożywionym środowiskiem Ziemi**. Organizmy pobierają pierwiastki, głównie powszechne i na Ziemi, i we Wszechświecie: wodór, tlen, węgiel i azot, na budowę swych ciał i swe potrzeby energetyczne, zaś po śmierci ich ciała ulegają rozkładowi i wspomniane pierwiastki wracają do środowiska („z prochu jesteś i w proch się obrócisz”). **Ten sam atom np. tlenu mógł kolejno współtworzyć białko w ciele trylobita, następnie wchodzić w skład atmosfery albo hydrosfery, być częścią ciała dinozaura, powtórnie wrócić do atmosfery, współtworzyć roślinę, człowieka lub jaszczurkę itd., itd.**

1. Paleozoiczny stawonóg –karboński trylobit *Comptonaspis swallowi*, *Missouri, USA*. Fot. www.trifoss.com
2. Mezozoiczny głowonóg – kredowy amonit *Schloenbachia varians*. Fot. JuraPark Bałtów
3. Jurajski dinozaur (Diplodok, rekonstrukcja w Parku Jurajskim w Bałtowie). Fot. R. Marcinowski





Na skutek zakłócenia w opisanym obiegu powstają **biogeniczne złoża węgla i węglowodorów** (ropy i gazu), kiedy pierwiastki zamiast jak zazwyczaj cyklicznie krążyć, zostają wraz z zawierającymi je organizmami pogrzebane w obrębie litosfery, gdzie podlegają dalszym przekształceniom. Podobnym zakłóceniom cyklu zawdzięczają swe powstanie skamieniałości istniejących dawniej organizmów – dokumentujące historię życia.

Biosfera jest potężnym czynnikiem kształtującym oblicze Ziemi. Wytworzyła atmosferyczny tlen, od ponad 500 milionów lat **buduje** w pasie okołorównikowym **rafy** – współcześnie **koralewe**, dawniej złożone ze szkieletów innych organizmów, wytwarza skały tzw. biogeniczne, ma znaczący wpływ na kształtowanie klimatu, na wietrzenie, a także na erozję i **stosunki w obrębie hydrosfery**. Kopalne rafy stanowią często jako utwory porowate skały zbiornikowe dla złóż węglowodorów.

Biosfera istnieje na naszej planecie **od ponad 3,5 miliarda lat**, natomiast składające się na nią gatunki flory i fauny są tworami znacznie bardziej krótkotrwałymi. **Gatunek powstaje, trwa średnio 4 miliony lat**, mniej więcej jedną tysięczną okresu trwania biosfery – **po czym wymiera**. Jeżeli w jakimś momencie na Ziemi było 4 miliony gatunków, to średnio biorąc przez kolejne 4 miliony lat wszystkie one wymarły, ale w tym samym czasie powstało około 4.020.000 nowych. Niewielka nadwyżka liczby specjacji nad liczbą wymierań zapewniła biosferze ekspansję od jednego, hipotetycznego gatunku, który zapoczątkował życie na Ziemi, do 5-50 milionów gatunków żyjących współcześnie.

