

Elżbieta Lonc Ewelina Kantowicz



# EKOLOGIA

i ochrona środowiska

Podręcznik dla studentów

Elżbieta Lonc  
Ewelina Kantowicz

# EKOLOGIA I OCHRONA ŚRODOWISKA

---

Podręcznik dla studentów

---



WYDAWNICTWO PAŃSTWOWEJ WYŻSZEJ SZKOŁY ZAWODOWEJ  
IM. ANGELUSA SILESIIUSA W WĄLBZYCHU  
Wąlbzych 2005

**Recenzja**

Romuald Olaczek

**Redakcja**

Marcin Grabski

Sylwia Bielawska

**Projekt okładki**

Ireneusz Piwowarski

**Rysunki wykonali**

Barbara Pogorzelska-Gac

Andrzej Karabin

Ewa Karolczak

Katarzyna Szczyпка

**Redakcja techniczna**

Katarzyna Szczyпка

© Copyright for Polish edition by PWSZ AS 2005

ISBN 83-88425-71-4

WYDAWNICTWO PAŃSTWOWEJ WYŻSZEJ SZKOŁY ZAWODOWEJ AS  
W WAŁBRZYCHU

ul. Zamkowa 4, 53-300 Wałbrzych, tel. (074) 641-92-26

---

Wyd. I; ark. wyd. 14; papier offset 80

---

Druk: DjaF Jakub Furyk

ul. Karmelicka 1/1, 30-092 Kraków, tel./faks (012) 636-3240

# Spis treści

Wstęp .....	V
Podziękowania .....	VIII
<b>I. Koncepcje ekologii i ochrony środowiska .....</b>	<b>1</b>
1. Ekologia jako dyscyplina nauk biologicznych .....	2
2. Inne znaczenia ekologii .....	9
3. Ochrona środowiska jako interdyscyplinarna dziedzina nauki i praktyki .....	17
4. Historia ochrony środowiska w dokumentach .....	22
5. Ruchy proekologiczne na rzecz ochrony środowiska .....	40
<b>II. Elementy środowiska i czynniki ekologiczne .....</b>	<b>49</b>
1. Środowisko przyrodnicze – elementy i zależności .....	50
2. Czynniki ekologiczne .....	61
3. Antropopresja .....	70
4. Stres biologiczny .....	73
<b>III. Prawa i zasady ekologiczne dotyczące organizacji życia ...</b>	<b>81</b>
1. Poziomy organizacji biologicznej .....	82
2. Podstawowe prawa i zasady ekologiczne .....	86
3. Autekologia i synekologia .....	92
4. Systematyka w ekologii .....	97
5. Ekologia stosowana .....	115
<b>IV. Ekosystem – struktura i funkcje .....</b>	<b>125</b>
1. Ekosystem i jego jednostki .....	126
2. Energia i biomasa w ekosystemach .....	136
3. Cykle biogeochemiczne .....	141
4. Zależności międzypopulacyjne ze szczególnym uwzględnieniem pasożytnictwa .....	146
5. Ekosystem leśny .....	159
<b>V. Biosfera jako środowisko życia. Zasady biotyczne Ziemi ...</b>	<b>169</b>
1. Historia biosfery .....	170

2. Antropogeneza	177
3. Rola człowieka w biosferze	186
4. Przyroda i zasoby	191
5. Ochrona przyrody	198
<b>VI. Człowiek i przyroda – współzależności.</b>	
<b>Globalne i regionalne problemy środowiskowe</b>	209
1. Relacje człowiek–środowisko	210
2. Stan środowiska – problemy środowiskowe	211
3. Ziemia	216
4. Lasy	221
5. Różnorodność biologiczna	231
6. Woda	238
7. Atmosfera	247
<b>VII. Zrównoważony rozwój a turystyka</b>	263
1. Koncepcje zrównoważonego rozwoju i polityki środowiskowej	264
2. Rozwój turystyki	268
3. Rola środowiska przyrodniczego w turystyce i rekreacji	274
4. Turystyka przyjazna środowisku	284
5. Miejsce turystyki w edukacji środowiskowej	292
<b>Bibliografia</b>	307
<b>Słownik terminów</b>	321
<b>Spis ilustracji</b>	355
<b>Spis tabel</b>	359
<b>Indeks nazwisk</b>	361

## Wstęp

Podstawowym celem nauczania przedmiotu Ekologia i ochrona środowiska na kierunkach studiów i specjalnościach związanych z turystyką i rekreacją jest przygotowanie studentów do realizacji przyszłych obowiązków i zadań zawodowych zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju, która jest priorytetem Polityki Ekologicznej Rzeczypospolitej Polskiej ujętym w Konstytucji (art. 5): „Rzeczypospolita Polska [...] zapewnia ochronę środowiska, kierując się zasadą zrównoważonego rozwoju”. Koncepcja ta rozwinięta w sferach dyplomatycznych zwłaszcza UNEP-u tj. Programu Ochrony Środowiska ONZ, zakłada szukanie harmonii zamiast konfliktu między gospodarką (w tym także turystyczną) a ekologią i ochroną środowiska. Najważniejszymi przesłankami są tu odpowiedzialność za przyszłe pokolenia, szersze rozumienie jakości życia i zdrowia oraz wyrównanie poziomu rozwoju między poszczególnymi regionami. Pomimo uruchomienia wielu międzynarodowych programów nadal jednak mniej niż 10% światowej populacji korzysta z postępu i aktywnie uczestniczy w życiu politycznym, ekonomicznym i społeczno-kulturalnym. Z roku na rok wzrasta liczba mieszkańców Ziemi, która nie nadąża za postępowaniem technologicznym i cywilizacyjnym.

Problemy środowiskowe sprowadza się zwykle do siedmiu „grzechów głównych”, czyli podstawowych przyczyn degradacji środowiska przyrodniczego, do których zalicza się: niszczenie ozonosfery (stanowiącej osłonę radiacyjną Ziemi), uwalnianie gazów cieplarnianych i ciepła do biosfery, wprowadzania do środowiska szkodliwych substancji, które wraz z odpadami prowadzą do niszczenia potencjału biotycznego (bioróżnorodność) oraz nadmierna eksploatacja złóż mineralnych. Powszechnie uważa się, że nadrzędną przyczyną tych problemów była i jest niedostateczna wiedza i świadomość ekologiczna, która umożliwiła przeoczenie zagrożeń. Kształtowanie świadomości ekologicznej jest więc nakazem chwili: „w całej historii nie było pokolenia, które dźwigałoby na barkach większą odpowiedzialność za przyszłość świata niż nasze”

(Harrison 1992). Europejczycy ukuli pojęcie „środowisko” (ang. *environment*) nakazujące człowiekowi zwrócenie uwagi na naturalne otoczenie, w którym żyje oraz ograniczenie egoizmu i krótkowzroczności prowadzących do niszczenia tego otoczenia. Ochrona środowiska i racjonalne, oparte na naukowych, tzn. ekologicznych, podstawach kształtowanie gospodarki, w tym także turystycznej, są obecnie powszechnie uznawane za jedno z głównych i pilnych zadań stojących przed ludzkością na początku nowego stulecia.

Rozwiązywanie współczesnych złożonych problemów środowiskowych jest niemożliwe bez znajomości ekologii, dyscypliny nauk biologicznych, której jednym z głównych zadań jest badanie wpływu środowiska na organizmy, biocenozy oraz wpływu organizmów na środowisko. Ekologia jest więc nauką o strukturze i funkcjonowaniu układów przyrodniczych. Właściwa i skuteczna ochrona środowiska człowieka uzależniona jest przede wszystkim od poziomu wiedzy ekologicznej i wykształcenia społeczeństwa, od preferowanych sposobów życia i światopoglądu. Zarówno wiedza jak i styl życia ulegają zmianie dzięki edukacji, rozumianej jako wykształcenie i nauka. Nic więc dziwnego, że w formalnej szkolnej edukacji prowadzonej na wszystkich szczeblach edukacja ekologiczna jest obowiązkowa. Niestety programy szkolne nie postulują o odrębność tych przedmiotów, ale zalecają jedynie ich realizację w ramach innych przedmiotów (np. przyrody, biologii, geografii czy chemii).

Pomimo iż na temat ekologii ukazuje się co roku tysiące artykułów, książek i podręczników, które prezentują problematykę ekologiczną z różnych punktów widzenia to brakuje wyraźnie opracowań z tego zakresu przeznaczonych dla konkretnych odbiorców, w tym studentów nowych kierunków i specjalności wyższych szkół zawodowych, które powstały w drugiej połowie lat 90. XX wieku. W bogatej ofercie edukacyjnej szczególnym zainteresowaniem cieszą się kierunki studiów ekonomicznych związanych z zarządzaniem i organizacją, w tym także organizacją i obsługą ruchu turystycznego.

Powszechnie wiadomo, że turystyka jako zjawisko masowe będące fenomenem wieku XX jest pochodną wzrostu zamożności społeczeństw, rewolucji transportowej, a tym samym gwałtownego zwiększania się udziału usług w tworzeniu dochodu narodowego w wielu krajach. Stąd też turystyka stała się integralną częścią problemów związanych z szeroko rozumianą ekologią i ochroną środowiska, gdyż jako działalność usługowa wywiera presję na środowisko w formie bezpośredniego lub pośredniego korzystania z jego zasobów, może być źródłem zanieczyszczenia

środowiska przyrodniczego i/lub niekorzystnych oddziaływań fizycznych, chemicznych i biologicznych. Z drugiej jednak strony upatruje się w niej narzędzi skutecznej edukacji środowiskowej, której zasady i formy realizacji zawarto w Narodowej Strategii Edukacyjnej z 2001 roku.

Prezentowany przez nas podręcznik jest zgodny z duchem czasu, a zwłaszcza z potrzebami dydaktycznymi określonymi jako minimalne wymagania programowe w ministerialnych standardach nauczania dla poszczególnych kierunków studiów i poziomów kształcenia. Tytułami rozdziałów uczyniono więc hasła programowe obowiązkowego – dla turystyki – przedmiotu pod nazwą Ekologia. Wykaz obligatoryjnych tematów ekologicznych rozszerzono o niezbędne, naszym zdaniem, zagadnienia z interdyscyplinarnej dziedziny naukowej pod nazwą ochrona środowiska. Ważnym uzupełnieniem prezentowanych, z konieczności skrótowych, wykładów jest literatura przedmiotowa, którą zamieszczamy w formie spisu cytowanych i zalecanych pozycji na końcu naszego opracowania. Mamy nadzieję, że polecane podręczniki rozszerzą horyzonty i pogłębią wiadomości ich czytelników.

Żywimy nadzieję, że dzięki temu opracowaniu student znajdzie niezbędną wiedzę umożliwiającą mu zrozumienie procesów fizyko-chemicznych, biologicznych i ekologicznych wpływających na środowisko przyrodnicze i posiędzie umiejętność kształtowania proekologicznych postaw społecznych w działalności turystycznej. Będzie miał też świadomość miejsca ochrony przyrody w kulturze oraz znaczenia środowiska przyrodniczego i kulturowego dla harmonijnej egzystencji, rozwoju i wypoczynku człowieka ze szczególnym uwzględnieniem specyfiki regionu Dolnego Śląska.

AUTORKI



## Podziękowania

Dobre opracowanie zagadnień z tak trudnej i złożonej dziedziny jak ochrona środowiska i ekologia nie jest zadaniem prostym. Prezentowane dane i poglądy są owocem trudu setek, a nawet tysięcy autorów prac ogłaszanych drukiem. Ich niewielki procent zamieszczamy w postaci bibliografii przedmiotu.

Szczególną wdzięczność pragniemy wyrazić koleżankom i kolegom, którzy czytając kolejne rozdziały na różnych etapach ich opracowywania, wnieśli wiele cennych uwag i sugestii. W pierwszej kolejności dziękujemy serdecznie panom profesorom Romualdowi Olaczkowi z Katedry Ochrony Przyrody Uniwersytetu Łódzkiego i Leszkowi Wachowskiemu z Wydziału Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu oraz koleżankom i kolegom z Uniwersytetu Wrocławskiego: dr Barbarze Kwiatkowskiej z Katedry Antropologii, prof. dr hab. Jerzemu Wyrzykowskiemu z Instytutu Geografii i Rozwoju Regionalnego, prof. dr hab. Annie Okulewicz z Instytutu Genetyki i Mikrobiologii, prof. dr hab. Joannie Pyszny z Instytutu Filologii Polskiej. Za trud konsultacji i pomoc w zbieraniu materiałów dziękujemy prof. dr hab. Ludwikowi Tomiałojcowi z Muzeum Przyrodniczego Uniwersytetu Wrocławskiego, a pani mgr Joannie Hildebrandt wyrażamy wdzięczność za pomoc w zbieraniu materiałów ilustracyjnych, które mają ułatwić korzystanie z podręcznika.

Pragniemy także podziękować panu profesorowi Czesławowi Dutce – rektorowi PWSZ AS w Wałbrzychu – za sfinansowanie książki, a pani Sylwii Bielawskiej – redaktorowi – za pracę nad jej ostatecznym kształtem.

AUTORKI

---

# Koncepcje ekologii i ochrony środowiska

---

## BLOKI TEMATYCZNE

1. Ekologia jako dyscyplina nauk biologicznych.
2. Inne znaczenia ekologii.
3. Ochrona środowiska jako interdyscyplinarna dziedzina nauki i praktyki.
4. Historia ochrony środowiska w dokumentach.
5. Ruchy proekologiczne na rzecz ochrony środowiska.

### SŁOWA KLUCZOWE:

1. historia ekologii, zakres badawczy i zadania ekologii, metody badawcze ekologii.
2. ekofilozofia, ekologia głęboka, etyka ekologiczna, ekologizm, ruch New Age, ekoterroryzm i wojny ekologiczne, ekologia – potoczne użycie terminu.
3. środowisko i ochrona środowiska – definicje, problemy środowiskowe, interdyscyplinarność, metody i umiejętności w ochronie środowiska.
4. Raport U Thanta, raporty Klubu Rzymskiego, konferencja sztokholmska, konferencja w Tbilisi, dokumenty Szczytu Ziemi w Rio de Janeiro, Światowy Szczyt Zrównoważonego Rozwoju w Johannesburgu Rio+10, integracja europejska a ochrona środowiska.
5. uwarunkowania społeczno-polityczne, Pozarządowe Organizacje Ekologiczne: POE, Liga Ochrony Przyrody, Polski Klub Ekologiczny, ruch ekologiczny.

# 1. Ekologia jako dyscyplina nauk biologicznych

## SŁOWA KLUCZOWE

historia ekologii, zakres i zadania ekologii, metody badawcze ekologii.

## Historia ekologii

---

Korzeni ekologii, zdaniem Charlesa Krebsa (1997), należy doszukiwać się w wiedzy przyrodniczej, która jest stara jak ludzkość. W okresie łowiectwa, zbieractwa i rybactwa ludzie musieli mieć pewien zasób informacji na temat ekologii roślin i zwierząt, aby skutecznie poszukiwać i znajdować pożywienie w określonym czasie i miejscu. Początek rolnictwa i hodowli (około 8000 lat p.n.e.) wymagał dokładniejszych obserwacji przyrodniczych. W społeczeństwach pierwotnych każdy osobnik, aby przeżyć (znaleźć jadalne rośliny, upolować zwierzęta, skutecznie obronić siebie i znajdujące się pod jego opieką stada przed drapieżnikami lub pasożytami), musiał starannie obserwować naturę i podpatrywać związki między organizmami oraz ich układy czasowe i przestrzenne w danym środowisku.

Od samego początku cywilizacji europejskiej, starożytni myśliciele – nie definiując pojęcia ekologii w sposób naukowy – mieli świadomość związków człowieka ze środowiskiem. Grecy uznawali istnienie harmonii w przyrodzie za podstawę jej funkcjonowania<sup>1</sup>. W średniowieczu pierwsi bracia franciszkanie, na przykład Roger Bacon (1214–1294), inspirowani „proekologicznymi” myślami swojego założyciela, św. Franciszka z Asyżu<sup>2</sup>, studiowali nauki przyrodnicze, wpływając tym samym na atmosferę i zainteresowania ówczesnych umysłów i szkół. W czasach renesansu nauk biologicznych w XVII i XVIII wieku wielu uczonych zajmowało się badaniami, które współcześnie można by określić jako problemy ekologiczne (łańcuchy pokarmowe, liczebność populacji). W historii nauki szczególnie miejsce zajmuje holenderski szlifierz soczewek Antoni van Leeuwenhoek (1632–1726), który skonstruował pierwszy mikroskop. Obserwując i opisując niewidzialny dotychczas świat mikroskopijnych organizmów i ich struktur przyczynił się do rozwoju badań nad populacjami mikroorganizmów.

Do drugiej połowy XVIII wieku pojmowanie przyrody wciąż jednak niewiele różniło się od platońskiej „harmonii natury”, u podstaw której

---

<sup>1</sup> Zasadę tą rozwinął współcześnie Frank N. Egerton, formułując w 1968 roku koncepcję równowagi przyrodniczej.

<sup>2</sup> W 1979 roku (trzy lata przed 800. rocznicą urodzin) św. Franciszek z Asyżu został ogłoszony przez Jana Pawła II patronem ekologów.

leżało założenie, że liczba gatunków i ich liczebność są dane „z góry” i niezmiennie. Dopiero na przełomie XVIII i XIX w. idee „wiecznej harmonii” (trwającej od zawsze i w stałej formie dzięki niewidzialnej Opatrzności) zostały podważone przez dwie bardzo ważne obserwacje prowadzące do stwierdzenia, że gatunki wymierają, a zasoby środowiska są ograniczone i w pewnym momencie pojawiają się w naturze oddziaływania konkurencyjne. Spostrzeżenia te udokumentował m.in. angielski matematyk i filozof Thomas Robert Malthus, który w książce zatytułowanej *Prawo ludności* (1798) stwierdził, że tempo przyrostu liczebności organizmów jest zgodne z postępowaniem geometrycznym, natomiast przyrost dostępnego pokarmu może odbywać się w tempie zgodnym z postępowaniem arytmetycznym. Wyływające stąd wnioski (że rozród musi być hamowany przez zasoby pokarmowe) wykorzystał Karol Darwin (1809–1882), formułując teorię doboru naturalnego. W teorii ewolucji Darwina<sup>3</sup> (sformułowanej i ogłoszonej drukiem w 1859 r. w dziele pt. *O powstawaniu gatunków drogą doboru naturalnego czyli o utrzymaniu się doskonalszych ras w walce o byt*) podważona została zasada niezmienności gatunków. Idee Darwina przeniósł na grunt socjologii Herbert Spencer (1820–1903), który utrzymywał, że w społeczeństwach, podobnie jak w przyrodzie, przetrwają najlepiej przystosowani.