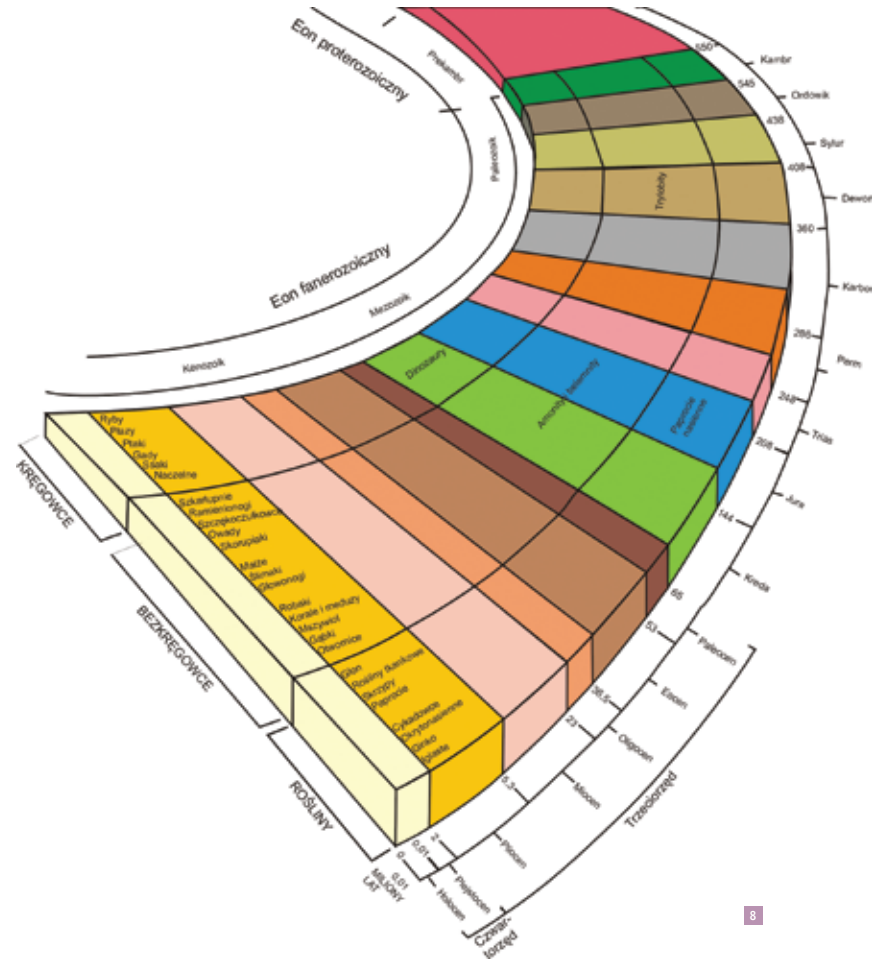
4. Australopithecus afarensis (rekonstrukcja w CosmoCaixa, Barcelona, fot. GNU;
5. Kopalna rafa koralowa wieku permskiego. Teksas, USA. Fot. B. Cornet
6. Współczesna rafa koralowa. Morze Czerwone. Fot. S. Tyski

Przez pierwsze 2,5 miliarda lat istnienia życia na Ziemi, występowały tu tylko pozbawione jądra komórkowego bakterie, w tym fotosyntetyzujące, uwalniające tlen do atmosfery, sinice. **Około 1,1 miliarda lat temu pojawiły się rozmnażające się płciowo, obdarzone jądrem komórkowym organizmy jednokomórkowe, 600 milionów lat temu pierwsze tkankowce**, a wkrótce potem tkankowce obdarzone twardymi muszlami z fosforanu i z węglanu wapnia. Początkowo, rozwijające się tylko w morzu **życie opanowało z czasem lądy**. W wyniku ciągłego procesu specjacji i wymierań o różnej intensywności biosfera zmienia swój skład. Dominujące np. niegdyś w morzach trylobity wymarły i dziś najczęstszymi mieszkańcami morskiego dna są należące do mięczaków małże i ślimaki. Nie ma też śladu po panujących kiedyś na lądach dinozaurach i innych wymarłych kręgowcach, a częste są tu obecnie ptaki i ssaki. **Zupełnie inaczej niż współcześnie wyglądała też np. 200 milionów lat temu szata roślinna**, pozbawiona jeszcze roślin kwiatowych, w tym tak wszechobylskich dzisiaj traw, które powstały później.

Wraz z pojawieniem się człowieka biosfera uzyskała samoświadomość. Rozpoczęło się analizowanie historii życia i badanie, jak życie działa. Tak, jak od początków życia narastała liczba składników biosfery

7. Mapa rozmieszczenia raf koralowych. Zasięg występowania raf współczesnych jest znacznie mniejszy niż rozprzestrzenienie raf kopalnych. Oznacza to, że układ kontynentów w przeszłości geologicznej (w eonie fanerozoicznym) różnił się od dzisiejszego. Ameryka Północna, Azja i Europa musiały niegdyś znajdować się w strefie międzyzwrotnikowej, ponieważ koralowe mogą żyć tylko w wodach ciepłych (powyżej 18°C).