Termin **ekologia** (*Ökologie*) po raz pierwszy został użyty przez Ernesta Haeckla (1834–1919), profesora zoologii Uniwersytetu w Jenie – gorliwego i twórczego zwolennika oraz propagatora teorii darwinowskiej<sup>4</sup>. Wprowadzając (w 1869 roku) to pojęcie, Haeckel wywiódł je od greckiego słowa *oikos*, oznaczającego dom, gospodarstwo i gospodarowanie oraz słowa *logos* – nauka. Mianem ekologii określił więc naukę o organizmach w ich naturalnych miejscach bytowania i związkach ze środowiskiem. Mimo że sam Haeckel nie prowadził typowych badań ekologicznych, swymi rozprawami naukowymi i książkami popularyzującymi wiedzę spowodował wyjątkowy, dynamiczny rozwój tej dziedziny (Dobrowolski 1999).

Podstawę rozwoju ekologii stanowiły przyrodnicze badania i odkrycia. Najważniejsze obserwacje i sformułowane zależności to:

<sup>3</sup> Teoria ewolucji zwróciła uwagę przyrodników na istnienie w naturze jednostek zbiorczych – populacji – które ewoluują; pojedynczy osobnik nie podlega ewolucji. Poznanie struktur i funkcji takich systemów zbiorczych i ponadorganizmalnych (populacji, gatunków) stało się właśnie przedmiotem ekologii.

<sup>4</sup> Sam termin i bliższe jego zdefiniowanie E. Haeckel opublikował w dziele pt. *Generelle Morphologie der Organismen* w tomie I zatytułowanym *Ökologie und Geographie der Tiere*. W tym samym opracowaniu Haeckel – wprowadzając pojęcie ontogenezy (rozwoju osobniczego) i filogenezy (rozwoju rodowego), sformułował prawo biogenetyczne o rekapitulacji cech, według którego ontogeneza jest skróconym powtórzeniem filogenezy.

- obserwacje Rene F. Reaumur'a (1683–1757), który w 1735 roku stwierdził, że suma dziennych temperatur powietrza (mierzona w cieniu) jest stała dla poszczególnych okresów fenologicznych, czyli biologicznych pór roku; praktycznym zastosowaniem tego odkrycia było – ważne dla rolnictwa – określenie termicznych wymagań roślin w różnych okresach rozwoju wegetatywnego (kiełkowanie, wzrost, dojrzewanie) i budzenia się ze spoczynku zimowego,

- badania Georges'a Buffona (1707–1788) i Linneusza (1707–1778) – wybitnego szwedzkiego systematyka roślin i twórcy nomenklatury binominalnej<sup>5</sup>, który w 1739 roku jako pierwszy zaobserwował wpływ długości dnia na rozwój rośliny,

*Prawo minimum*

- prawo Justusa Liebiga (odkryte w 1840 roku) zwane też *prawem minimum*, które głosi, że decydujące znaczenie w rozwoju i wzroście ma ten czynnik pokarmowy, którego jest zbyt mało, nawet jeżeli pozostałe występują w nadmiarze. Zasadę tę ujęto potem w tzw. prawo czynników ograniczających sformułowane przez F.F. Blackmana w 1905 roku, przekształcone wreszcie przez Victora E. Shelforda (w 1913 roku) w prawo tolerancji, które określa reakcję organizmów nie tylko na minimalne, ale także i maksymalne wartości niektórych czynników,

- reguła Bergmana, który w 1847 roku stwierdził, że pokrewne sobie zwierzęta żyjące w zimnym klimacie są większe od tych, które żyją w strefie cieplejszej.

Na późniejszy rozwój ekologii i jej wyraźne wyodrębnienie jako gałęzi nauk biologicznych (dysponującej własnym przedmiotem i metodologią) największy wpływ wywarli dwaj uczeni: Amerykanin Frederic E. Clements (1874–1945) – autor podręcznika pt. *Metody badań w ekologii* i Anglik Arthur G. Tansley (1871–1955) – uważany za patrona zastosowań ekologicznych. Według Tansleya (twórcy wprowadzonego w 1935 roku terminu ekosystem) wiedza o związkach roślin ze środowiskiem może być szczególnie przydatna w leśnictwie i rolnictwie. Założone w 1913 roku pierwsze na świecie angielskie Towarzystwo Ekologiczne popularyzowało wiedzę ekologiczną nie tylko w kręgach naukowych, ale także wśród młodzieży i dorosłych – miłośników przyrody. Teoretyczna wiedza dotycząca wymagań zwierząt wobec środowiska, pozwalająca na jej zastosowanie w praktyce, stała się podstawą nauki zwanej dziś **eko-**

<sup>5</sup> Dziesiąte wydanie dzieła Linneusza *Systema Naturae* (w 1758 roku) wyznacza początek konsekwentnego i powszechnego stosowania nazw binarnych dla zwierząt i roślin, czyli złożonych z nazwy rodzaju i nazwy gatunku, na przykład mucha domowa *Musca domestica*; nazwy taksonów wyższych od szczebla gatunkowego składają się tylko z jednego wyrazu, na przykład rodziny muchowate – *Muscidae*.

logią stosowaną. Kierunek ten, rozwinięty przez Charlesa Eltona (1901–1991)<sup>6</sup>, uwzględnia także zjawiska przenoszenia (celowego lub przypadkowego) nowych gatunków do środowisk, czy nawet na kontynenty, gdzie wcześniej nigdy nie występowały.

Do początku lat 60. XX wieku, mimo znacznych osiągnięć teoretycznych i praktycznych w tej dziedzinie, ekologia powszechnie nie była jednak uważana za ważną dziedzinę nauki. Zmianę tej sytuacji spowodowały dopiero następujące czynniki:

- niepokojący wzrost populacji ludzkiej (na początku XIX wieku ludzkość liczyła około 1 mld, w 1930 roku – 2 mld, 1960 roku – 3 mld, w 1976 roku – 4 mld, w 1987 roku – 5 mld, a w 1999 roku przekroczyła 6 mld),
- pogarszanie się jakości środowiska (spowodowane m.in. wytwarzaniem, użytkowanych na szeroką skalę w przemyśle i nowoczesnym rolnictwie, substancji szkodliwych, wśród których dominują ksenobiotyki, zatruwające wodę, glebę i powietrze, a także nadmierną eksploatacją surowców, niszczeniem potencjału biotycznego i biocenoz) doprowadziło do wzrostu zainteresowania ekologią szerokiej opinii publicznej, która koncentruje się jednak głównie na problemach środowiska człowieka,
- Międzynarodowy Program Biologiczny (IBP – ogłoszony przez UNESCO w latach 1960–70), który w znaczący sposób przyczynił się do rozwoju ekologii, a zwłaszcza metod badania produktywności ekosystemów i przepływu energii.

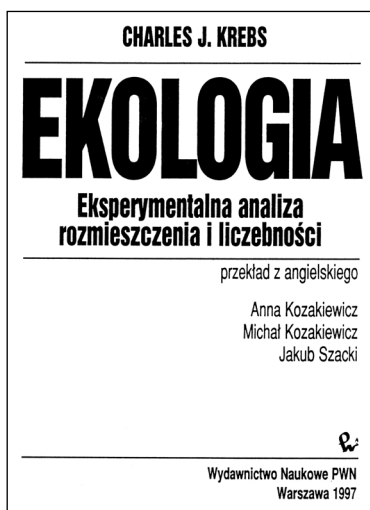
## Zakres badawczy i zadania ekologii

Przedmiot ekologii i jej zadania znajdują odzwierciedlenie w licznych definicjach. Charles Krebs<sup>7</sup>, autor podręcznika akademickiego z tej dziedziny określił (w 1974 roku) ekologię jako naukę o zależnościach decydujących o liczebności i rozmieszczeniu organizmów (ryc. 1.1). Przyjmuje on, że wszystkie czynniki środowiska (klimat, warunki pokarmowe, zróżnicowanie przestrzenne oraz interakcje wewnątrz- i międzygatunkowe) sprowadzają się do odpowiedzi na pytanie jak będzie zmieniać się w czasie i przestrzeni liczebność organizmów oraz ich rozmieszczenie. Ponieważ ekologia wiąże się bardzo ściśle z biologią (a zwłaszcza fizjologią, genetyką, etologią i ewolucjonizmem), wielu autorów starało się uściślić w podręcznikach ekologii jej znaczenie i zakres, proponując takie określenia, jak: poznanie przyrody, badanie struktury i funkcji orga-

*Przedmiot  
ekologii*

<sup>6</sup> Charles Elton w swojej pionierskiej książce pt. *Ekologia zwierząt* (1927) zdefiniował ekologię jako naukę o strukturze i funkcjonowaniu przyrody.

<sup>7</sup> C. Krebs, *Ekologia. Eksperymentalna analiza rozmieszczenia i liczebności*, Warszawa 1997, s. 734.



Ryc 1.1. Strona tytułowa klasycznego podręcznika ekologii Krebsa (1997).

nizmu, ekonomia zwierząt, badanie współzależności między organizmami i ich środowiskiem. Syntetyczne, ale szerokie ujęcie celów naukowych zawarte jest w definicji Romualda Olaczka (1999), który określił ekologię jako dziedzinę biologii, której zadaniem są badania wpływu środowiska na organizmy i biocenozy oraz wpływu organizmów na środowisko, a także struktury i funkcjonowanie systemów przyrodniczych.

Ekologia, jako dyscyplina nauk biologicznych, ma więc fundamentalne znaczenie dla zrozumienia istoty środowiska przyrodniczego oraz sposobów jego ochrony. Odkrywanie organizmów i zasad funkcjonowania złożonych układów przyrodniczych jest bowiem niezbędne do zrozumienia i wyjaśnienia zmian zachodzących w biosferze, a także identyfikacji problemów zagrożenia i działań

*Definicje ekologii*

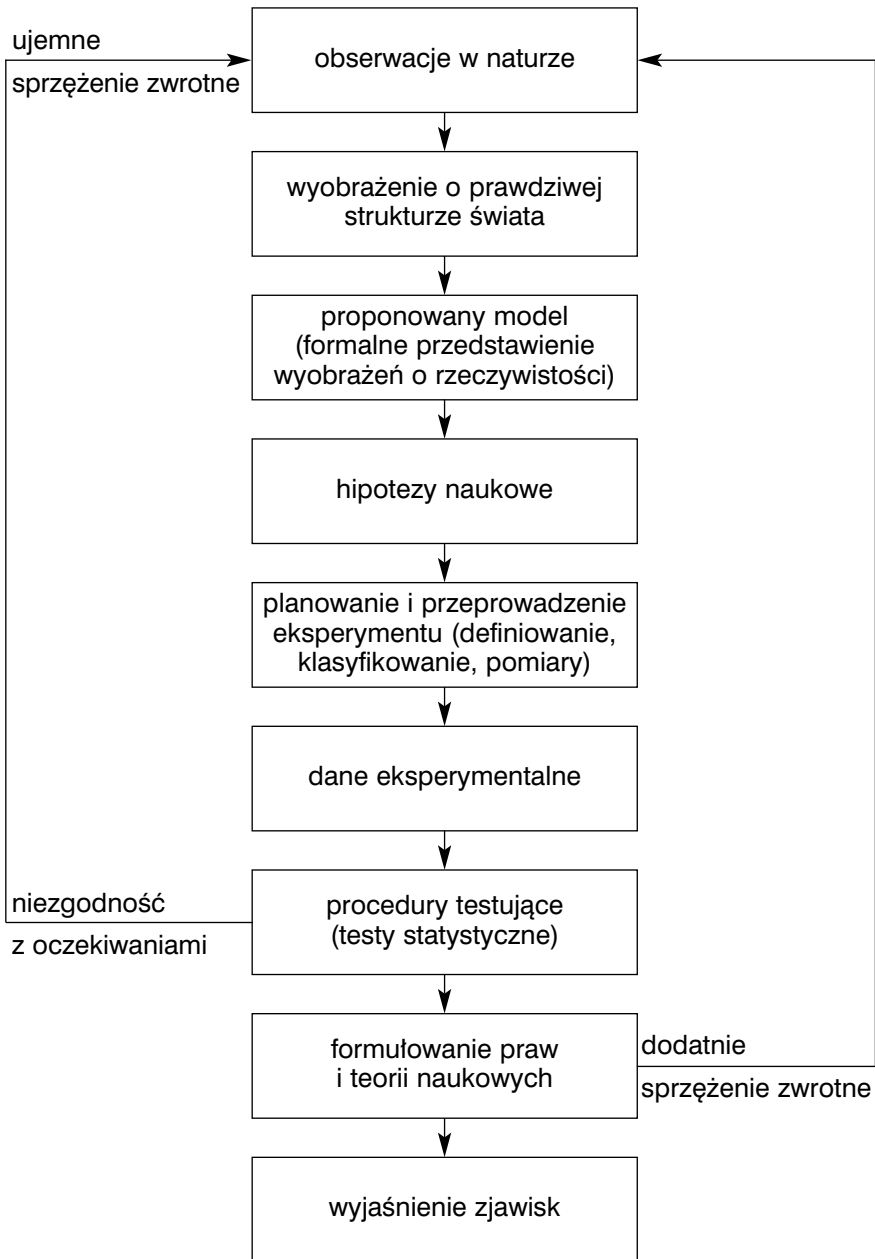
na rzecz ochrony środowiska. W badaniach prowadzących do odpowiedzi na podstawowe pytanie o przyczyny warunkujące rozmieszczenie i liczebność organizmów posługuje się metodami ilościowymi i opisowymi, a korzysta z wyników badań nauk fizyczno-matematycznych i chemicznych. Ma ścisły związek z naukami o Ziemi (geografia i geologia) oraz rolniczymi, technicznymi i medycznymi. Ekologia dla ochrony środowiska jest tym, czym fizyka i matematyka dla inżynierii, a biologia dla medycyny.

### Metody badawcze ekologii

*Hipoteza naukowa*

Współczesna ekologia (zdaniem Krebsa, 1997) korzysta z wyników rozważań teoretycznych (modeli matematycznych), doświadczeń laboratoryjnych (*in vitro*) i badań terenowych (*in vivo*). Te ostatnie, czyli obserwacje organizmów w środowisku naturalnym (obserwacje rzeczywistości przyrodniczej, związane na przykład z brakiem lub nadmiernie licznym występowaniem niektórych gatunków, ich zachowaniem i formami interakcji), stanowią podstawę do sformułowania hipotezy naukowej (ryc. 1. 2).

Hipoteza taka zawiera jedno lub kilka możliwych (prawdopodobnych) rozwiązań zdefiniowanego problemu ekologicznego. Zasadą jest poszukiwanie faktów, które mogłyby obalić lub potwierdzić konkretną hipotezę, bo postęp w ekologii – podobnie w każdej dziedzinie nauk przyrodniczych – polega właśnie na obalaniu (eliminacji) kolejnych nie-



Ryc. 1.2. Metodologia badań ekologicznych (wg Krebsa 1997).

prawdziwych koncepcji. Hipoteza musi być sprawdzona (zweryfikowana) eksperymentem naukowym. Sposób organizacji i przeprowadzenia doświadczenia nazywamy planowaniem eksperymentu. Dane uzyskane



z doświadczeń – przeprowadzonych w warunkach terenowych lub laboratoryjnych – umożliwiają potwierdzenie (lub odrzucenie) założonej uprzednio hipotezy.

Układy ekologiczne są jednak bardzo skomplikowane. W złożonej przyrodzie mamy zwykle do czynienia z wpływem na organizm wielu równocześnie działających czynników ekologicznych (światło, temperatura, wilgotność powietrza i podłoża, zasoby pokarmowe itp.) decydujących na przykład o zakresie i zagęszczeniu organizmów na danym areale. Istnieje także wiele znaczących różnic, określających granice między ekologią roślin, zwierząt, a zwłaszcza ekologią człowieka, który żyje w podwójnym środowisku (przyrodniczym i kulturalno-społecznym). Z kolei rośliny (organizmy samożywne – autotrofy) są podstawowym i praktycznie jedynym źródłem energii dla wszystkich pozostałych cudzożywnych organizmów (tzw. heterotrofów). Metody oceny ich stopnia zagęszczenia są inne niż w wypadku ruchliwych zwierząt o zróżnicowanych wymaganiach pokarmowych (np. roślinożerne, drapieżniki i pasożyty).

Niezależnie jednak od tego, jak bardzo skomplikowany jest układ ekologiczny, hipotezy muszą dać się zweryfikować eksperymentalnie. Jest to jedna z podstawowych zasad „naukowej” ekologii – podobnie jak innych dyscyplin przyrodniczych – odróżniająca ją od dociekań drogą intuicji i wierzeń, które są przesłanką niektórych ruchów ekologicznych i ideologii, np. New Age. **Ekolog** jest więc pracownikiem naukowym (rzadziej amatorem) zajmującym się wspomnianą ekologią – jako dyscypliną nauk biologicznych. **Ekologista** to zaś człowiek zwykle bezkompromisowy w sprawach ekologii i ochrony środowiska, stawiający je ponad wszystkimi innymi celami, często członek lub działacz organizacji proekologicznych (Olaczek 1999). Ekologistów nazywa się też „ekobojownikami” (Mastalerz, 2000).

*Ekolog*

*Ekologista*

Korzenie współczesnej ekologii tkwią w naukach przyrodniczych, demografii człowieka, biometrii oraz praktycznych kierunkach nauk rolniczych i medycznych. Współcześnie ekologia jest ścisłą dyscypliną nauk biologicznych. Ekolodzy badają struktury i prawidłowości funkcjonowania układów ponadorganizmalnych (populacji), ich historię (w czasie i przestrzeni), wzajemne zależności, przepływ energii i krążenie materii, produktywność ekosystemów. Badania ekologiczne (i oparte na nich planowanie) prowadzone są z zastosowaniem wielu metod zaczerpniętych z nauk matematyczno-przyrodniczych. Wykorzystanie komputerów do tworzenia modeli zjawisk przyrodniczych ułatwia przewidywanie wyników przy zmianie parametrów (np. czynników ograniczających). Modele matematyczne pozwalają na szybkie sprawdzenie posiadanej już wiedzy oraz wyodrębnienie tych aspektów, które wymagają nowych i dokładniejszych obserwacji lub pomiarów.