– gatunków, tak obecnie narasta liczba faktów, hipotez i teorii dotyczących biosfery, nieustannie pomnażana przez jeden z jej milionów gatunków, gatunek *Homo sapiens*. Jednocześnie **wzrosło tempo wymierania innych gatunków** w związku z wciąż nasilającą się ekspansją technicznej cywilizacji człowieka, anektującej dla swych potrzeb wiele **środków życia**. Można sformułować następującą regułę: w miarę wzrostu liczby publikacji o gatunkach, maleje liczba gatunków.

8. Rozwój życia na Ziemi dokumentują skamieniałości roślin, bezkręgowców i kręgowców, które są przejawem ewolucji biosfery w czasie geologicznym. Za ilustrowane Słowniki, Ziemia, Arkady; zmodyfikowane.

2. Ziemia i zdrowie – konflikt czy harmonia?

Zależność pomiędzy zdrowiem ludzkim a budującymi Ziemię skałami i minerałami znana była od wieków. Starożytne teksty chińskie, egipskie, greckie i arabskie często powołują się na ich terapeutyczne, chorobotwórcze lub toksykologiczne właściwości. W XV w. Paracelsus sformułował podstawowe prawo toksykologii „*Dosis facit venenum*” (dawka czyni truciznę).

Badaniem powyższych zależności zajmują się nauki o Ziemi przy współpracy z medykami, patologami, toksykologami, weterynarzami, epidemiologami. Ich wieloaspektowe badania przy użyciu różnorodnych metod i technik pozwalają poznać źródła i przyczyny chorób, drogi rozprzestrzeniania szkodliwych i toksycznych pierwiastków, a także oceniać skutki ich nadmiaru lub niedoboru w organizmach oraz podawać sposoby ich usuwania lub uzupełniania.

9. Powiązania między geoprocesami a zdrowiem mieszkańców Ziemi (wg Planetearth)
10. Gejzery. Islandia. Fot. B. Kępińska
11. Krajobraz i warunki przyrodnicze sprzyjające utrzymaniu kondycji fizycznej i psychicznej mieszkańców Ziemi. Tatry, widok od Kluszkowców. Fot. A. Żelaźniewicz



Niektóre pierwiastki pospolicie występujące w środowisku (np. węgiel, wapń, wodór, potas, magnez, azot, sód, tlen, fosfor i siarka) odgrywają istotną rolę w procesach metabolicznych organizmów żywych (*biopierwiastki*). Jednocześnie *wiele ich związków występując w nadmiernych koncentracjach* może wywoływać choroby, a nawet śmierć. To czy dana koncentracja związku jest toksyczna zależy od wielu czynników fizykochemicznych i biologicznych, a zwłaszcza od złożonych interakcji geochemicznych zachodzących między skałami – glebami – wodami - atmosferą a organizmami. Zachwianie tej delikatnej równowagi geochemicznej w środowisku spowodowane jest najczęściej czynnikami antropogenicznymi m.in. działalnością gospodarczą człowieka, a rzadziej procesami naturalnymi, na przykład erupcjami i ekshalacjami wulkanów.

12. Naturalna koncentracja i ruchliwość wybranych pierwiastków oraz miejsca ich koncentracji w organizmie ludzkim (wg. Kabata-Pendias & Pendias, 1993; Migaszewski & Gałuszka, 2007).