## 2. Inne znaczenia ekologii

### SŁOWA KLUCZOWE:

ekofilozofia, ekologia głęboka, etyka ekologiczna, ekologizm, ruch New Age, ekoterroryzm i wojny ekologiczne, ekologia – potoczne użycie tego terminu

### Ekofilozofia

Ekologia funkcjonuje jako nazwa filozofii środowiskowej określanej w różny sposób, np. filozofia ekologii, filozofia ekologiczna, filozofia kryzysu ekologicznego, ekologia człowieka oraz ekofilozofia. Ten ostatni termin dominuje wśród doktryn filozoficznych, dla których centralną kategorią są relacje człowiek-środowisko. Przez ekofilozofię rozumie się najogólniej zachowania, postawy i działania człowieka wobec środowiska, w którym żyje. Dla stosunku człowieka do środowiska naturalnego duże znaczenie ma sfera duchowa. We współczesnej filozofii zajmującej się problematyką ekologiczną duchowość<sup>8</sup> jest rozumiana jako ponadracjonalny, wolny i niedogmatyczny, międzyreligijny i międzykulturowy sposób odzyskiwania duchowych skarbów (Kulik 2001). W filozofii ekologicznej i etyce środowiskowej – szczegółowo wyłożonych w pracach jej twórców: Henryka Skolimowskiego (1991, 1993, 1999), Marka M. Bonenberga (1992), Ii Lazari-Pawłowskiej (1992), Hansa Jonasa (1996) i Zdzisławy Piątek (1998) – świat jest sanktuarium życia (i to różnorodnego), a nie pozbawioną duszy maszyną. Zadaniem, któremu musi obecnie sprostać człowiek, jest ponowna sakralizacja kosmosu. Z biegiem czasu, szczególnie w dobie rewolucji przemysłowej i postindustrialnej, człowiek z różnych przyczyn utracił pierwotny charakter więzi z przyrodą, co doprowadziło do znacznej degradacji środowiska i duchowego zubożenia ludzi. Akceptacja świata jako sanktuarium prowadzi do zmiany koncepcji człowieka – z istoty bezdusznej w istotę otaczającą troską cały świat. Człowiekowi, jako gatunkowi najbardziej rozumnemu, przystoi zatem rola niezachłannego eksploatora lub aroganckiego poprawiacza natury świata-maszyny, lecz rola społecznego opiekuna różnorodności życia, oparta na szacunku i opiece w stosunku do innych istot żywych (Tomiałojć 2000). Stosunek do środowiska (rozumianego jako siedlisko przyrodnicze, społeczno-kulturowe oraz duchowo-osobowościowe) jest kryterium wartości sposobu myślenia i działania człowieka. Dobrze jest to, co nie

*Filozofia  
środowiskowa*

<sup>8</sup> W tym kontekście odróżnia się duchowość od religijności, czyli formalnego utożsamiania się i zaangażowania w konkretną religię.

powoduje degradacji środowiska lub zapobiega jego zanieczyszczeniu i tym samym przyczynia się do ochrony życia (nie tylko ludzi).

*Postawy ekofilozoficzne*

W literaturze wyróżnia się trzy postawy ekofilozoficzne:

● **biocentryzm** – światopogląd ten w kategorii aksjologicznej postuluje uznanie życia za wartość nadrzędną, przyznaje prawo do życia wszystkim istotom żywym (zarówno ludziom, jak i zwierzętom). Podstawową przesłanką jest teza, głosząca, że skoro zwierzęta potrafią odczuć cierpienie, to należy je chronić. Postawa niekiedy łączona z animalizmem, ideologią stawiającą prawa zwierząt na równi z prawami ludzi. Postawa biocentryczna (preferująca nie-hierarchiczny i nie-dominujący stosunek do natury) prowadzi więc do zasady równego prawa do życia wszystkich istot.

● **ekocentryzm** – to postawa ekologiczna (systemowa, holistyczna), której zwolennicy przyznają wartość tworzoną przez jednostki całościom takim, jak np. biosfera. Rola człowieka w przyrodzie postrzegana jest jako centralny punkt odniesienia wszystkich zależności ekologicznych, ale nie jest to jego funkcja nadrzędna i nie podporządkowuje on sobie przyrody (antropocentryzm). Prekursorem tego nurtu jest Aldo Leopold, autor tezy, że „rzecz jest dobra, gdy zmierza do zachowania integralności, stabilności i piękna, społeczności biotycznej, w innym przypadku jest ona zła”.

● **antropocentryzm** – w wersji radykalnej zakłada, że środowisko jest tylko środkiem do osiągnięcia nadrzędnego celu, jakim jest zaspokajanie ludzkich potrzeb. W złagodzonej, umiarkowanej wersji podkreśla się znaczenie przyrody dla niezbędnego funkcjonowania człowieka. Takie stanowisko zajmuje Hans Jonas (1988) – autor koncepcji odpowiedzialności człowieka za przyrodę. Ponieważ człowiek nie może istnieć bez środowiska, to imperatyw odpowiedzialności nakłada też obowiązek troski o środowisko przyrodnicze. Na tej płaszczyźnie sformułowano także chrześcijańską wizję roli przyrody. Szafranski w książce *Chrześcijańskie podstawy ekologii* pisze: „wśród wszystkich istot żyjących na Ziemi tylko człowiek jest osobą, czyli wolnym i świadomym podmiotem swoich działań”. Podobnie myślał Luc Ferry, autor pracy *Nowy ład ekologiczny*, twierdząc, że „każda ocena, w tym także natury, jest czynem ludzi. [...] Człowiek może uznać, że bytom innym niż ludzie: zwierzętom, parkom narodowym, pomnikom czy dziełom kultury, należy się pewien szacunek, jednak pozostają one – chcemy tego czy nie – przedmiotami, a nie podmiotami prawa”. W religii katolickiej pojawiają się wątki wskazujące na szczególną więź łączącą człowieka z całym stworzeniem. Życie, postawa oraz nauki św. Franciszka są wciąż inspirującym wzorem dla wielu ludzi uświadamiającym, jak z pokorą, skromnością i szacunkiem

podchodzić do świata w cywilizacji nastawionej głównie na realizowanie wartości materialnych i hedonistycznych.

## Ekologia głęboka

Elementy związane z duchowym aspektem relacji człowiek-środowisko zawiera również filozofia głębokiej ekologii. Termin ten wprowadził w latach 70. XX wieku Arne Naess, norweski filozof i alpinista, aby określić stan mądrości ekologicznej, życiowej pozwalającej człowiekowi pojednać się z własną jaźnią, wspólnotą ludzką i całą naturą („żyć w przekonaniu, że natura coś znaczy”). Istotą tego podejścia jest zadawanie ważnych pytań, które często odnoszą się do podstawowych kwestii egzystencjalnych (podstaw myślenia i wartościowania)<sup>9</sup>. Naess łączy bio- i ekocentryczne podejście, podkreślając znaczenie życia (ludzkiego oraz zwierzęcego czy roślinnego) zarówno w aspekcie różnorodności jego form jak i w jednostkowych przejawach w poszczególnych bytach. Nurt tej współczesnej filozofii (przeciwstawiający się skrajnemu antropocentryzmowi) opiera się na ośmiu zasadach, które cytuje Romuald Ołaczek (1999). Głoszą one, że: 1. wszelkie formy życia mają wartość samą w sobie niezależnie od ich użyteczności dla człowieka; 2. bogactwo i różnorodność życia przyczynia się do urzeczywistnienia tej wartości i same też są wartością; 3. ludzie nie powinni ograniczać tego bogactwa różnorodności, ale mogą z niego korzystać dla zaspokojenia swych potrzeb; 4. rozwój pozaludzkich form życia wymaga zahamowania wzrostu populacji ludzkiej, co nie oznacza zatrzymania rozwoju życia i kultury człowieka; 5. oddziaływanie człowieka na inne formy życia jest obecnie zbyt duże, a sytuacja stale się pogarsza; 6. poprawa tej sytuacji wymaga zmian w ekonomice, technologii i ideologii; 7. w sferze ideologii najważniejsza jest zmiana systemu wartości i zastąpienie dążeń do posiadania coraz większej ilości dóbr materialnych dążeniem do poprawy jakości życia; 8. ci, co zgadzają się z tymi zasadami, powinni starać się realizować je w swoim codziennym życiu.

*Arne Naess*

*Zasady  
ekologii  
głębokiej*

<sup>9</sup> System wartości jest istotnym elementem mentalności ludzi. U podstaw systemu wartości społeczeństwa konsumpcyjnego, według raportu zespołu GAMMA, leży przekonanie, że szczęście osiąga się dzięki posiadaniu i gromadzeniu rzeczy, a natura została stworzona po to, by zaspokajać potrzeby człowieka (antropocentryzm) i jest niekompetentna (Najder-Stefaniak, 1999). Autor, interpretując dane raportu, proponuje myślenie ekologiczne, w którym szczęście to radość istnienia możliwa do osiągnięcia, w środowisku harmonijnie współtworzonym przez kulturę i przyrodę, gdyż człowiek tworzy świat i jest za niego odpowiedzialny, a przyroda jest kompetentna i warto się od niej uczyć.

Ekologia głęboka stoi zwykle w opozycji do ekologii jako nauki oraz oficjalnych (formalnych) działań na rzecz ochrony środowiska, które zdaniem jej zwolenników leczą jedynie objawy, a nie przyczyny<sup>10</sup>.

### Etyka ekologiczna

Każdy rodzaj ludzkiej aktywności (naukowej i praktycznej) charakteryzuje określona etyka zawodowa, np. dobrze znana etyka lekarska. Myśleniu i działalności ekologicznej powinna towarzyszyć etyka ekologiczna. Zgodnie z Deklaracją Międzynarodowego Towarzystwa Etyki Ekologicznej polega ona głównie na:

*Zasady etyki ekologicznej*

- poszanowaniu życia,
- uznaniu „równości” gatunków,
- uczciwości w realizowaniu zadań ekologii zarówno w sferze badań naukowych, jak i edukacji ekologicznej i działalności politycznej.

Podstawowym zadaniem etyki środowiskowej jest zatem budowanie takiego katalogu wartości i zasad, które w sposób praktyczny określają stosunki człowieka z jego przyrodniczym otoczeniem<sup>11</sup>. Postawa etyczna charakteryzuje się więc odpowiedzialnością za utrzymanie przyrody i ochronę środowiska. Nawiązuje do kultury ekologicznej, która obejmuje całość wiedzy o środowisku, zdolność postrzegania specyfiki i złożoności zjawisk przyrodniczych oraz zdolność twórczego myślenia.

### Ekologizm

*Ekologia – ideologia*

Ważnym zjawiskiem jest ekologia hasłowo określana jako ekologizm. Jest to często pojęcie ideologiczne, stanowiące nośne hasło dla wielu ruchów społeczno-politycznych, które przeciwstawiają się różnego rodzaju zagrożeniom związanym z degradacją środowiska i dążą do podporządkowania rozmaitych dziedzin życia ochronie środowiska przyrodniczego. Ta swoista ekologia-ideologia oddziałuje na wyobraźnię przeciętnego człowieka (niekiedy bezradnego wobec dostrzeganych zagrożeń, co mo-

<sup>10</sup> Ekologia głęboka odrzuca tradycyjną naukę ekologii, która wg Naessa jest ograniczona racjonalnością metod naukowych i dlatego stanowi „nieuzasadnioną uniwersalizację i generalizację pojęć i teorii” (Najder-Stefaniak, 1999).

<sup>11</sup> Warto zwrócić uwagę, że według antropocentrycznej wersji etyki środowiskowej tylko człowiek ma na przykład wolność, czy odpowiedzialność – cechy, które warunkują jego status moralny. Tym wartościom podporządkowuje dobro (równowagę) i przetrwanie środowiska przyrodniczego. Etyka biocentryczna rozszerza zakres przedmiotu etyki i zakłada, że interesy istot, które nie należą do ludzkiego gatunku, powinny być brane pod uwagę, ze względu na nie same, a nie jedynie dlatego, iż służą celom i potrzebom człowieka.

że prowadzić nawet do tzw. udręczenia ekologicznego). Ekologizm proponuje własną wizję świata, system wartości, etykę i sposób na życie. Profesor Julian Aleksandrowicz (1988) określił takie myślenie ekologiczne mianem „nowego humanizmu”, albo „humanizmu przyszłości”, który „jest równocześnie i filozofią, i nauką na temat możliwości świadomego przetrwania oraz stworzenia ku temu warunków. Łączy się ze światem wartości, stawiając, jako podstawowe, zarówno pytanie o sens istnienia, jak i pytanie o dobro i zło. Dobrem jest to, co służy przetrwaniu, złem – to, co przynosi cierpienie każdej formie życia, zwłaszcza obdarzonej świadomością, i to co powoduje zniszczenie życia na Ziemi”. Wspólnym elementem ekologizmu i innych związanych z ekologią ideologii jest zakwestionowanie zasadności obowiązującego paradygmatu bezwzględnej dominacji człowieka nad „bezduszną” resztą świata na rzecz paradygmatu partnerstwa, a w skrajnej postaci nawet wyższość przyrody. Najbardziej radykalne stanowisko znajdujemy w ekologii głębokiej, która rozwija się równoległe z ruchem ekologicznym o tej samej nazwie.

*Myślenie  
ekologiczne*

## Ruch New Age

W paletce barw i odcieni ruchów i ideologii ekologicznych (od skrajnej, głębokiej ekologii przez umiarkowaną i słabą) jeszcze jedną kontrpropozycją dla podejścia formalnego ruch New Age (Nowy Wiek lub Nowa Era)<sup>12</sup>. Ideologia ta, zdaniem Zdzisława M. Kozaka (1995), ma charakter eklektyczny i składa się z panteizmu, okultyzmu, praktyk psychosomatycznych i naturalizmu. Panteizm przyjmuje, że „wszystko jest jednym i wszystko jest Bogiem”, a człowiek składa się z trzech pierwiastków: materialnego, duchowego i astralnego. Naturalizm rozumiany jest jako pojednanie człowieka z naturą. Okultyzm oznacza wiarę w astrologię, wróżbiarstwo (tarot), reinkarnację, akceptuje media spirytystyczne i inne nauki tajemne. Praktyki psychosomatyczne (na przykład „nowe stany świadomościowe”, „wykorzystywanie energii grupy”) mają służyć utwierdzeniu w okultyzmie. W wypowiedziach czołowych zwolenników i publicystów ruchu New Age (np. Shirley MacLaine, znanej aktorki z Hollywood), można znaleźć słuszne opinie o zanieczyszczeniu środowiska, potrzebie szanowania Ziemi. Dyskusyjne i nieracjonalne, ponieważ oparte na nienaukowych przesłankach, są natomiast proponowane przez działaczy ruchu New Age sposoby przeciwdziałania. Pełne zrozumienie

*Ideologia  
New Age*

<sup>12</sup> Termin ten prawdopodobnie wprowadziła w XIX wieku Alice A. Bailey – uczennica Heleny Bławatskiej, założycielki Towarzystwa Teofizycznego.

problemów ekologicznych wymaga bowiem gruntownej wiedzy przyrodniczej z dziedziny fizyki, matematyki, chemii i biochemii, geologii, geografii oraz biologii środowiskowej.

Antynaukowa i często skierowana przeciwko jakiegokolwiek technicznej cywilizacji jest skrajna „propaganda ekologiczna”, której przykłady cytuje Przemysław Mastalerz (2000)<sup>13</sup>. Autor wskazuje na przejaskrawianie i generalizowanie (w mass mediach i protestach globalistów) niektórych ogólnych problemów dotyczących środowiska, na przykład chemicznego skażenia środowiska, efektu cieplarnianego lub wykorzystania energii atomowej, a pomijanie milczeniem kwestii tak groźnych dla czystości środowiska lokalnego, jak odprowadzanie surowych, nieoczyszczonych ścieków miejskich czy wiejskich bezpośrednio do rzek, zaśmiecania miejsc wypoczynkowych itp.

### Ekoterroryzm i wojny ekologiczne

*Ekoterroryzm*

Szkodę ideologii ochrony przyrody i ochrony środowiska przynoszą też działania proekologiczne stosujące przemoc i zwykle nieuznające innych racji niż własne. Ekoterroryzm nie jest terroryzmem w potocznym rozumieniu tego słowa. Akcje określane czasami mianem terroryzmu ekologicznego, są zwykle planowaną i zorganizowaną działalnością grup ludzi, którzy używając drastycznych środków (spryskiwanie futer czerwoną farbą, wypuszczanie na wolność zwierząt cyrkowych), chcą zwrócić uwagę opinii publicznej na ważne problemy. Osobnym zagadnieniem są działania „ekologiczne” (np. wylwanie ropy, rozsiewanie zarazków) związane z działaniami wojennymi i aktami terroru, które mają służyć zdobyciu rozgłosu i zastraszeniu społeczeństwa, żeby wymusić na przeciwniku spełnienie określonych żądań. Przewiduje się, że w przyszłości w takich sabotażowo-dywersyjnych akcjach może dojść do znacznego skażenia chemicznego (trucizny) i biologicznego zanieczyszczenia środowiska (chorobotwórcze wirusy i bakterie). Wymaga to przygotowania systemów odpowiednich działań, zwłaszcza przez władze regionalne, które ograniczyłyby zakres skażenia środowiska i liczbę ewentualnych ofiar w ludziach. Dotychczas zarejestrowane awarie, katastrofy chemiczne (na przykład w Sevasso we Włoszech) i klęski żywiołowe wskazują na niekompetencję osób podejmujących działania zapobiegawcze oraz na brak sprawnego i mobilnego systemu profilaktyki.

<sup>13</sup> Książka pod tytułem *Ekologiczne kłamstwa ekowojowników. Rzecz o szkodliwości kłamliwej propagandy ekologicznej* jest w deklaracji autora „ostrą krytyką ekologicznej propagandy, ale bynajmniej nie wystąpieniem przeciwko ochronie przyrody”.