Pierwiastek	Koncentracja [mg/kg]				Mobilność geochemiczna	Miejsce akumulacji
	skały	gleba	wody słodkie	wody morskie		
Srebro (Ag)	0,07-0,09	0,01-8	0,01-3,5	0,03-2,7	wysoka	
Arsen (As)	1,5-2,7	0,1-40	0,2-230	0,5-3,7	bardzo wysoka	wątroba, nerki, skóra, paznokcie, włosy
Kadm (Cd)	0,11-0,13	0,01-2	0,01-3	< 0,01-9,4	niska	kora nerkowa, wątroba, kości
Chrom (3+)	100-190	5-1500	0,1-6	0,2-50	bardzo niska	nerki, rdzeń pachczywy, kości, mięśnie
Chrom (6+)	-	-	-	-	bardzo wysoka	
Miedź (Cu)	50-88	2-250	0,2-30	0,05-12	niska	wątroba, nerki, serce, mózg, jądra
Żelazo (Fe)	4,1-9,1%	4-55%	10-1500	0,03-70	niska	czerwone ciała krwi, wątroba, śledziona, szpik kostny
Rtęć (Hg)	0,04-0,05	0,01-0,5	0,0001-2,8	0,01-0,22	bardzo niska	nerki, gruczoł tarczowy, przysadka mózgowa
Mangan (Mn)	950-1850	2-10 000	0,02-130	0,03-21	niska	trzustka, wątroba, nerki
Molibden (Mo)	1-1,5	0,1-40	0,03-10	4-10	wysoka	wątroba, nerki, zęby, kości
Nikiel (Ni)	60-80	2-750	0,02-27	0,13-43	wysoka	gruczoły limfatyczne, nerki, kości
Ołów (Pb)	7-14	2-300	0,06-120	0,03-13	niska	kości, aorta, nerki, wątroba, mózg
Antymon (Sb)	0,18-0,20	0,2-10	0,01-5	0,18-5,6	wysoka	nerki, płuca
Selen (Se)	0,05-0,10	0,01-2	0,02-1	0,052-0,2	przeciętna	nerki, wątroba, mięśnie
Cynk (Zn)	62-75	1-900	0,2-100	0,2-48	wysoka	nerki, wątroba, gruczoł krokowy, włosy, paznokcie

Działalność gospodarcza to m.in. przemysł wydobywczy (górnictwo) i przeróbka kopalin. Sprzyja ona powstawaniu potencjalnych źródeł zanieczyszczeń wokół wyrobisk i składowisk różnego typu odpadów. Wyrobiska uruchamiają różne procesy geologiczne np. wietrzenie kopalin i skał towarzyszących, ługowanie ze zwietrzliny wiele pierwiastków (w tym geotoksyn np. ołowiu, kadmu, kobaltu, manganu, niklu, arsenu, rtęci, pierwiastków radioaktywnych) przez krążące wody kopalniane, które zasilając ciekły powierzchniowe, zanieczyszczają je. Podobne procesy zachodzą także na składowiskach odpadów, ale tam oprócz ługowania i zanieczyszczenia wód powierzchniowych odciekami, zachodzą także procesy infiltracji zanieczyszczeń do wód podziemnych i ich skażenie oraz pylenie i zanieczyszczanie atmosfery. Zjawiska te mogą mieć charakter lokalny lub regionalny, w zależności od skali prowadzonej działalności oraz stosowanych działań zapobiegawczych.

Nauki o Ziemi wraz z partnerami z innych dziedzin **zajmują się także wykorzystaniem pewnych składników lub właściwości naturalnych zasobów mineralnych Ziemi w profilaktyce i terapii różnego typu chorób.** Już od starożytności ludzkość wykorzystywała lecznicze właściwości wód mineralnych (w tym termalnych), stosując je najpierw do kąpiele, a następnie inhalacji oraz kuracji pitnych. Rozwój techniki i presja na różne komponenty środowiska spowodowały pojawienie się różnego typu chorób zawodowych (pylice, ołowice) i cywilizacyjnych (alergie). Poszukiwanie środków zaradczych pozwoliło wykorzystać do celów leczniczych pewne składniki mineralne i rzadkie pierwiastki zawarte w torfach, borowinach i aerozolach kopalnianych. Dzięki swoim właściwościom przywracają one równowagę chemiczną w organizmie. Zwrócono także uwagę na przydatność niektórych skał oraz minerałów w przemyśle farmaceutycznym do produkcji tabletek zawierających niezbędne dla organizmu mikroelementy oraz w innych gałęziach przemysłu wspomagających medycynę (np. implanty).

13. Zdrowe warzywa przez cały rok dzięki wykorzystaniu ciepła wód geotermalnych na Podhalu. Fot. W. Bujakowski
14. Sanatorium w kopalni soli w Bochni – leżakowanie. Fot. Kopalnia Bochnia
15. Lecznicze wykorzystanie aerozoli kopalnianych w Kopalni Soli Wieliczka. Fot. J. Przybyło





16



17

Pewne skały (np. węglanowe, ilaste), ze względu na swe właściwości *fizyczne i chemiczne oraz skład mineralny znalazły* zastosowanie w ochronie środowiska jako adsorbenty pochłaniające metale ciężkie i toksyczne, sorbenty szkodliwych gazów z elektrowni, komponenty przesłon hydroizolacyjnych oraz neutralizatory innych, niebezpiecznych zanieczyszczeń środowiska. Nasze istnienie zależy więc od bogactw *występujących w Ziemi.*

16. Naturalne błotne jezioro siarkowe u podnóża czynnego wulkanu Vulcano na Morzu Tyrreńskim – przejaw współczesnej aktywności geotermalnej i jej wykorzystania do celów leczniczych. Wyspy Liparyjskie. Fot. A. Żelaźniewicz
17. Właściwie uprawiana gleba decyduje o dobrej jakości plonach przetwarzanych na zdrową żywność. Fot. A. Żelaźniewicz
18. Zanieczyszczenie wód powierzchniowych w wyniku działalności przemysłu – potencjalna przyczyna wielu chorób mieszkańców Ziemi. Fot. W. Sroczyński



18

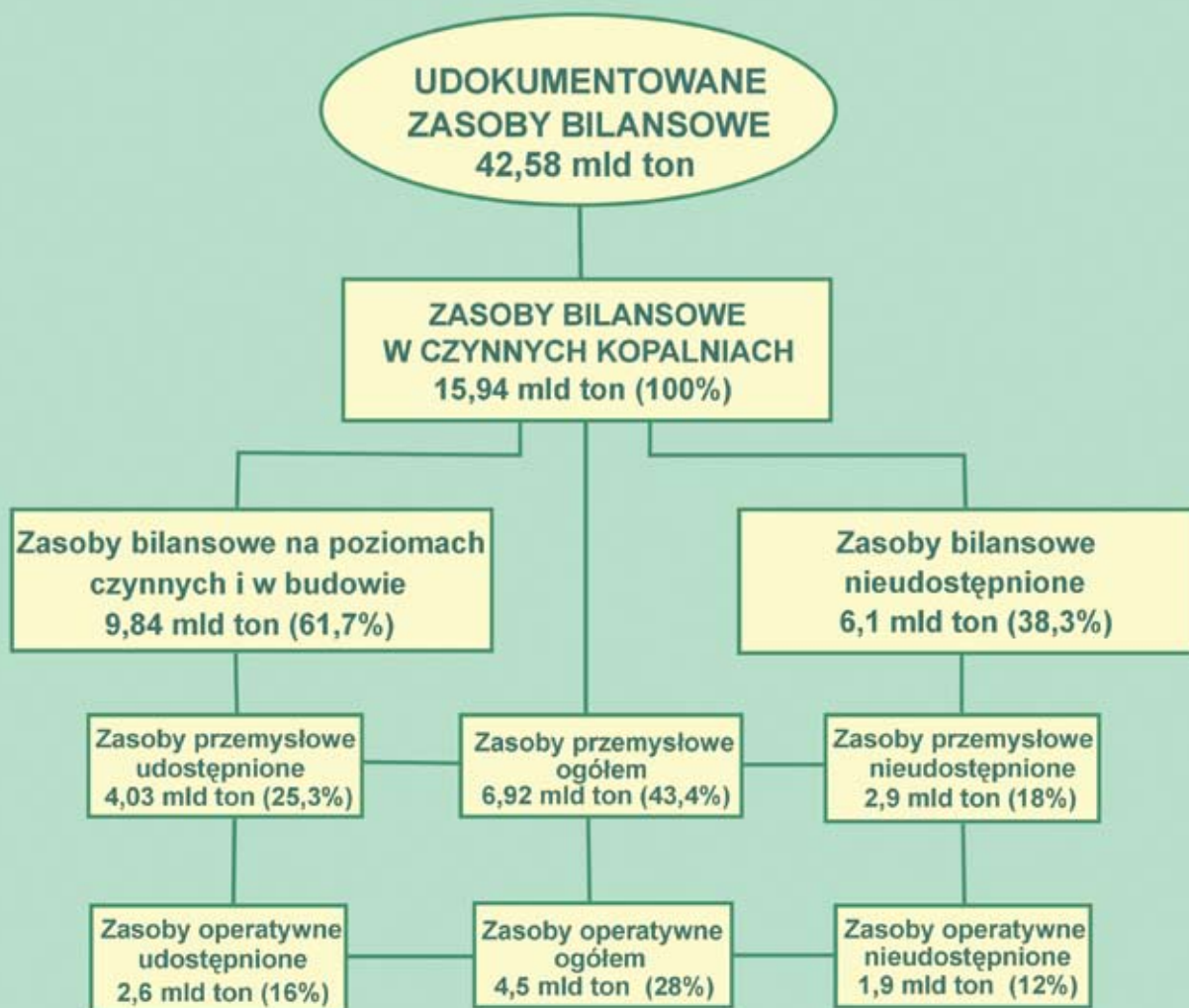
3. Ziemia i jej zasoby naturalne

Rozwój cywilizacji na Ziemi jest nierozdzielnie związany z wykorzystaniem surowców mineralnych. Najwcześniej korzystano z wody, krzemienia i soli. Woda była czynnikiem decydującym o miejscu zamieszkania, a także powstawaniu głównych dróg migracji. Krzemienie oraz inne jednorodne skały już 2 mln lat temu były niezbędnym tworzywem dla prymitywnych narzędzi i broni. Zmiana trybu życia na osiadły zapoczątkowała wykorzystywanie skał do budowy domów, świątyń, dróg, itp. Ponad 9 tys. lat temu zainteresowanie wzbudziły skały ilaste służące do wyrobu naczyń ceramicznych, a następnie produkcji cegły, sporządzania farb mineralnych i w końcu 3,5 tys. lat temu wyrobów szklanych. Do wiązania kamieni i cegły stosowano cement rzymski i gips sztukatorski.