Po raz pierwszy amerykańskich środków militarnych, tzw. Orange Agent, użyto do niszczenia lasów, upraw i zatruwania wód w Wietnamie w latach 1961–1971. Stosowane przeciwko partyzantom i ludności wiejskiej środki chemiczne o silnym stężeniu (wykorzystywano mieszanki pochodnych kwasów fenokarboksylowych z domieszką dioksyn PEDD i kwasu dimetyloarsenowego) spowodowały zniszczenie wielkich powierzchni lasów tropikalnych, terenów uprawnych, wyginięcie wielu gatunków ptaków i ssaków, w tym dwóch gatunków małp. W lutym 1991 roku wojska Iraku na własnym terytorium celowo wylały ropę z rurociągów i zbiorników, co spowodowało największe w historii zatrucie morza. Szacuje się, że do Zatoki Perskiej dostało się wówczas ok. 1 mln ton ropy i pokryło powierzchnię około 1,6 tys. km<sup>2</sup>. Wyginęły tam wówczas ryby, mięczaki i skorupiaki morskie, ptaki miejscowe i przelotne. Drugim aktem tej katastrofy było podpalenie 700 szybów naftowych, w wyniku czego dziennie spalało się bezproduktywnie około 700 tys. ton ropy. Skutki tej wojny ekologicznej odczuwalne są do dziś.

Warto wspomnieć, że wojna ekologiczna jest zakazana prawem międzynarodowym, podobnie jak wojna chemiczna i bakteriologiczna.

### Ekologia – potoczne użycie terminu

W mowie potocznej słowa „ekologia” i „ekologiczny” zrobiły ogromną karierę. Odnosi się wrażenie, że jest to słowo-wytrych używane przez wszystkich i w różnym znaczeniu. Najczęściej zastępuje terminy: przyroda, środowisko, ochrona środowiska, ochrona przyrody, higiena osobista, higiena w miastach i na wsiach, racjonalny sposób odżywiania się. W publicystyce społeczno-politycznej w tekstach o ekologii analizowane są zwykle kwestie zanieczyszczeń środowiska przyrodniczego i zmian klimatycznych na przykład dziura ozonowa, efekt cieplarniany, inwestycje prośrodowiskowe, czyste i bezodpadowe produkcje przemysłowe (tzw. zielone technologie) oraz zagrożenia ekosystemów, biosfery, problemy ochrony zdrowia i życia człowieka przed negatywnym oddziaływaniem zatrutej bądź zdegenerowanego środowiska (Lonc, Pyszny 2001).

Oczywiście, nie sposób ograniczać znaczenia terminu „ekologia” tylko do dyscypliny naukowej, w obecnej sytuacji należy rozumieć go szerzej. Poprawnie mówi się więc o problemach (i klęskach) ekologicznych, krajowej sieci ekologicznej, ekologizacji gospodarki, w tym także turystyki. Właściwe jest także określenie proekologiczny w znaczeniu: odnoszący się przyjaźnie do wszelkich spraw związanych z relacją organizm – środowisko. Nadużyciem wydają się natomiast określenia typu „ekolo-

*Ekologia  
niejedno  
ma imię*



giczne środki piorące”, „ekologiczne pralnie” itp. Produkty i technologie mogą być bezpieczne (przyjazne) dla organizmów i środowiska, gdy są wolne od zanieczyszczeń, środków trujących lub związków chemicznych trudno rozkładanych w środowisku, natomiast nazwę „ekologiczna żywność” (wytwarzana w gospodarstwach ekologicznych) można zastąpić określeniem „żywność zdrowa” (a więc wolna od środków chemicznych).

Niepoprawne jest także używanie terminu „ekologia” jako synonimu „ochrony środowiska”, czy „ochrony przyrody”<sup>14</sup>. Z drugiej strony sam dorobek ekologii bez wsparcia wiedzy i działalności ruchów społeczno-ekonomicznych na rzecz ochrony środowiska nie wystarczy, czego przykładem są m.in. konflikty wokół obszarów uznawanych za chronione dotyczące na przykład dostępności parków narodowych dla sportu, turystyki i wypoczynku.

Przedmiotem zainteresowania ekofilozofii jest istota i natura środowiska społeczno-przyrodniczego oraz filozoficzna refleksja na temat miejsca i stosunku człowieka do przyrody. Współczesne relacje człowieka ze środowiskiem powodują, że znajduje się on w ryzykownej sytuacji uwarunkowanej czynnikami społecznymi, ekonomicznymi i technicznymi. Jest to wyzwanie, któremu może sprostać etyka odpowiedzialności. Działalność zmierzająca do zaspokajania potrzeb człowieka eksploatacją dóbr przyrody musi więc być powiązana z jego moralnością. Wraz ze zmianą światopoglądu zmienia się stosunek społeczeństwa do środowiska przyrodniczego. Miernikiem jest tzw. świadomość ekologiczna, będąca zespołem informacji i przekonań na temat środowiska oraz sposobem postrzegania związków między jego jakością a jakością i stylem życia człowieka. W potocznym znaczeniu przymiotnik „ekologiczny” dotyczy wszystkich przedmiotów działań i sposobów myślenia, które są przyjazne środowisku i zdrowiu człowieka, wyraża zawsze pozytywny stosunek do przyrody lub gotowość działania na rzecz jej ochrony oraz ochrony środowiska.

<sup>14</sup> Ochrona przyrody może być nauką, ruchem społecznym lub inną formą praktycznej działalności, której celem jest zachowanie naukowych i estetycznych wartości przyrody (ożywionej, czyli bioróżnorodności oraz nieożywionej) i kształtowanie racjonalnego, a zarazem przyjaznego stosunku ludzi do natury. Ochrona przyrody (podobnie jak ochrona środowiska) stanowi zespół działań, niemożliwych do realizacji bez wiedzy ekologicznej (Tomiałojć 2002). Kalinowska (2002) podaje przykład niewłaściwego postępowania, wynikającego z braku takiej wiedzy wycofania w imię ochrony środowiska owiec z górskich hal, co spowodowało ich zarastanie, a w konsekwencji zanik cennych przyrodniczo gatunków łąkowych.

### 3. Ochrona środowiska jako interdyscyplinarna dziedzina nauki i praktyki

#### SŁOWA KLUCZOWE:

środowisko i ochrona środowiska – definicje, problemy środowiskowe, interdyscyplinarność, metody i umiejętności w ochronie środowiska.

#### Środowisko i ochrona środowiska – definicje

Dziedzina określana dziś mianem ochrony środowiska (jej zakres i problematyka badawcza) kształtowała się stopniowo i niezależnie w poszczególnych krajach uprzemysłowionych na przełomie lat 60. i 70. XX wieku. Korzystano wówczas także z różnych (nie zawsze zgodnych ze sobą) definicji, co powodowało trudności i nieporozumienia podczas porównań lub działań międzynarodowych zwłaszcza prowadzonych przez organizacje międzynarodowe operujące w skali globalnej (patrz blok temat. 4). Aby uniknąć określeń nieprecyzyjnych i skrótowych, warto przytoczyć kilka definicji środowiska, zawężających bądź rozszerzających zakres pojęciaowy tego terminu.

Środowisko – w ujęciu najszerszym oznacza zarówno świat ożywiony (biotyczny) jak nieożywiony (abiotyczny), który istota żyjąca postrzega wokół siebie i w którym egzystuje. Wyróżnia się kilka rodzajów środowiska:

- przyrodnicze, do którego zaliczono następujące elementy środowiska (nazywane też sferami ziemskimi lub geosferami) litosferę składającą się ze skał i gleb tworzących rzeźbę powierzchni ziemi (np. góry, doliny), hydrosferę składającą się z wód powierzchniowych i podziemnych, atmosferę ziemską, czyli powłokę gazową otaczającą ziemię (nazywaną potocznie powietrzem). Do biosfery zaliczamy florę i faunę, które wraz z czynnikami abiotycznymi tworzą ekosystemy (na przykład las, staw, łąka). Częścią biosfery jest także człowiek jako gatunek biologiczny *Homo sapiens* – *człowiek rozumny*. Jego pozycja w biosferze jest jednak szczególna, ponieważ człowiek, żyjąc w społeczeństwie, najsilniej przekształcił środowisko przyrodnicze, a nawet stworzył w skrajnych wypadkach środowiska całkowicie sztuczne,
- antropogeniczne, to przekształcone w mniejszym lub większym stopniu przez człowieka środowisko przyrodnicze,
- geograficzne, czyli zarówno słabo lub w ogóle nieprzekształcone środowisko przyrodnicze, jak i środowisko antropogeniczne obejmujące krajobrazy rolnicze, zurbanizowane, przemysłowe i inne,

*Środowisko*

- zabudowane, (ang. *built up environment*) obejmujące tereny zamieszka-  
ne, zakłady pracy, układy komunikacyjne, a szerzej jednostki osadnicze  
(wsie, miasteczka, aglomeracje miejskie),
- społeczno-kulturowe (rodzina, miejsca nauki i pracy, związki i zrzeszenia  
oraz tradycje i obyczaje, systemy wartości i norm społecznych, itp.).

Jak wynika z powyższych przykładów, nie są to terminy ścisłe i cza-  
sami ich znaczenie się pokrywa, różnią się też sposoby ich zastosowania  
przez specjalistów z wielu dziedzin. W Polsce w praktyce ochrony śro-  
dowiska tradycyjne pojmowanie środowiska przede wszystkim jako śro-  
dowiska przyrodniczego, przejawia się w tzw. strategiach rozwoju (lub  
studiów ukierunkowań i kierunków rozwoju gmin), w których proble-  
matyka dotycząca środowiska jest dzielona na przyrodniczą i branżową  
(zaopatrzenie w wodę, odprowadzanie ścieków, zaopatrzenie w energię  
itp.). Jest to odzwierciedlenie konwencjonalnego podziału ochrony śro-  
dowiska, jako wielodyscyplinarnej dziedziny działań na sferę tzw. bio-  
logiczno-ekologiczną (ochrona przyrody) oraz techniczno-higieniczną  
(utrzymanie czystości powietrza, gleby i wody, ochrona przed hałasem  
i promieniowaniem, gospodarka odpadami). Ten podział ugruntowała  
względnie długa tradycja kształcenia politechnicznego na kierunku pod  
nazwą inżynieria środowiska (wcześniej inżynieria sanitarna) oraz krótka  
(od 1991 roku) historia nowego interdyscyplinarnego kierunku kształ-  
cenia z ochrony środowiska na uniwersyteckich studiach przyrodni-  
czych. Znajduje on też odbicie w prawie, które reguluje wszystkie sprawy  
związane z ochroną środowiska w jednej ustawie z dnia 27 kwietnia  
2001 roku Prawo ochrony środowiska (Dz.U. 2001, nr 62, poz. 627).  
Obok niej funkcjonują jednak dalej poprzednie akty prawne: ustawa  
o lasach z dnia 28 września 1991 roku (Dz.U. 2000, nr 56, poz. 679  
z późniejszymi zmianami), ustawa z dnia 13 października 1995 roku  
o prawie łowieckim (Dz.U. 2002, nr 42, poz. 372 z późniejszymi zmia-  
nami), najnowsza ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 roku o ochronie przy-  
rody (Dz.U. 2004, nr 92, poz. 880) oraz ustawy: prawo wodne, prawo  
geologiczne, prawo atomowe. Dzisiaj na ochronę środowiska patrzy się  
kompleksowo, uwzględniając przyrodnicze podstawy tych działań, nie-  
rozzerwalne związki biotycznej i abiotycznej części środowiska przyrodni-  
czego, a także społeczny, prawny i ekonomiczny kontekst powstawania  
i rozwiązywania problemów środowiskowych.

### *Regulacje prawne*

### *Prawo ochrony środowiska*

Według ustawy Prawo ochrony środowiska przez ochronę środowi-  
ska „rozumie się podjęcie lub zaniechanie działań, umożliwiających za-  
chowanie lub przywracanie równowagi przyrodniczej”, a ochrona ta po-  
lega zwłaszcza na:

- racjonalnym kształtowaniu środowiska i gospodarowaniu jego zasobami zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju,
- przeciwdziałaniu zanieczyszczeniom,
- przywracaniu elementów przyrodniczych do stanu właściwego.

Samo zaś środowisko definiowane jest w ustawie jako „ogół elementów przyrodniczych, w tym także przekształconych w wyniku działalności człowieka; w szczególności: powierzchnię ziemi, kopaliny, wody, powietrze, zwierzęta i rośliny, krajobraz oraz klimat” (szerzej o elementach środowiska – patrz rozdział II).

Ochrona środowiska jako nauka o środowisku (ang. *environmental science*), rozwijająca się intensywnie od lat 70. XX wieku w krajach zachodnioeuropejskich, została zdefiniowana jako „interdyscyplinarna dziedzina nauki pokrywająca pole związków człowieka ze środowiskiem przyrodniczym, potencjalnych i rzeczywistych problemów wynikających z tych związków, ukierunkowana na poszukiwanie rozwiązań i zapobieganie tym problemom” (Udo de Haes 1984). Ta wczesna definicja jest zgodna z wieloma późniejszymi sformułowaniami (m.in. de Groota 1992) i zawiera istotne elementy pozwalające wyodrębnić naukę o środowisku z innych klasycznych dyscyplin naukowych. Najważniejszymi czynnikami są: interdyscyplinarność oraz praktyczny cel badań i kształcenia.

*Nauka  
o środowisku*

## Problemy środowiskowe

Przedmiotem badań nauki określanej mianem ochrony środowiska są, według przytoczonej wyżej definicji, „problemy wynikające ze związków człowieka ze środowiskiem przyrodniczym”. Z takiego sformułowania wynika, że problemy te są złożone, zawierają bowiem treści natury przyrodniczej i społeczno-ekonomicznej. Van de Laar, wykładowca holenderskich uniwersytetów dokonał podziału problemów środowiskowych na trzy grupy:

*Problemy  
środowiskowe*

① Problemy polityki ekologicznej lub środowiskowej rozwiązywane przede wszystkim za pomocą instrumentów prawnych:

- zakwaszenie środowiska (kwaśne deszcze),
- zmiany klimatyczne (wzrost efektu cieplarnianego),
- naruszenie równowagi środowiska (osuwiska, erozja gleb, powodzie),
- wyczerpywanie się zasobów wodnych,
- eutrofizacja zbiorników wodnych (rzek, jezior i mórz),
- zanieczyszczenia (powietrza, wody i gleby),
- marnowanie zasobów naturalnych (wycinanie lasów),
- odpady (wzrost ilości odpadów komunalnych i przemysłowych).

② Problemy zróżnicowania przestrzennego wynikające z różnej skali geograficznej:

- problemy globalne (ocieplenie klimatu),
- regionalne (różne skutki ocieplenia klimatu),
- lokalne (np. odpady pokopalniane),
- regiony specyficzne (np. zanikanie obszarów bagiennych).

③ Problemy obiektów szczególnie wrażliwych:

- ekosystemy (zmniejszanie się różnorodności biologicznej),
- człowiek (choroby cywilizacyjne),
- funkcjonowanie przyrody (zakłócenie cykli obiegu pierwiastków).

Zgodnie z tym podziałem na grupy to samo zjawisko można analizować w różnych kategoriach. Czasami jest to poszukiwanie metod poprawy złej sytuacji środowiska przez rozważenie konieczności pewnych zmian w aktach prawnych takich, jak na przykład Polityka ekologiczna państwa, lub Ustawa o gospodarce odpadami (Boć i in. 2003). Rozwiązanie innych problemów może wymagać wzięcia pod uwagę pewnej całości, jaką jest na przykład ekosystem, albo wreszcie uwzględnienia skali geograficznej w której problem istnieje.

*Zadania  
ochrony  
środowiska*

Z problemami środowiskowymi wiążą się **główne praktyczne zadania ochrony środowiska**, do których zalicza się:

- redukcję zanieczyszczeń środowiska do poziomu zapewniającego jego naturalną regenerację – oznacza to odpowiednie oczyszczanie gazów, spalin i ścieków, zmniejszenie ilości odpadów (przez ich wtórne wykorzystanie lub kompostowanie), ograniczanie hałasu, itp.
- redukcję zużycia nieodnawialnych surowców oraz materiałów i komponentów, recykling odpadów, odpowiednie przystosowanie produktów do ponownego wprowadzania do obiegu ekologicznego już w momencie ich projektowania i planowania procesów technologicznych,
- utrzymywanie niezabudowanych krajobrazów (ograniczanie terenów rozbudowywanych osiedli, sieci komunikacyjnych, itp.),
- zmniejszenie szkodliwych obciążeń wody, ziemi i żywności poprzez rozwój alternatywnych metod zwalczania szkodników oraz ograniczenie wykorzystania środków chemicznych w rolnictwie.

### **Interdyscyplinarność, metody i umiejętności w ochronie środowiska**

---

Podstawowym założeniem metodologii powinno być podejście interdyscyplinarne. Interdyscyplinarność badań związanych z ochroną środowiska oznacza dobór metod wykorzystywanych przez różne dyscypliny

nauk przyrodniczych, społeczno-ekonomicznych i prawnych wynikający z potrzeby rozwiązania konkretnych problemów (Lonc 1993). Wśród koncepcji i metod badawczych wykorzystywanych w ochronie środowiska można znaleźć zarówno metody stosowane w wielu dyscyplinach, jak i takie, które są narzędziem jednej określonej dyscypliny (Laar van de i in. 1997). Koncepcje interdyscyplinarne dotyczą m.in.:

- różnorodności biologicznej,
- modeli opisowych,
- oddziaływania na środowisko,
- jakości środowiska,
- użytecznej przestrzeni środowiska,
- obiegu materii i przepływu energii,
- rozwoju zrównoważonego,
- normalizacji,
- zróżnicowania przestrzennego.

*Koncepcje  
inter-  
dyscyplinarne*

Metody badawcze to przede wszystkim:

- studia kameralne, studia literatury przedmiotu,
- studium przypadku (ang. *case study*),
- GIS (ang. *Geographical Information System*)– Geograficzne Systemy Informacyjne,
- monitoring środowiska,
- analiza zagrożeń,
- badania scenariuszowe,
- analiza statystyczna,
- analiza chemiczna,
- badania ankietowe.

*Metody  
badawcze*

Cel badań naukowych w ochronie środowiska jest zawsze praktyczny. Chodzi bowiem o „poszukiwanie rozwiązań problemów środowiskowych i zapobieganie tym problemom” (Van de Laar i in. 1997). W omawianym zestawieniu odpowiadają temu narzędzia zarządzania środowiskiem i zawodowe umiejętności absolwentów studiów związanych z ochroną środowiska. Do narzędzi zaliczamy m.in.:

- ocenę oddziaływania na środowisko (ang. *EIA – Environmental Impact Assessment*),
- ocenę cyklu życia produktu (ang. *LCA – Life Cycle Assessment*),
- zintegrowane zezwolenia,
- zintegrowane systemy zarządzania ochrony środowiska,
- analizę kosztów zewnętrznych działań w środowisku.

*Narzędzia  
badawcze*

Najważniejsze zawodowe umiejętności osoby zaangażowanej w ochronę środowiska to:

- Umiejętności zawodowe*
- umiejętność analizowania,
  - samodzielność,
  - umiejętność porozumiewania się (w mowie, piśmie, podczas negocjacji),
  - odporność psychiczna na presję,
  - innowacyjność (umiejętność tworzenia projektów),
  - umiejętności menadżerskie,
  - wytrwałość,
  - znajomość mechanizmów i procedur administracyjnych.

Ochrona środowiska – jako dziedzina nauki i kształcenia – wymaga podejścia interdyscyplinarnego i nastawienia na rozwiązywanie zagadnień praktycznych. Problemy środowiskowe są zawsze złożone, związane z konkretnym obszarem. Ich rozwiązywanie wymaga udziału specjalistów z różnych dziedzin, głównie ekologii, nauk o Ziemi, nauk społeczno-ekonomicznych, prawnych oraz technicznych.

## 4. Historia ochrony środowiska w dokumentach międzynarodowych

### SŁOWA KLUCZOWE:

Raport U Thanta, raporty Klubu Rzymskiego, konferencja sztokholmska, konferencja w Tbilisi, dokumenty Szczytu Ziemi w Rio de Janeiro, Światowy Szczyt Zrównoważonego Rozwoju w Johannesburgu Rio+10, integracja europejska a ochrona środowiska.

### Raport U Thanta

---

Współczesne (czyli dotyczące czasów po II wojnie światowej) zainteresowanie społeczeństw i polityków szeroko rozumianą ekologią i ochroną środowiska zostało spowodowane akcjami kontestacyjnych ruchów młodzieży na Zachodzie w latach 60. XX wieku. W postawie „dzieci kwiatów” (wyrażającej rozczarowanie oraz lęki społeczeństw krajów wysoko rozwiniętych, skupiających uwagę przede wszystkim na zyskach i konsumpcji) mieściły się także negatywne oceny stanu środowiska przyrodniczego. U podstaw rozwoju tych oddolnych (środowiskowych) ruchów ekologicznych leżała świadomość zagrożenia podstawowych wartości egzystencjalnych i społecznych, wynikająca z degradacji środowiska. Mówiąc o kryzysie ekologicznym, zwracano uwagę na: pogarszanie się biologicznej jakości życia człowieka, dyskomfort, choroby cywilizacyjne,

ograniczone możliwości odtwarzania się ekosystemów (co może doprowadzić nawet do zaniku życia na Ziemi), pogłębianie się różnic społeczno-cywilizacyjnych między biednym Południem a bogatą Północą (przyczyna wielu konfliktów zbrojnych).

Widoczne zagrożenia i obawy zostały po raz pierwszy globalnie przedstawione w tzw. raporcie U Thanta. W maju 1969 r. ówczesny sekretarz generalny ONZ U Thant przedstawił opracowanie Rady Społeczno-Ekonomicznej na temat globalnych zagrożeń środowiska i życia człowieka. Dokument ten, pt. *Człowiek i jego środowisko* (ang. *The problems of human environment*) wstrząsnął opinią publiczną. Był szeroko cytowany przez prasę zachodnią i przyczynił się do poważnego potraktowania spraw ochrony środowiska. Terminy: środowisko i ochrona środowiska weszły do powszechnego użytku i zastąpiły wcześniej używany termin ochrona przyrody. Problemy poruszone w dokumencie dotyczyły osiedli ludzkich, złego gospodarowania ziemią, wodą i zasobami przyrodniczymi. Po raz pierwszy też wyraźnie określono, jakie są globalne zagrożenia dla środowiska życia człowieka.

## Raporty Klubu Rzymskiego

Klub Rzymski to prywatne stowarzyszenie zrzeszające około 100 członków – wybitnych uczonych i mężów stanu, wśród których znalazł się znany polski filozof Adam Schaff. Celem działalności Klubu były badania podstawowych problemów ludzkości i prognozowanie losów cywilizacji w XXI wieku. Tak zwane raporty Klubu Rzymskiego obejmują cztery tomy, zatytułowane: *Granice wzrostu* (1972), *Ludzkość w punkcie zwrotnym* (1974), *O nowy ład międzynarodowy* (1976) i *O edukacji w dziedzinie ochrony środowiska* (1979). Szczególny oddźwięk miała publikacja pierwszego raportu pt. *Granice wzrostu* (jego autorami są: Donella H. Meadows, Dennis L. Meadows, Jorgen Randess oraz Wiliam W. Rander III). Mimo że nie wszystkie zawarte prognozy się sprawdziły, jednak raport ten, jak niewiele publikacji o charakterze naukowym miał bardzo duży i długotrwały wpływ na działalność wielu polityków. Opracowany w okresie gospodarczej prosperity państw Zachodu i powszechnej wiary w dogmat wzrostu gospodarczego tekst ten – wskazując na rabunkowy charakter wykorzystania zasobów naturalnych – zachwiał wiarę w zdolność gospodarki do jej nieograniczonego wzrostu. Dzięki tej publikacji udało się także podjąć różnorodne działania korygujące postępowanie polityków.



## Konferencja sztokholmska (w 1972 roku)

*Tylko jedna Ziemia* Konferencja w Sztokholmie, która odbyła się w 1972 roku pod hasłem *Tylko jedna Ziemia* uważana jest dzisiaj za przełomowy moment w procesie powstawania ochrony środowiska jako nauki, a także edukacji ekologicznej. Silny wpływ na przebieg obrad miały idee zawarte w opublikowanym właśnie przez Klub Rzymski raporcie pt. *Granice wzrostu*. Na konferencji doszło do zasadniczego sporu między zachodnimi państwami uprzemysłowionymi i Japonią z jednej strony, a państwami bloku radzieckiego i krajami rozwijającymi się (tzw. Grupa 77) z drugiej strony (przedstawiciele PRL uzasadniali swoją nieobecność solidarnością z niezaproszonymi gośćmi z NRD). Grupa 77 określiła – rozpoznane na Zachodzie – problemy środowiskowe jako wyłączny skutek gospodarki kapitalistycznej, a zachodnie postulaty w zakresie ochrony środowiska uznała za neokolonializm i wysunęła hasło: „najpierw rozwój, potem ochrona środowiska”. Mimo tego ideologiczno-propagandowego sporu konferencja miała trzy ważne następstwa:

- zagadnienia środowiska stały się przedmiotem szerszego zainteresowania rządów większości krajów i pojawiły się jako przedmiot polityki międzynarodowej, podczas obrad określono m.in. zakres odpowiedzialności człowieka wobec przyrody, a więc zakres dopuszczalnej ingerencji, rezultaty obrad udokumentowano zapisem, zgodnie z którym człowiek ma podstawowe prawo do wolności, równości i odpowiednich warunków życia w środowisku a dobra jakość środowiska przyrodniczego pozwala na życie w godności i dobrobycie, dlatego też człowiek ponosi wielką odpowiedzialność za ochronę i polepszanie stanu środowiska zarówno dla obecnych, jak i dla przyszłych pokoleń,
- stała się ona również punktem wyjścia do zorganizowania konferencji na temat osiedli ludzkich (która odbyła się w Vancouver w 1976 roku), rozszerzając wspomniane wyżej zagadnienia na problematykę środowiskową, którą podjęła agenda ONZ pod nazwą UNCHS-HABITAT,
- stała się impulsem do powołania do życia agencji ONZ do spraw środowiska (UNEP), którą zlokalizowano w Nairobi (Kenia).

*UNEP* Działania UNEP-u (ang. *United Nations Environmental Program* – Organizacja Narodów Zjednoczonych ds. Ochrony Środowiska) – obejmują trzy główne dziedziny:

- ocenę stanu środowiska na świecie poprzez system obserwacji (GEMS), światowy bank zasobów (GRID), międzynarodowy system referencyjny (INFOTERRA), międzynarodowy rejestr potencjalnie toksycznych che-

mikaliów (IRPTC) oraz system wczesnego ostrzegania o zagrożeniach środowiska (Earthwatch),

- zarządzanie środowiskiem (badanie ekosystemów, wprowadzanie technologii przyjaznych dla środowiska, ochronę mórz i wybrzeży),
- popieranie i propagowanie informacji o środowisku, szerzenie edukacji ekologicznej itp.

Agencja UNEP wniosła także istotny wkład w przygotowanie i zawarciu szeregu porozumień międzynarodowych dotyczących ochrony środowiska, takich jak:

- Układ Waszyngtoński (1973 rok) w sprawie ochrony gatunków,
- konwencja wiedeńska (1985 rok) w sprawie ochrony warstwy stratosferycznego ozonu,
- protokół montreali (1987 rok) w sprawie zmniejszenia emisji połączeń halogenowęglowych (głównie freonów i halonów) z późniejszymi uzupełnieniami (Londyn 1990 rok i Kopenhaga 1992 rok),
- konwencja ONZ w sprawie ochrony różnorodności biologicznej (część dokumentów powstałych w Rio w 1992 roku).

### Konferencja w Tbilisi

Pod patronatem UNEP-u i UNESCO (Organizacja Narodów Zjednoczonych do spraw Oświaty, Nauki i Kultury) odbyła się też w 1977 roku konferencja w Tbilisi. W raporcie końcowym tej konferencji stwierdzono, że najważniejszym zadaniem jest nauczanie podstaw ekologicznie zrównoważonego użytkowania środowiska i sposobów jego ochrony, a także ukształtowanie nawyków kultury ekologicznej oraz poczucia moralnej i obywatelskiej odpowiedzialności za ochronę dóbr przyrody. Duży nacisk położono również na wdrażanie umiejętności interdyscyplinarnego pojmowania zależności między stanem środowiska a jakością życia jednostki i całego społeczeństwa, a także na kształtowanie międzynarodowej solidarności i współpracy w dziedzinie ochrony środowiska<sup>15</sup>. W latach 80. XX wieku podpisano kolejno trzy protokoły: protokół helsiński (1985 rok) w sprawie zmniejszenia wielkości emisji do atmosfery

*Edukacja  
ekologiczna*

<sup>15</sup> Założenia te znalazły odzwierciedlenie w krajowej ustawie z dnia 31 stycznia 1980 roku *O ochronie i kształtowaniu środowiska*, w której stwierdzono, że szkoły wszystkich szczebli są zobowiązane uwzględnić w programach nauczania edukację ekologiczną. Warto pamiętać, że już ustawa o ochronie przyrody z 1949 roku (gdy nie istniało jeszcze pojęcie edukacji środowiskowej) nakazywała ministrowi oświaty „krzewienie zasad ochrony przyrody na wszystkich szczeblach szkolnictwa i oświaty dorosłych” (art. 2.3).

dwutlenku siarki (SO<sub>2</sub>); protokół montrealcki (1987 rok) w sprawie ograniczenia stosowania substancji zubażających stratosferyczny ozon (O<sub>3</sub>) i protokół sofijcki (1988 rok) w sprawie ograniczenia wielkości emisji do atmosfery ziemskiej tlenków azotu (NO<sub>x</sub>). Po dziesięciu latach, w 1987 roku, zorganizowano w Moskwie konferencję pod hasłem „Myśleć globalnie – działać lokalnie”, często później wykorzystywanym przez działaczy samorządowych oraz organizacje proekologiczne. Tam też zaapelowano o powszechne udostępnianie informacji na temat stanu środowiska oraz o wprowadzenie ochrony środowiska do programów kształcenia uniwersyteckiego. W tym samym roku opublikowano tzw. *Raport Brundtland* pt. *Nasza wspólna przyszłość* (ang. *Our common future*), w którym rozwinięto pojęcie trwałego/zrównoważonego rozwoju (ang. *sustainable development*)<sup>16</sup>. Jego zasady zdefiniowano w trakcie tzw. Szczytu Ziemi w Rio de Janeiro w 1992 roku.

### Dokumenty Szczytu Ziemi w Rio de Janeiro

*Środowisko i rozwój* Konferencję w Rio de Janeiro pt. *Środowisko i rozwój* (ang. *UN Conference on Environment and Development*) pod auspicjami Organizacji Narodów Zjednoczonych (która odbyła się w czerwcu 1992 roku) poprzedziły rozległe prace przygotowawcze, w ramach których wyspecjalizowana agenda UNEP przygotowała obszerny raport pt. *Sytuacja środowiska 1972–1992: ratunek dla naszej planety*. W Szczycie Ziemi wzięło udział 178 prezydentów i premierów, ponad 100 ministrów odpowiedzialnych za sprawy środowiskowe i liczne organizacje pozarządowe (ang. *NGO, non-governmental organization*), zajmujące się różnymi aspektami ochrony środowiska. Wynikiem konferencji – przebiegającej w atmosferze chęci współpracy i rozwiązania globalnych problemów środowiska na drodze rokowań – było ogólne wzmocnienie świadomości potrzeby utrzymania i ochrony zasobów Ziemi, co znalazło odzwierciedlenie w następujących dokumentach:

*Deklaracja z Rio* **Deklaracja w sprawie środowiska i rozwoju** (tzw. **deklaracja z Rio**) zawiera 27 zasad polityki rozwoju i środowiska, które poszczególne państwa – biorąc pod uwagę potrzebę przyszłych pokoleń – powinny uwzględnić w dziedzinie społecznej, gospodarczej, naukowej i prawodawstwie. Deklaracja przyczyniła się do złagodzenia sporów między

<sup>16</sup> Pojęcie *sustainable development* eksperci UNEP-u zaczęli używać w latach 70. XX wieku, w druku pojawiło się w 1980 roku w *World Conservation Strategy*. W tłumaczeniu Światowej Strategii Ochrony Przyrody opublikowanym w 1985 roku przez LOP R. Olaczek użył – prawdopodobnie jako pierwszy w Polsce – terminu trwały rozwój.

państwami uprzemysłowionymi (tzw. Północą) a państwami rozwijającymi się (tzw. Południem). Wyrazem kompromisu było uznanie prawa państw Południa do rozwoju i ustalenie, że kraje uprzemysłowione, jako największy sprawca powstałych dotychczas szkód, muszą ponieść za to główną odpowiedzialność. Deklaracja jest jedynym dokumentem podpisanym przez wszystkie państwa uczestniczące w konferencji.

**Agenda 21** (ang. *Adoption of Agreement on Global Environment and Development*) to siedmuset stronicowy dokument, który zawiera obowiązujący w najbliższym stuleciu kompleksowy, globalny program pożądanych działań w zakresie rozwoju i środowiska w ich wzajemnym powiązaniu. Wzywa on zwłaszcza państwa uprzemysłowione do takiej zmiany polityki w dziedzinie gospodarki, energetyki, komunikacji, rolnictwa i handlu, aby sprzyjały trwałemu (zrównoważonemu) rozwojowi. Do realizacji Agendy 21 powołano specjalną komisję, podporządkowaną Radzie Społeczno-Gospodarczej ONZ (ECOSOC), która składa sprawozdania bezpośrednio Zgromadzeniu Ogólnemu.

Agenda 21

**Konwencja w sprawie klimatu** została podpisana przez 154 państwa oraz członków Unii Europejskiej<sup>17</sup>. Najbardziej istotne postanowienie (zawarte w artykule drugim) żąda od sygnatariuszy „stabilizacji koncentracji gazów powodujących efekt szklarniowy na poziomie, na którym zapobiegnie się niebezpiecznemu zakłóceniu funkcjonowania systemu klimatycznego przez człowieka”. W toku kontrowersyjnych i żmudnych negocjacji poziom ten określono jako stan, który istniał w 1990 roku. Z powodu sprzeciwu Stanów Zjednoczonych nie ustalono żadnej konkretnej daty granicznej osiągnięcia celu (dyskutowano o latach 2005–2010)<sup>18</sup>.

O klimacie

<sup>17</sup> Za efekt obrad Szczytu Ziemi należy uznać Konferencję klimatyczną, która odbyła się z udziałem 159 państw w 1997 roku w Kyoto. Ostatecznie przyjęty (w ogólnym protokole kompromisu przewiduje zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych do roku 2012 o łącznie 5,2%, w tym w Stanach Zjednoczonych o 7%, a w krajach Unii Europejskiej o 8% poziomu z 1990 roku. (jest to znacznie poniżej propozycji UE, która nalegała na 15% redukcję). Zapisy o zmniejszeniu nie zostały jednak ratyfikowane przez poszczególne państwa. Co więcej Stany Zjednoczone nie chcą się zgodzić na żadną redukcję emisji, jeżeli nie obejmie ona jednocześnie krajów rozwijających się. Argumentem jest fakt, że na przykład Chiny zwiększyły emisję CO<sub>2</sub> od 1990 roku o 30%. W tej sytuacji łączna ilość gazów emitowanych do atmosfery (sprzyjających globalnemu ociepleniu) będzie – wprawdzie wolniej – ale nadal rosła. Polska, sygnatariusz porozumienia, nie wykorzystuje przyznanego jej limitu emisji dwutlenku węgla, a nadmiar może „odsprzedać” z chwilą wejścia do UE.

<sup>18</sup> Warto zaznaczyć, że zalecenia z Rio kierowane były głównie do państw uprzemysłowionych: państwa te należące do grupy G-7 (USA, Kanada, Niemcy, W. Brytania, Francja, Japonia i Włochy) i Rosja konsumują połowę energii produkowanej na świecie i emitują 2/5 całości emisji dwutlenku węgla do atmosfery; 80 mln Niemców zużywa więcej zasobów energetycznych i bardziej obciąża środowisko niż 940 mln Hindusów).