19. Zasoby surowców energetycznych w Polsce (Ney 2001)

SUROWCE	ZASOBY					
	PRZEMYSŁOWE			REZERWOWE		
	Ilość	toe		Ilość	toe	
		mln	%		mln	%
Węgiel kamienny [mln ton]	8 354	5 430,0	91,8	46 846	30 449,0	89,0
Węgiel brunatny [mln ton]	1 877	338,0	5,7	14 050	2 908,0	7,6
Ropa naftowa [tys. ton]	10 931	10,9	0,2	350 000	350,0	1,0
Gaz ziemny* [mln m ³]	168	137,5	2,3	600	492,0	1,5
OGÓŁEM	-	5 916,4	100,0	-	34 199,0	100,0

* w tym zasoby metanu ze złóż węgla poza zasięgiem eksploatacji



20

Innym produktem odgrywającym od początku ważną rolę była sól, jako źródło niezbędnych dla zdrowia składników oraz produkt o walorach smakowych i właściwościach konserwujących. Górnictwo solne przetrwało nawet najtrudniejsze okresy stagnacji, a zapotrzebowanie na sól ciągle nie zmniejsza się.

20. Wykorzystanie zasobów węgla kamiennego w Polsce (stan na 2005 r. – Sobczyk 2006)

Okolo 15 tysięcy lat p.n.e. nastala epoka metali. Początkowo wykorzystywano tylko złoto i miedź, które występowały w przyrodzie w postaci rodzimej. Później odkrywano inne metale jak żelazo, ołów, cynę, ucząc się je wydobywać i odzyskiwać z kruszców metodami hutniczymi. Surowce mineralne stawały się w miarę rozwoju istotne dla społeczeństw i państw jako przedmiot wymiany handlowej, mającej wpływ na umacnianie ich potęgi i wzrost zamożności mieszkańców. Rozwój górnictwa metali przyczynił się do budowy floty i do odkrywania nowych kontynentów – nowe źródła pozyskiwania surowców mineralnych. Państwa posiadające je zdobywały dominację kulturową nad resztą świata.