**Konwencja w sprawie różnorodności biologicznej** (ang. *biodiversity*), którą to różnorodność określano jako „różnicowanie wszystkich żywych organizmów występujących na Ziemi w ekosystemach lądowych, morskich i słodkowodnych oraz w zespołach ekologicznych, których są częścią; dotyczy to różnorodności w obrębie gatunku, pomiędzy gatunkami oraz różnorodności ekosystemów”. W konwencji (ratyfikowanej przez polski parlament w 1995 roku) omówiono szczegółowo zarówno sposób utrzymania tej różnorodności w formie ochrony *in situ* (w naturalnym środowisku), ochrony *ex situ* (poza środowiskiem), jak również bodźce ekonomiczne i społeczne, badania naukowe i szkolenie, sposoby podnoszenia poziomu wiedzy i świadomości społecznej, ocenę skutków i minimalizowanie negatywnych oddziaływań, dostęp do zasobów genetycznych, technologii oraz ich transfer, wymianę informacji, współpracę naukowo-techniczną, biotechnologie oraz dzielenie się korzyściami z ich zastosowania, środki finansowe (sprawiedliwa i odpowiednia rekompensata dla krajów rozwijających się za korzyści, które wynikają z faktu wykorzystywania genetycznych zasobów flory i fauny).

*Lasy* **Deklaracja w sprawie lasów** – w której stwierdzono (niestety dosyć ogólnikowo), że lasy powinny być użytkowane zgodnie z zasadami ekologii. Do podpisania konwencji w sprawie zagospodarowania, utrzymania i rozwoju lasów, zwłaszcza tropikalnych, nie doszło, głównie z powodu sprzeciwu Indii i Malezji. Tymczasem sprawa jest bardzo poważna, gdyż rocznie karczuje się ok. 150 000 km<sup>2</sup> lasów tropikalnych dla celów rolniczych, co stanowi około 40% powierzchni Niemiec (Jędraszko 1999). Od 1939 r. powierzchnia tych lasów zmniejszyła się o 95% (z 60 mld ha do 3,6 mld ha), w 25 krajach przestały one istnieć całkowicie, a w dalszych 18 krajach zostały wycięte w 95%. W lasach tropikalnych występuje 50–80% wszystkich istniejących gatunków roślin i zwierząt; zniszczenie tych lasów zagraża równowadze biologicznej Ziemi, gdyż spowoduje między innymi zmniejszoną produkcję tlenu (fotosynteza, głównie roślin, jest jedynym źródłem tlenu na Ziemi).

Polska aktywnie uczestniczyła w zorganizowanej przez ONZ konferencji „Środowisko i Rozwój” w Rio de Janeiro. Podpisała jej wszystkie dokumenty końcowe. Realizację wielu zasad, leżących u podstaw tej konferencji, rozpoczęto w Polsce już przed 1992 rokiem. Z przygotowanego według zaleceń Earth Council raportu wynika, że proces wdrażania ekorozwoju w Polsce był najbardziej intensywny przez pięć lat po Szczycie Ziemi. Realizacja Polityki ekologicznej państwa przyjętej przez parlament Rzeczypospolitej Polski już w 1991 roku umożliwia ekorozwój, co jest zbieżne z programem Agendy 21 przyjętym podczas konferencji

w Rio de Janeiro. Program wykonawczy dla polskiej polityki ekologicznej został przyjęty przez sejm w 1995 roku, w tym samym roku sejm podjął także uchwałę w sprawie polityki zrównoważonego rozwoju.

### Światowy Szczyt Zrównoważonego Rozwoju Rio+10 w Johannesburgu

Szczyt w Johannesburgu, zorganizowany we wrześniu 2002 roku był niewątpliwie największym wydarzeniem na forum ONZ w ostatnich kilku latach. Świadczy o tym obecność ponad 60 000 delegatów państw, przedstawicieli organizacji międzynarodowych i pozarządowych, mediów oraz reprezentacji ponad 100 państw i rządów. Oficjalne obrady toczyły się równoległe w formie sesji plenarnych w dniach 2, 3 i 4 września 2002 r., w ramach czterech tzw. okrągłych stołów stanowiących panele dyskusyjne, obradom pierwszego panelu przewodniczył prezydent Rzeczypospolitej Polskiej Aleksander Kwaśniewski. W swoim przemówieniu poruszył następujące zagadnienia:

- zidentyfikował obecne zagrożenia ludzkości i uznał konieczność podjęcia zdecydowanych przeciwdziałań na wszystkich szczeblach: globalnym, regionalnym, krajowym i lokalnym,
- wskazał na pozytywne doświadczenia naszego kraju związane z konwersją długów zagranicznych na inwestycje ekologiczne; ekokonwersja została zarekomendowana jako instrument ekonomiczny mający potencjalnie bardzo duże znaczenie w finansowaniu inwestycji ekologicznych i restrukturyzacji zadłużenia zagranicznego wielu państw świata, w tym przede wszystkim krajów rozwijających się,
- poinformował o dokonanej 22 sierpnia 2002 roku ratyfikacji protokołu z Kioto<sup>19</sup>.

Równoległe do obrad oficjalnych w ramach sesji plenarnej i paneli dyskusyjnych prowadzone były intensywne negocjacje związane z tekstami dokumentów końcowych, czyli planu działania oraz deklaracji politycznej. Podjęto konkretne – planowe – zobowiązania w sferze:

- socjalno-społecznej: do 2015 roku ma być zmniejszona o 50% liczba osób żyjących poniżej granicy ubóstwa, czyli za dolara lub mniej dziennie (wg danych ONZ dotyczy to obecnie ok. jednej szóstej mieszkańców Ziemi, czyli miliarda ludzi, w ogromnej większości obywatele krajów

*Wystąpienie  
Prezydenta RP*

*Plan działania*

<sup>19</sup> Ratyfikacja ze strony Polski w znaczny sposób przybliżyła termin wejścia protokołu w życie. Wystarczy bowiem ratyfikacja przez Federację Rosyjską, aby spełniony został warunek, zgodnie z którym protokół wejdzie w życie po uznaniu przez co najmniej 55 państw.

rozwijających się) oraz o połowę zmniejszona liczba osób bez dostępu do wody pitnej o odpowiedniej jakości i urządzeń sanitarnych (dotyczy to także głównie krajów rozwijających się), do 2020 roku deklaruje się znaczące poprawienie standardu życia co najmniej 100 milionów mieszkańców obecnie istniejących slumsów,

- zasobów naturalnych i ochrony przyrody, różnorodności biologicznej: do 2005 roku mają być opracowane zintegrowane plany gospodarki wodnej, do 2010 roku należy doprowadzić do znacznego osłabienia tempa wymierania rzadkich gatunków fauny i flory, do 2015 roku mają być odnowione w morzach i oceanach zasoby ryb, obecnie znacznie przetrzebione nadmiernymi połowami, do 2020 roku deklaruje się zaprzestanie wytwarzania i stosowania środków chemicznych szkodliwych dla ludzi i środowiska,

- ochrony zdrowia: do roku 2015 ma być zmniejszony o dwie trzecie wskaźnik śmiertelności wśród niemowląt i dzieci oraz o trzy czwarte wskaźnik śmiertelności matek podczas porodu.

Wśród zobowiązań i deklaracji o nieokreślonych limitach czasowych znalazły się następujące postulaty: uznanie dostępności zasobów wody słodkiej za najważniejszy czynnik niezbędny dla zrównoważonego rozwoju, ułatwienie dostępu do tanich odnawialnych źródeł energii (wiatr, słońce), zapewnienie dostępu do opieki zdrowotnej zgodnego z podstawowymi prawami człowieka, wartościami religijnymi i kulturowymi; zapewnienie dostępności lekarstw dla wszystkich potrzebujących, stworzenie dobrowolnego funduszu solidarności na walkę z ubóstwem, ponowienie apelu do krajów bogatych o przeznaczenie minimum 0,7 proc. PKB na pomoc rozwojową dla krajów rozwijających się, uznanie, że proces globalizacji przynosi jednocześnie pozytywne i negatywne efekty (stwarza z jednej strony możliwości wzrostu ekonomicznego, ale z drugiej stawia kraje biedne wobec trudnych wyzwań), uznanie, że dobre zarządzanie jest istotnym warunkiem zrównoważonego rozwoju, apel o zwiększenie wkładu krajów bogatych w ochronę środowiska przyrodniczego, potwierdzenie zasady, że działania na rzecz ochrony środowiska w związku z prawdopodobnym zagrożeniem konieczne są również wtedy, gdy nie ma jednoznacznych dowodów naukowych na istnienie takiego zagrożenia (ang. *precautionary approach*).

*Deklaracje polityczne*

Oprócz przyjętych oficjalnie dokumentów końcowych na uwagę zasługują także inicjatywy zgłoszone przez delegacje poszczególnych państw:

- Unia Europejska będzie rocznie przekazywać krajom rozwijającym się 1,4 mld euro w celu zwiększenia dostępności do wody pitnej odpowiedniej jakości i do urządzeń sanitarnych,

- Stany Zjednoczone i Japonia uruchomią globalny program na rzecz zaopatrzenia w wodę i urządzenia sanitarne ludności niemającej obecnie do nich dostępu (program komplementarny do inicjatywy UE),
- Stany Zjednoczone stopniowo zwiększą pomoc dla krajów rozwijających się (do wartości 5 mld dolarów rocznie) do roku 2005 oraz uruchomią program pomocowy celem przeciwdziałania szerzącej się epidemii AIDS w Afryce.

Na szczególną uwagę zasługuje stanowisko wielu organizacji sektora prywatnego, który coraz większą wagę przykład do praktycznego stosowania zasad zrównoważonego rozwoju. Dowodem było ponad 200 dobrowolnych inicjatyw o różnej skali, zgłoszonych podczas szczytu przez organizacje skupiające zarówno wielkie koncerny i międzynarodowe przedsiębiorstwa, jak też instytucje o charakterze fundacji, instytucje finansowe (na przykład *Business Action for Sustainable Development*, zrzeszający m.in. kilka wielkich korporacji międzynarodowych). Przyjęcie dokumentów końcowych, wbrew temu co możemy usłyszeć w komentarzach większości mediów, niewątpliwie należy uznać za sukces. Powszechnie nagłaśniana kwestia usunięcia zapisów dotyczących konkretnych (docelowych) zobowiązań co do wzrostu udziału energii odnawialnej i zmiany polityki rolnej w krajach rozwiniętych dotyczy jedynie bardzo wąskiego zakresu przyjętego planu działań. Zdaniem ekspertów, daje się zauważyć, że wiele działań automatycznie przerzucono na istniejące już instytucje – agendy ONZ (UNEP, UNDP, WHO, FAO), czy też porozumienia międzynarodowe (tzw. konwencje z Rio, czyli konwencja o różnorodności biologicznej, konwencja klimatyczna oraz konwencja o zwalczaniu pustynnienia) z głęboką wiarą w ich skuteczność. Niestety, obecny system i działanie ONZ są w stanie głębokiego kryzysu. Trudno sobie wyobrazić, aby w aktualnych warunkach, z posiadanymi mandatami działania i istniejącym zapleczem finansowym, agendy te mogły sprostać ambitnym zadaniom, jakie stawia się im w planie działań. Jednocześnie w trakcie negocjacji wyraźnie zauważalna była niechęć do zawarcia jakiegokolwiek porozumienia o koniecznej reformie instytucjonalnej. Pomysł utworzenia kolejnej globalnej instytucji, jaką miałyby być Światowa Organizacja Ekologiczna (*World Environmental Organization*), bez głębokiej reformy obecnego systemu ONZ i globalnego zarządzania środowiskiem, nie spotkał się z aprobatą uczestników szczytu.

**Deklarację z Johannesburga** w sprawie zrównoważonego rozwoju z dnia 4 września 2002 roku cytujemy *in extenso*, aby zapoznać czytelników nie tylko z zawartością merytoryczną, ale także z charakterystycznym językiem i stylem międzynarodowych dokumentów tego typu.



*Deklaracja  
z Johannesburga*

**Czerpiąc z naszego dziedzictwa, działamy dla przyszłości**

1. My, przedstawiciele narodów świata, zgromadzeni na Światowym Szczycie Zrównoważonego Rozwoju w Johannesburgu, w Republice Południowej Afryki, w dniach 2–4 września 2002 roku, potwierdzamy nasze zobowiązanie do działania na rzecz zrównoważonego rozwoju.

2. Zobowiązujemy się do budowania humanitarnego, sprawiedliwego i wrażliwego społeczeństwa globalnego, uznając, że wszyscy ludzie mają prawo do godności.

3. Na początku Szczytu dzieci świata przemówiły do nas prostym, lecz jasnym językiem, mówiąc, iż przyszłość należy do nich i z tego względu domagając się, abyśmy dzięki naszym działaniom pozostawili im świat pozbawiony rzeczy niegodnych i niedopuszczalnych, wynikających z ubóstwa, degradacji środowiska i wzorców niezrównoważonego rozwoju.

4. W reakcji na życzenie tych dzieci, które są naszą wspólną przyszłością, my wszyscy, pochodzący ze wszystkich stron świata, ukształtowani przez różne doświadczenia życiowe, łączymy się i mamy głębokie poczucie pilnej potrzeby tworzenia nowego i lepszego świata pełnego nadziei.

5. Dlatego przyjmujemy na siebie zbiorową odpowiedzialność za dokonanie dalszego postępu w zakresie współzależnych i nawzajem wspierających się filarów zrównoważonego rozwoju – rozwoju gospodarczego, rozwoju społecznego i ochrony środowiska – i ich wzmocnienia na szczeblu lokalnym, krajowym, regionalnym i globalnym.

6. Z tego kontynentu, kolebki ludzkości, deklarujemy, w planie działań i w tej deklaracji, naszą odpowiedzialność wobec siebie nawzajem, wobec szerszej społeczności żywych istot i wobec naszych dzieci.

7. Uznając, że ludzkość stanęła wobec konieczności wyboru drogi, wspólnie decydujemy się podjąć zdecydowane wysiłki, aby pozytywnie zareagować na potrzebę opracowania praktycznego i wyraźnego planu, który powinien doprowadzić do wykorzenienia ubóstwa i rozwoju ludzi.

**Od Sztokholmu poprzez Rio de Janeiro do Johannesburga**

8. Trzydzieści lat temu w Sztokholmie zgodziliśmy się, iż istnieje pilna potrzeba zareagowania na problem pogarszania się stanu środowiska. Dziesięć lat temu, na Konferencji Narodów Zjednoczonych na temat Środowiska i Rozwoju zwołanej w Rio de Janeiro, zgodziliśmy się, iż ochrona środowiska oraz rozwój społeczny i gospodarczy mają fundamentalne znaczenie dla zrównoważonego rozwoju, zgodnie z zasadami przyjętymi w Rio. Aby osiągnąć taki rozwój, przyjęliśmy globalny program Agenda 21 i Deklarację z Rio, a obecnie potwierdzamy zobowiązania do ich realizacji. Szczyt w Rio był znaczącym momentem przelo-

mowym, wytyczającym nowy program działań na rzecz zrównoważonego rozwoju.

9. Między Rio a Johannesburgiem narody świata spotkały się na kilku istotnych konferencjach pod auspicjami Organizacji Narodów Zjednoczonych, m.in. na konferencji w Monterrey w sprawie finansowania rozwoju i na konferencji ministerialnej w Doha. Na konferencjach tych narysowano wszechstronną wizję przyszłości ludzkości.

10. Podczas szczytu w Johannesburgu wiele osiągnęliśmy, doprowadzając do konstruktywnych poszukiwań wspólnej drogi ku światu respektującemu i realizującemu wizję zrównoważonego rozwoju, które będą prowadzone przez bardzo zróżnicowane narody i ludzi o odmiennych poglądach. Konferencja w Johannesburgu potwierdziła również, iż dokonano znaczącego postępu w kierunku osiągnięcia globalnego porozumienia i partnerstwa między wszystkimi narodami naszej planety.

#### **Wyzwania, przed którymi stoimy**

11. Uznajemy, że wykorzenienie ubóstwa, zmiana wzorców konsumpcji i produkcji oraz ochrona i zarządzanie bazą zasobów naturalnych dla rozwoju gospodarczego i społecznego stanowią nadrzędne cele i istotne warunki zrównoważonego rozwoju.

12. Głęboki podział ludzkości na bogatych i biednych oraz coraz większe różnice między krajami rozwiniętymi a rozwijającymi się stanowią poważne zagrożenie dla globalnej pomyślności, bezpieczeństwa i stabilności.

13. W dalszym ciągu cierpi globalne środowisko. W dalszym ciągu zmniejsza się różnorodność biologiczna, zubażane są zasoby ryb, pustynnienie powoduje utratę coraz większej powierzchni żyznych gruntów, widoczne już są negatywne skutki zmian klimatu, coraz częstsze i bardziej niszczycielskie są klęski żywiołowe, kraje rozwijające są coraz mniej odporne, zaś zanieczyszczenie powietrza, wód i mórz w dalszym ciągu pozbawia miliony ludzi możliwości zapewnienia sobie godnego życia.

14. Globalizacja nadała nowy wymiar tym wyzwaniom. Szybka integracja rynków, mobilność kapitału i znaczący wzrost przepływów środków inwestycyjnych na całym świecie stworzyły nowe wyzwania i możliwości realizacji zrównoważonego rozwoju. Jednakże, korzyści i koszty związane z globalizacją nie rozkładają się równomiernie, a kraje rozwijające stają wobec szczególnych trudności w sprostaniu temu wyzwaniu.

15. Grozi nam ugruntowanie tego globalnego zróżnicowania i jeśli nie będziemy działać w sposób fundamentalnie zmieniający nasze życie, kraje ubogie mogą stracić zaufanie do swoich przedstawicieli i ustrojów demokratycznych, których pozostajemy zwolennikami, dostrzegając w słowach swoich przedstawicieli „jeno cymbał i miedź dźwięcząca”.

**Nasze zobowiązanie do realizacji zrównoważonego rozwoju**

16. Jesteśmy zdecydowani dopilnować, aby nasza bogata różnorodność, która jest naszą siłą, została wykorzystana dla konstruktywnego partnerstwa na rzecz zmian i dla osiągnięcia wspólnego celu, jakim jest zrównoważony rozwój.

17. Uznając znaczenie rozwoju ludzkiej solidarności, usilnie zachęcamy do promowania dialogu i współpracy między cywilizacjami i narodami świata, niezależnie od rasy, ułomności, religii, języka, kultury i tradycji.