- 21. Buły krzemienne w ścianie kamieniołomu Siedlec. Fot. E. Pietrzyk-Sokulska
- 22. Buły krzemienne z wapieni jurajskich. Fot. E. Pietrzyk-Sokulska
- 23. Kopalnia soli potasowej w Kłodawie. Fot. Z. Kłosiński
- 24. Kopalnia soli kamiennej w Slanic. Rumunia. Fot. G. Madeja





25

Rewolucja przemysłowa, na przełomie XVIII i XIX w. spowodowała gwałtowny wzrost wydobycia surowców mineralnych, zwłaszcza węgla i rud żelaza. Tworzyły się wielkie ośrodki górnicze i hutnicze, a społeczeństwo przekształcało się z rolniczego w miejskie, przemysłowe. Dzięki wynalezieniu maszyny parowej rozwijał się transport kolejowy, a po odkryciu ropy naftowej i rozwoju jej przetwórstwa także samochody i lotnictwo. Dla jego potrzeb odkrywano nowe metale, doskonalono technologie ich przetwórstwa i tworzone nowe dziedziny zastosowania. W miarę zwiększania wydobycia surowców mineralnych, ich zasoby wyczerpują się. Państwa tracą swoją niezależność surowcową. Tworzą się międzynarodowe grupy interesów, które kontrolują znaczną część kluczowych zasobów. Jednocześnie poszukuje się nowych źródeł surowców, penetrując coraz głębiej skorupę ziemską lub prowadząc wiercenia na dnie oceanów lub prace poszukiwawcze nawet w kosmosie.

Ekspansja górnictwa i przetwórstwa powoduje przekształcenia środowiska. Zwiększa się zanieczyszczenie powietrza, wód powierzchniowych oraz gleb. Przemysł wytwarza coraz więcej odpadów składowanych na zwałowiskach, zajmujących coraz większe obszary. Niektóre odpady (np. z elektrowni atomowych, przemysłu chemicznego) zawierają związki niebezpieczne dla zdrowia i życia ludzi. Synergiczne oddziaływania przekształceń powodują pogarszanie się warunków zdrowotnych mieszkańców regionów przemysłowych i ich okolicy. Pojawiają się choroby zawodowe wśród pracowników kopalni i hut oraz cywilizacyjne, zwłaszcza wśród dzieci (alergie).



26

W **połowie XX w.** następuje przełom w rozwoju różnych form przemysłu. Człowiek zaczyna rozumieć, że utrzymanie dotychczasowego tempa rozwoju i nieracjonalnego wykorzystania surowców mineralnych prowadzi do katastrofy ekologicznej. W związku z powyższym szuka nowych technologii pozwalających na racjonalne wykorzystanie posiadanych zasobów surowców mineralnych, a tym samym poprawę warunków życia mieszkańców Ziemi, bez regresji rozwoju gospodarczego.

W **nowym podejściu do wykorzystania surowców** zwraca się szczególną uwagę na możliwość wykorzystania substytutów ukrytych w surowcach odpadowych. Pozwoli to na zachowanie zasobów dla przyszłych pokoleń i ochronę Ziemi.

25. Ogólny widok wapieni karbońskich w kamieniołomie Czatkowice. Fot. M. Bogdanowicz
26. Portal z wapieni dębnickich w kościele Św. Katarzyny Kraków – jako zastosowanie kamieni w architekturze. Fot. E. Pietrzyk-Sokulska
27. Kopalnia odkrywkowa węgla brunatnego w Koninie. Fot. J. Kłosiński
28. Kopalnia odkrywkowa miedzi w Chile. Fot. J. Jarosz
29. Widok poziomów kopalni żelaza Erzberg w Austrii. Fot. A. Sokulska



AUTORZY:



Roman NEY
Przewodniczący Rady
Naukowej Instytutu
Gospodarki Surowcami
Mineralnymi i Energią PAN



Elżbieta
PIETRZYK-SOKULSKA
Instytut Gospodarki
Surowcami Mineralnymi
i Energią PAN



Jerzy TRAMMER
Wydział Geologii
Uniwersytetu
Warszawskiego



Andrzej ŻELAŻNIEWICZ
Instytut Nauk
Geologicznych
PAN



Wszystkie informacje o Światowym Roku Planeta Ziemia (International Year of Planet Earth) można znaleźć na stronie internetowej IYPE (www.yearofplanetearth.org) oraz Komitetu Planeta Ziemia PAN (www.planetaziemia.pan.pl).

Komitet Planeta Ziemia PAN
Przewodniczący – prof. dr hab. Andrzej Żelaźniewicz
Sekretariat: Podwale 75, 50-449 Wrocław
tel. 71-3376345, fax 71-3376342
e-mail: rokziemi@planetaziemia.pan.pl