18. Witamy z zadowoleniem fakt, iż na Szczycie w Johannesburgu skupiono się na niepodzielności godności człowieka, uwzględniając ten problem przy podejmowaniu decyzji ustanawiających poziomy docelowe, harmonogramy i partnerstwa mające na celu szybką poprawę dostępu do podstawowych potrzeb, takich jak czysta woda, urządzenia sanitarne, dostateczne schronienie, energia, ochrona zdrowia, bezpieczeństwo żywności i ochrona różnorodności biologicznej. Jednocześnie będziemy wspólnie działać, pomagając sobie nawzajem w zapewnieniu dostępu do środków finansowych, korzyści z otwarcia rynków, rozwoju potencjału wykonawczego, zastosowaniu nowoczesnej technologii do zapewnienia rozwoju oraz dokładając starań, aby niedorozwój zniknął na zawsze dzięki transferowi technologii, rozwojowi zasobów ludzkich, edukacji i szkoleniom.

19. Potwierdzamy nasze zobowiązanie do skupienia się szczególnie na zasługującej na priorytetowe traktowanie walce z ogólnoswiatowymi czynnikami stanowiącymi poważne zagrożenie dla zrównoważonego rozwoju naszych narodów. Do czynników tych należą: chroniczny głód, niedożywienie, okupacja przez obce siły, konflikty zbrojne, problemy związane z narkotykami, zorganizowana przestępczość, korupcja, klęski żywiołowe, nielegalny handel bronią, przemyt osób, terroryzm, nietolerancja i nawoływanie do nienawiści rasowej, etnicznej, religijnej i innego rodzaju, ksenofobia, choroby zakaźne i chroniczne – zwłaszcza HIV/AIDS, malaria i gruźlica.

20. Zobowiązujemy się uwzględnić prawa i emancypację kobiet oraz równość płci we wszystkich działaniach mieszczących się w zakresie Agendy 21, Milenijnych Celów Rozwoju i Planu Implementacyjnego z Johannesburga.

21. Uznajemy, że w rzeczywistości społeczeństwo globalne posiada instrumenty i środki, dzięki którym może stawić czoło stojącym przed całą ludzkością wyzwaniom związanych z wykorzeniem ubóstwa i zrównoważonym rozwojem. Wspólnie podejmiemy dodatkowe kroki zapewniające wykorzystanie tych dostępnych środków z korzyścią dla ludzkości.

22. W tym zakresie, usilnie zachęcamy kraje rozwinięte, które dotychczas tego nie uczyniły, aby – przyczyniając się do osiągnięcia naszych celów i zamierzeń rozwojowych – uczyniły konkretne wysiłki zmierzające do udzielenia uzgodnionych na szczeblu międzynarodowym poziomów Oficjalnej Pomocy Rozwojowej.

23. Witamy z zadowoleniem i popieramy wyłanianie się silniejszych ugrupowań regionalnych i sojuszy, na przykład Nowego Partnerstwa dla Rozwoju Afryki (NEPAD), przyczyniających się do współpracy regionalnej, poprawy współpracy międzynarodowej i zrównoważonego rozwoju.

24. Będziemy w dalszym ciągu poświęcać szczególną uwagę potrzebom rozwojowym małych wyspiarskich państw rozwijających się i najsłabiej rozwiniętych krajów.

25. Potwierdzamy, mającą znaczenie podstawowe rolę narodów w zrównoważonym rozwoju.

26. Uznajemy, iż zrównoważony rozwój wymaga długofalowej perspektywy i szerokiego udziału społecznego w formułowaniu polityki, podejmowaniu decyzji i ich wdrażaniu na wszystkich szczeblach. Jako partnerzy społeczni będziemy w dalszym ciągu działać na rzecz stabilnego partnerstwa ze wszystkimi głównymi grupami, szanując niezależne, ważne role, jakie wszystkie one odgrywają.

27. Zgadzaamy się, że w czasie prowadzonej przez sektor prywatny uprawnionej działalności jego obowiązkiem, firm zarówno małych, jak i dużych, jest przyczynianie się do ewolucji prowadzącej do sprawiedliwych i zrównoważonych społeczności i społeczeństw.

28. Uzgadniamy również, że udzielimy pomocy umożliwiającej wzrost liczby miejsc pracy przynoszących dochody, uwzględniając postanowienia przyjętej przez Międzynarodową Organizację Pracy (MOP) Deklaracji Podstawowych Zasad i Praw w Miejscu Pracy.

29. Zgadzaamy się, że korporacje sektora prywatnego muszą egzekwować odpowiedzialne postępowanie firm. Powinny to czynić w ramach przejrzystego i stabilnego systemu regulacyjnego.

30. Zobowiązujemy się wzmocnić i usprawnić zarządzanie na wszystkich szczeblach, aby zapewnić skuteczne wdrażanie Agendy 21, Milenijnych Celów Rozwojowych i Planu Działań z Johannesburga.

#### **Potrzeba multilateralizmu w przyszłości**

31. Aby osiągnąć cele zrównoważonego rozwoju, potrzebujemy bardziej skutecznych, demokratycznych i odpowiedzialnych instytucji międzynarodowych i multilateralnych.

32. Potwierdzamy nasze poparcie dla zasad i celów Karty ONZ i prawa międzynarodowego oraz dla wzmocniania multilateralizmu. Popieramy

przywódczą rolę Organizacji Narodów Zjednoczonych jako najbardziej powszechnej i reprezentatywnej organizacji świata, która może najlepiej przyczynić się do zrównoważonego rozwoju.

33. Ponadto zobowiązujemy się do śledzenia w regularnych odstępach czasu postępów w zakresie osiągania ogólnych i cząstkowych celów zrównoważonego rozwoju.

#### **Już zaczęliśmy!**

34. Zgadzamy się, że musi to być proces niewykluczający nikogo, obejmujący wszystkie główne grupy i rządy, które wzięły udział w historycznym Szczycie w Johannesburgu.

35. Zobowiązujemy się, że będziemy działać razem, gdyż łączy nas wspólna zdecydowana wola ocalenia naszej planety, przyczynienia się do rozwoju ludzkości oraz osiągnięcia powszechnej pomyślności i pokoju.

36. Zobowiązujemy się zrealizować Plan Działań z Johannesburga i jak najszybciej osiągać w wyznaczonych terminach zawarte w nim cele społeczno-gospodarcze i ekologiczne.

37. Z kontynentu afrykańskiego, kolebki ludzkości, uroczymy przyrzekamy narodom świata i pokoleniom, które z pewnością odziedziczą tę Ziemię, że będziemy zdecydowanie działać na rzecz spełnienia naszych wspólnej nadziei na zrównoważony rozwój.

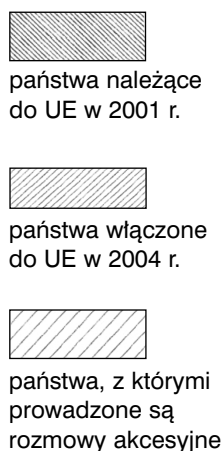
Wyrażamy najgłębsze wyrazy wdzięczności narodowi i rządowi Republiki Afryki Południowej za ich ogromną gościnność i doskonałą organizację Światowego Szczytu Zrównoważonego Rozwoju.

### Integracja europejska a ochrona środowiska

Od momentu przystąpienia naszego kraju do Unii Europejskiej (1 maja 2004 r.) warto pamiętać o powstawaniu Unii i jej oddziaływaniu na kształtowanie prawa i polityki dotyczącej środowiska (ryc. 1.3).

#### *Unia Europejska*

Unia Europejska uznana za unię polityczną, gospodarczą i walutową, powstała w 1993 roku na mocy Traktatu z Maastricht (Holandia), który połączył trzy istniejące poprzednio Wspólnoty: Europejską Wspólnotę Węgla i Stali (powstała w 1951 roku), Europejską Wspólnotę Gospodarczą (1957 rok) i Europejską Wspólnotę Atomową (1967 rok). Traktat rozszerzył kompetencje istniejących poprzednio wspólnot o kwestie sieci transeuropejskich (transportowych, energetycznych i telekomunikacyjnych), polityki przemysłowej, a także w pewnym stopniu naukowej i kulturalnej. Utworzono tzw. fundusz koherencyjny, mający na celu wyrównywanie poziomu gospodarczego między bogatszymi i biedniejszymi



Ryc. 1.3.  
Chronologia Unii Europejskiej

Cypr, Czechy, Estonia, Litwa, Łotwa, Malta, Polska, Słowacja, Słowenia, Węgry (2004)	2000	Wprowadzenie wspólnej waluty (euro) do obrotu (2002) Traktat z Nicei (2001) Początek Unii Walutowej 11 państw
Finlandia, Szwecja, Austria (1995)	1995	Traktat z Amsterdamu (1997)
Hiszpania, Portugalia (1986)	1990	Traktat w Maastricht: – utworzenie Unii Europejskiej (1992) – utworzenie Wspólnoty Europejskiej (1992)
Grecja (1981)	1985	Jednolity Akt Europejski (1987) Inicjatywa w sprawie wspólnego ryнку (1985–1987)
Wielka Brytania, Dania, Irlandia (1973) Francja wycofuje się z aktywnej współpracy z EWG (1964–1967)	1980	Pierwsze bezpośrednie wybory do Parlamentu Europejskiego (1979)
Niemcy, Francja, Beneluks, Włochy (1951)	1970	Umowa w sprawie utworzenia wspólnej Rady Ministrów i Komisji Wspólnot Europejskich (1967)
	1960	Traktat o: – Europejskiej Wspólnocie Gospodarczej (EWG – 1957) – Europejskiej Wspólnocie Atomowej (EURATOM – 1957)
	1950	Traktat o Europejskiej Wspólnocie Węgla i Stali (EWWiS – 6 państw – 1951) Pierwsze idee i inicjatywy tworzenia zjednoczonej Europy

państwami Unii<sup>20</sup>. Poza zakresem kompetencji pozostały – jak na razie – sprawy polityki socjalnej, prawa samorządu komunalnego oraz sportu. Ważnym elementem UE – z punktu widzenia prawa międzynarodowego – są wspólne działania, które mogą dotyczyć jedynie dziedzin jej przekazanych, nie posiada ona *per se* uprawnień do przejmowania na siebie innych kompetencji. Unia jest wspólnotą prawną, czyli posiadającą kompetencje do stanowienia prawa, formami podejmowanych przez nią aktów prawnych są: rozporządzenia, dyrektywy, decyzje oraz zalecenia i opinie. Wydawane przez Unię akty prawne (dotyczące przekazanych jej dziedzin) mają moc obowiązującą wobec państw członkowskich, a po części także wobec obywateli tych państw. Oznacza to, że:

- prawo Unii ma pierwszeństwo przed prawem wewnętrznym państw członkowskich, włączając w to prawo konstytucyjne,
- prawo to nie może być uchylone przez wprowadzane później rozwiązania prawne państw członkowskich,
- wszystkie organy władzy publicznej (ustawodawcze, wykonawcze i sądownicze) oraz organy administracji państwowej są obowiązane do przestrzegania prawa Unii.

*Polityka  
środowiskowa  
Unii*

Początki zainteresowania Wspólnoty Europejskiej polityką środowiska sięgają 1972 roku. Ważnym dokumentem była stworzona później *Zielona Księga w sprawie środowiska w miastach* (opracowana przez Komisję EWG w 1990 roku), w której zawarto sugestie dotyczące polityki rozwoju miast, a zwłaszcza formułowania zasad ich rozwoju i popierania finansowej rewitalizacji. Traktat z Maastricht określił następujące cele wspólnej polityki Unii Europejskiej dotyczące środowiska:

- utrzymanie i ochrona środowiska oraz poprawa jego jakości,
- ochrona zdrowia ludzkiego,
- przezorne i racjonalne wykorzystywanie zasobów naturalnych,
- popieranie działań międzynarodowych zmierzających do opanowania regionalnych i globalnych problemów środowiska.

W strukturze organizacyjnej UE powołano, urzędującego w Brukseli komisarza do spraw środowiska, który odpowiedzialny jest za wydawanie – po przeprowadzeniu odpowiednich uzgodnień – dyrektyw (wytycznych), dotyczących różnorodnych aspektów ochrony środowiska, zachowania naturalnych środowisk wolno żyjących zwierząt oraz roślin. Wytyczne te mają znaczenie dla planowania regionalnego i lokalnego (na przykład w zakresie komunikacyjnym), są obowiązujące dla krajów

<sup>20</sup> Na przykład w latach 1993–1999 przeznaczono ok. 30 mld marek głównie na inwestycje w dziedzinie ochrony środowiska i transportu w Grecji, Portugalii, Hiszpanii i Irlandii (Jędraszko 1999).

członkowskich, a w wypadku ich naruszenia komisarz zaskarża rządy konkretnych państw. Na przykład w latach 1985–1997 UE wydała ponad 200 dyrektyw i zarządzeń dotyczących szeroko rozumianej ochrony środowiska oraz znaczną liczbę przepisów i norm mających skutki prawne dla środowiska. Praktycznym efektem ustaleń są rozmaite normy, dotyczące wielu dziedzin życia i funkcjonowania człowieka począwszy od emisji gazów do atmosfery z zakładów przemysłowych czy z silników samochodowych, emisji gazów (dioksyn) pochodzących ze spalania odpadów, jakości wody do picia, aż po jakość odżywek dla dzieci. W odniesieniu do standardów i norm przyjmowany jest zazwyczaj najniższy wspólny mianownik, a więc norma najłagodniejsza, naruszająca w małym stopniu interesy poszczególnych grup gospodarczych czy państw (zwykle wymienia się tutaj Grecję, Włochy i Wielką Brytanię), a ustalone wartości w zakresie standardów środowiska są zwykle niższe (lub mniej nowoczesne) od osiągniętych na przykład w Niemczech czy krajach skandynawskich (Jędraszko 1999).

Działania UE nie ograniczają się bynajmniej do tworzenia nadrzędnego prawa. Równolegle formułowana jest wspólna polityka (także środowiskowa), a stosowne środki pieniężne przyznawane są państwom członkowskim w drodze dość skomplikowanych procedur – w formie współfinansowania projektów, programów i akcji. Inicjatywy te mają bardzo różnorodny charakter, może to być na przykład międzynarodowa współpraca interregionalna (INTERREG), restrukturyzacja gospodarki w zagłębiach stali i węgla (RECHAR), dywersyfikacja gospodarki obszarów zależnych dotychczas od produkcji zbrojeniowej (KONVER), pomoc dla dzielnic miejskich przejawiających zjawiska kryzysowe (URBAN), działania na rzecz rozwoju lokalnego obszarów wiejskich (LEADER). Przykładami programów z ostatnich lat są LIFE (finansowanie projektów ochrony przyrody i technologii sprzyjających środowisku), ALTERNAR (rozwój produkcji energii ze źródeł odnawialnych), OUVERTURE (współpraca regionów i gmin w Europie Środkowej i Wschodniej), RECITE/SAPIC (współpraca międzyregionalna i transgraniczna). Programy PHARE i SAPARD są przykładem pomocy Unii Europejskiej dla Polski.

W podsumowaniu należy podkreślić znaczenie koordynacyjno-integrującego działania międzynarodowych organizacji, głównie ONZ, na rzecz ochrony środowiska. Skuteczność programów ogranicza sprzeczność między postulatami ekologii i ochrony środowiska a realiami życia większej (głodującej) części ludzkości. Czynnikiem ograniczającym jest przestawienie tradycyjnej gospodarki na proekologiczną są m.in. ubóstwo i zadłużenie ekonomiczne wielu krajów.



## 5. Ruchy proekologiczne na rzecz ochrony środowiska

### SŁOWA KLUCZOWE:

uwarunkowania społeczno-polityczne, Pozarządowe Organizacje Ekologiczne – POE, Liga Ochrony Przyrody, Polski Klub Ekologiczny, ruch ekologiczny.

### Uwarunkowania społeczno-polityczne

---

U podstaw organizacji ekologicznych, które w sposób dynamiczny rozwinęły swoją działalność w zachodnich krajach demokratycznych na przełomie lat 60. i 70. XX wieku, leżała, jak już wspomniano, społeczna (i prasowa) krytyka konsumpcyjnego modelu życia i związanej z tym utraty więzi międzyludzkich. Negatywnie oceniano też tendencje rozwoju cywilizacji (ukształtowanej głównie przez przemysłowe technologie) i zasady nieograniczonego wzrostu gospodarczego, w tym postępu za wszelką cenę. Stopniowo do świadomości publicznej na Zachodzie zaczęła przenikać m.in. kwestia niebezpieczeństw związanych z substancjami i materiałami używanymi w przemyśle, gospodarstwach domowych, a także budownictwie (np. rakotwórczego azbestu). Przyczyniły się do tego katastrofy przemysłowe (Zarzycki 1997). Do największych zaliczany jest wybuch cykloheksanu we Flixborough w Wielkiej Brytanii w 1974 roku, uwolnienie silnie toksycznego gazu (dioksyna)<sup>21</sup> w Seveso we Włoszech w 1976 roku, awaria w Bhopalu w Indiach w 1984 roku (zatrucia metyloizocyjanianem) i wreszcie awaria elektrowni atomowej w Czarnobylu na Ukrainie w 1986 roku (promieniowanie radioaktywne). Wiele formułowanych wówczas poglądów, zwłaszcza pochodzących z kręgów proekologicznych, charakteryzowało się tendencjami do przeceniania niebezpieczeństw. Na kształt prowadzonych początkowo dyskusji bardzo duży wpływ miała zbyt ograniczona wiedza o procesach fizycznych i chemicznych zachodzących na przykład w obszarach skażonych. Nic dziwnego, że wnioski często miały charakter emocjonalny, a czasami irracjonalny (Mastalerz 2000). Ideologię ekologiczną często wykorzystywały także organizacje mające zupełnie inne interesy.

*Katastrofy  
przemysłowe*

*Liga Ochrony  
Przyrody*

Pierwsza w Polsce niezależna grupa zajmująca się ochroną środowiska przyrodniczego – Liga Ochrony Przyrody – powstała już w 1928 ro-

<sup>21</sup> W potocznym znaczeniu dioksynami nazywamy pewne związki chemiczne zawierające chlor. Związki te są niepożądanym produktem ubocznym, powstającym na przykład podczas syntezy niektórych środków chwastobójczych (Wachowski i Kirszensztejn 2002). W przyrodzie jednym z największych źródeł dioksyn są pożary lasów.

ku. Starszą organizacją jest Towarzystwo Opieki nad Zwierzętami (założone w 1864 roku). Nie należy zapominać, że po II wojnie światowej ochrona przyrody i środowiska była uwzględniana także w programach wielu organizacji, m.in. PTTK, ZHP, ZMS, ZMW, Polskiego Towarzystwa Wędkarskiego. Działała również obywatelska Straż Ochrony Przyrody zrzeszająca 50 tysięcy członków. Powstanie Niezależnego Związku Zawodowego „Solidarność” (1980 rok) uaktywniło ruchy społeczne. Urszula Szubert-Zarzeczny (2002) określa rozwój Polski przed rokiem 1989 jako „niewłaściwie ukierunkowany”, gdyż odbywał się w warunkach braku wolnego rynku oraz braku demokratycznego systemu politycznego i społeczeństwa obywatelskiego. W warunkach transformowanej gospodarki postsocjalistycznej rozwój „właściwie ukierunkowany” to proces zapoczątkowany działaniami społeczno-politycznymi o charakterze konstruktywistycznym. Jego celem jest budowa triady wolny rynek, demokracja i społeczeństwo obywatelskie oraz wprowadzenie gospodarki na drogę trwałego rozwoju. Taki rozwój ekonomiczny prowadzi do tzw. serwicyzacji procesów gospodarczych<sup>22</sup>.

*Solidarność 80*

Po stanie wojennym, w końcu lat 80. XX wieku, w miarę narastania społecznego sprzeciwu wobec komunizmu ukształtowało się wiele nieformalnych grup ekologicznych, szczególnie na szczeblu lokalnym. W 1989 roku podczas historycznych obrad Okrągłego Stołu, toczących się między opozycją a rządem komunistycznym poruszono problem ochrony środowiska. Wynegocjowany wówczas program działania dał podstawy Polityki ekologicznej państwa z 1991 roku. W okresie transformacji systemowej w Polsce lat 90. XX wieku ważny był postępujący proces wyraźnych zmian w świadomości wielkich grup społecznych. Ruch ekologiczny, który swą tożsamość kształtował głównie poprzez opór wobec systemu społeczno-politycznego, od 1989 roku wszedł w fazę swobodnego rozwoju w warunkach państwa niepodległego. Od 1990 roku setki organizacji otrzymało wsparcie w postaci szkoleń za granicą, głównie we Francji, w Niemczech i Stanach Zjednoczonych. Z programu PHARE Dialog Społeczny (którego celem było wspieranie organizacji pozarządowych różnych branż) w 1993 roku tylko 4,3% dotacji dotyczyło inicjatyw ekologicznych, dwa lata później było to już ponad 16%. Ten dziesięcioletni okres charakteryzował się, zdaniem Glińskiego (2001), powolnym dojrzywaniem, profesjonalizacją, ale także postępującym wciąż zróżnicowaniem wewnętrznym ruchu ekologicznego. W la-

*Okrągły Stół*

<sup>22</sup> Serwicyzacja procesów gospodarczych przejawia się m.in. we wzroście udziału usług (w tym turystycznych) w wytwarzaniu PKB, w zatrudnianiu oraz wzroście nakładów inwestycyjnych na sferę usług i ich udziału w konsumpcji, co oznacza jakościową zmianę jej struktury.

tach 1989–1995 ruch rozrósł się ze 135 do ponad 700 grup i organizacji (ryc. 1.4). Ogólnopolskie Spotkanie Ruchu Ekologicznego, które od-



Ryc. 1.4. Logo Polskiego Towarzystwa Ochrony Przyrody „Salamandra”, organizacji powstałej w 1993 roku na kanwie ruchu studenckiego (wg Kowalskiego, 2003).

było się w Spale w 1997 roku i protest na Górze św. Anny przeciw budowie autostrady (w 1998 roku) to ostatnie głośne proekologiczne wydarzenia o stosunkowo dużym poparciu społecznym.

### Pozarządowe Organizacje Ekologiczne – POE

#### *Pozarządowe Organizacje Ekologiczne*

Sfera współpracy administracji publicznej z ekologicznymi organizacjami nierządowymi, podobnie jak z innymi, nie doczekała się jeszcze uporządkowania w formie jednolitych ustawowych ram prawnych. Ważnym krokiem w rozwijaniu współpracy administracji rządowej z organizacjami ekologicznymi była deklaracja Ministerstwa Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z 1998 roku, w której resort uznał Pozarządowe Organizacje Ekologiczne (POE), czyli „wszystkie formalne i nieformalne grupy obywateli powstałe w wyniku społecznych inicjatyw proekologicznych – niezależnie od zajmowanych przez nie stanowisk, czy to w sprawach generalnych czy szczegółowych, za swojego naturalnego sojusznika i partnera w działaniach na rzecz ochrony środowiska zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju” (<http://www.mos.gov.pl/poe>). Na szczeblu centralnym przedstawiciele POE mają zapewnione miejsce także w komitetach odpowiedzialnych za strategię wykorzystania środków pomocowych Unii Europejskiej w ramach programów ISPA oraz SAPARD (mających duże znaczenie dla ochrony środowiska). W sejmie najintensywniejsze kontakty z organizacjami ekologicznymi ma Komisja Ochrony Środowiska Zasobów Naturalnych i Leśnictwa, która zajmuje się wszystkimi projektami ustaw kierowanymi do łaski marszałkowskiej, dotyczącymi ochrony środowiska i zrównoważonego rozwoju.

Dostęp do środków publicznych POE gwarantuje Konstytucja Rzeczypospolitej Polskiej. Zgodnie z art. 74, ust. 4 „władze publiczne wspierają działania obywateli na rzecz ochrony i poprawy środowiska”. Do wsparcia POE zobowiązują rząd także postanowienia międzynarodowych dokumentów respektowanych przez Polskę, na przykład Agenda 21. W dziale III w rozdziale 27 pt. *Umacnianie roli organizacji pozarządowych – partnerów w działaniu na rzecz trwałego i zrównoważonego rozwoju* zob-

wiązuje się rządy do partnerskiego traktowania POE, utrzymywania ich niezależności, tworzenia mechanizmów i procedur współdziałania, efektywnego wspierania (w tym finansowego), umożliwiania im rzeczywistego wpływu na tworzenie polityk i programów.

Szacuje się, że w Polsce ponad 170 organizacji (spośród kilkuset) skorzystało z dotacji instytucji administracji publicznej wszystkich szczebli (Kozakiewicz 2001). Największą rolę w finansowaniu działalności statutowej POE w latach 1994–1999 odegrały jednak instytucje rządowe: Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, Ministerstwo Środowiska (w ramach budżetu na edukację ekologiczną) oraz fundacje: Ekofundusz i Partnerstwo dla Środowiska, Regionalne Centrum Ekologiczne na Europę Środkową i Wschodnią a także Program Małych Dotacji (ang. *Global Environment Facility* wprowadzony w 1992 roku przez UNDP – Program Narodów Zjednoczonych do spraw Rozwoju).

Z punktu widzenia genezy krajowych (tak jak i światowych) organizacji proekologicznych można ogólnie wyróżnić dwa typy tego rodzaju ugrupowań:

- duże organizacje o trwałym charakterze, często koncentrujące się na wybranych zagadnieniach, na przykład Liga Ochrony Przyrody, Polski Klub Ekologiczny, Pracownia na Rzecz Wszystkich Istot, EKOLAND, Fundacja Nasza Ziemia,
- tworzone w wyniku oddolnej inicjatywy organizacje i ruchy ekologiczne (stowarzyszenia, fundacje), których dokładna liczba nie jest znana (szacunkowo w Polsce istnieje ich ok. 1200).

### Liga Ochrony Przyrody

Liga Ochrony Przyrody (LOP) została utworzona w 1928 roku i zgodnie ze statutem kształci i wychowuje w duchu poszanowania dla środowiska przyrodniczego, popularyzuje wiedzę, pomnaża zasoby przyrody, sprawuje społeczną kontrolę, przeciwdziała degradacji środowiska, inicjuje i organizuje czyny społeczne. Zrzesza ok. 7 mln członków (głównie młodzieży) na terenie całego kraju. Podstawową jednostką organizacyjną jest koło lub klub, w poszczególnych województwach działają okręgowe zarządy LOP. W 1993 roku, przy Zarządzie Głównym, powstał Powszechny Uniwersytet Wiedzy Ekologicznej z filiami w Warszawie, Bielsku-Białej i Piotrkowie Trybunalskim. Ważną funkcję w działalności edukacyjnej i popularizatorskiej LOP-u spełniają jej wydawnictwa („Przyroda Polska”, „Biuletyn Organizacyjny LOP” oraz inne publikacje, np. plansze roślin i zwierząt chronionych w Polsce).

## Polski Klub Ekologiczny

---

*PKE* Polski Klub Ekologiczny (PKE) jest ogólnopolską organizacją pozarządową, istniejąca od 1981 roku, której misją jest promowanie zrównoważonego rozwoju jako podstawy polityki społeczno-gospodarczej Polski. Jednym z głównych celów działania PKE jest poprawa stanu środowiska naturalnego w naszym kraju oraz kształtowanie w społeczeństwie świadomości, że jakość życia zależy od racjonalnego gospodarowania zasobami naturalnymi i zachowania równowagi między środowiskiem a rozwojem cywilizacji. Jest stowarzyszeniem zarejestrowanym i posiada osobowość prawną. Skupia ekspertów z poszczególnych dziedzin ochrony środowiska, a także osoby (zwykle z wyższym wykształceniem) zainteresowane ochroną i kształtowaniem środowiska przyrodniczego i kulturowego człowieka zgodnie z zasadami ekorozwoju. Polski Klub Ekologiczny jest organizacją składającą się z 16 okręgów regionalnych i kilkudziesięciu lokalnych kół, zrzesza około 3500 członków. Zarząd Główny PKE znajduje się w Krakowie.

Pozostałe organizacje ekologiczne (działające w całej Polsce praktycznie we wszystkich sferach związanych z ochroną środowiska) są bardzo zróżnicowane: od małych, tworzonych z potrzeby serca grup nieformalnych, przez stowarzyszenia i fundacje (działające na poziomie gminy czy powiatu) aż po duże ogólnopolskie sieci organizacji<sup>23</sup>. Należy do nich Polska Zielona Sieć, która wspiera ruch ekologiczny i realizuje własne projekty, podobnie jak Fundacja Wspierania Inicjatyw Ekologicznych, Biuro Obsługi Ruchu Ekologicznego (BORE). W połowie 1998 roku swoją działalność w Warszawie zainaugurowało Biuro Wspierania Lobbyingu Ekologicznego, które zrzesza 25 ogólnopolskich organizacji ekologicznych.

## Ruch ekologiczny

---

Polski ruch ekologiczny wciąż nie jest zdolny do bezpośrednich działań w sferze politycznej, podejmowanych przez wiele tego typu organizacji

---

<sup>23</sup> Na stronach internetowych Ministerstwa Środowiska można znaleźć informacje na temat następujących organizacji POE: Biuro Wspierania Lobbyingu Ekologicznego, Dolnośląska Fundacja Ekorozwoju, Eko Idea, Europejskie Centrum Rolnictwa Ekologicznego i Turystyki (ECEAT-Poland), Federacja Zielonych Gaja, Federacja Zielonych – Warszawa, Franciszkański Ruch Ekologiczny, Fundacja Karkonoska, Fundacja im. Nowickiego (organizatorzy konkursu na najlepszych absolwentów wyższych uczelni w dziedzinie ochrony środowiska), Fundacja Nasza Ziemia, Klub Turystyki Górskiej i Ekologicznej „Turnia” Oddział PTTK w Żyrardowie.

na Zachodzie. Znana organizacja *Greenpeace* jest się członkiem obserwatorem ONZ już od 1978 roku. W Niemczech Partia Zielonych (niem. *Partei der Grünen*) po dość długim okresie aktywnej działalności na scenie politycznej weszła po raz pierwszy do Bundestagu w 1982 roku i odegrała podstawową rolę w dziedzinie kształtowania polityki środowiska, w której obecnie dominują trzy koncepcje (Jędraszko 1999):

- strategia minimalizacji, czyli drastycznego obniżenia zużycia zasobów za pomocą „rewolucji wydajnościowej” i ekologicznej reformy systemu podatkowego,
- strategia „ścieżki wiodącej” opartej na kryterium „trwałości”, które obejmowałoby aspekty ekologiczne, ekonomiczne i społeczne),
- koncepcja korytarzowa (ograniczeniem dla gospodarki byłoby określanie granicznych wielkości absorpcji zanieczyszczeń wody, gleby i powietrza).

Od kilku lat propagowana jest w niemieckich środkach masowego przekazu zaliczana do strategii minimalizacji koncepcja kompleksowej, globalnej przebudowy gospodarki i równoległej zmiany modelu życia, określana jako „współczynnik cztery” (niem. *Faktor vier*). Chodzi o zmniejszenie o połowę zużycia zasobów przyrody przy zasadniczym wzroście ich wykorzystania co ma jednocześnie prowadzić do podwojenia dobrobytu i jakości życia. W uproszczeniu chodzi o czterokrotne zwiększenie efektywności wykorzystania zasobów na przykład z jednej tony ropy.

Największa z polskich proekologicznych organizacji politycznych – Forum Ekologiczne Unii Wolności – liczy zaledwie ok. 400 członków. Jest to jedyny polski członek Europejskiej Federacji Partii Zielonych. Kilka pozostałych (tzw. Zieloni RP, Polska Unia Ekologiczna) odgrywa jeszcze mniejszą rolę. Z przeprowadzonych przez Skrzypca (2001) badań dotyczących obywatelskiej aktywności w zakresie ochrony środowiska wynika bardzo zróżnicowany (wyspowy) charakter inicjatyw ekologicznych podejmowanych na terenie kraju. Średnia liczba organizacji przypadających na 1 mln mieszkańców w Polsce w 2000 roku wynosiła ok. 20 (najwięcej – bo aż 33 w województwie mazowieckim, najmniej w lubuskim – 12). Średnia krajowa liczba inicjatyw wynosiła zaledwie ok. 30 (wahała się od 52 w województwie pomorskim do 11 w warmińsko-mazurskim)<sup>24</sup>.

<sup>24</sup> Informacje pochodzą z Katalogu Pozarządowych Inicjatyw Ekologicznych (aktualizowanego w 2000 roku przez Ogólnopolskie Towarzystwo Zagospodarowania Odpadów 3R Kraków i Towarzystwo na Rzecz Ziemi Oświęcim), w którym znalazło się 675 podmiotów oraz Kalendarium imprez ekologicznych z 2000 roku, opublikowany przez Ministerstwo Środowiska (zgłaszanych głównie przez Stowarzyszenie Inżynierów i Techników, NOT, niektóre oddziały PTTK i LOP, hufce ZHP oraz szkolne koła ekologiczne).

*Organizacje ekologiczne – aktywność*

W całym kraju zidentyfikowano wprawdzie aż 782 organizacje ekologiczne, ale tylko połowa z nich była aktywna (średnio 49 w województwie). Województwo dolnośląskie, podobnie jak łódzkie, małopolskie i pomorskie, znalazło się powyżej średniej krajowej. Optymizmem nie napawa jednak aktywność obywatelska, np. w województwie dolnośląskim w większości powiatów (ośmiu z jedenastu) nie znaleziono żadnej organizacji ekologicznej. Łącznie we wszystkich 16 województwach zrealizowano 1139 inicjatyw, które dotyczyły sześciu głównych kategorii działania:

- agroturystyka, rolnictwo ekologiczne,
- gospodarka energią, odpadami i wodą, jakość powietrza, ochrona przed hałasem,
- lasy, ochrona przyrody, stan zieleni,
- ochrona gatunkowa,
- ochrona środowiska (ogólnie),
- przestrzenne formy ochrony.

Najczęściej stosowanymi formami realizacji tych zadań były: akcje, kampanie, rozwiązywanie konfliktów, edukacja, nauka i szkolenia, Dzień Ziemi, Sprzątanie Świata, imprezy, obchody, targi, wystawy, wykłady, konkursy, olimpiady, ulepszanie infrastruktury branży, inwestycje i reaturyzacje, monitoring środowiskowy.

Na terenie Dolnego Śląska, gdzie odnotowano 63 organizacje i 66 inicjatyw w 2000 roku, najczęściej podejmowano działania ogólne w zakresie ochrony środowiska (25,1%), gospodarki odpadami (18,3%), ochrony gatunkowej i przestrzennych form ochrony (14,4%), sporadycznie (poniżej 1%) akcje te dotyczyły gospodarki przestrzenią, praw zwierząt, rolnictwa ekologicznego. Brakuje natomiast aktywności zorientowanej na ochronę lasów, zadrzewianie, zalesianie i stan zieleni. W grupie aktywnych znalazły się powiaty: jeleniogórski i kamiennogórski, wrocławski i oławski, a także świdnicki (do najmniej aktywnych należały: bolesławiecki, dzierzoniowski, jaworski, milicki, oleśnicki, polkowicki, strzeliński, trzebnicki i zlotoryjski).

W podsumowaniu można stwierdzić, że problemy gospodarcze w latach 90. XX wieku odwróciły nieco uwagę społeczeństwa od spraw ochrony środowiska. Wielkość i znaczenie ruchu ekologicznego zmniejszyła się drastycznie w porównaniu z aktywnością z przełomu lat 80. i 90. Choć nadal istnieje wiele organizacji pozarządowych, utworzonych w końcu lat 80. liczba ich członków jest stosunkowo mała. Ruch ekologiczny oraz organy powołane do spraw ochrony środowiska, zarówno na szczeblu krajowym, jak i lokalnym, walczą o uzyskanie wpływu na decyzje kształtujące gospodarkę.

### Pytania i zagadnienia

1. Wyjaśnij, czym różni się ekologia jako dziedzina nauk biologicznych od ochrony środowiska.
2. Wymień etapy postępowania badawczego, prowadzącego od obserwacji w naturze do sformułowania prawidłowości.
3. Co to są, podaj przykłady, problemy środowiskowe?
4. Na czym polega postępowanie zgodne z etyką ekologiczną?
5. Omów trzy, twoim zdaniem najważniejsze, dokumenty związane z ochroną środowiska.

### Literatura uzupełniająca

- Kalinowska A., 2002, *Ekologia – wybór na Nowe Stulecie*, Agencja Reklamowo-Wydawnicza A. Grzegorzczak, Warszawa.
- Olaczek R., 1999, *Słownik szkolny. Ochrona przyrody i środowiska*, Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa.
- Stefanowicz T., 1996, *Wstęp do ekologii i ochrony środowiska*, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań.



---

# Elementy środowiska i czynniki ekologiczne

---

## BLOKI TEMATYCZNE

1. Środowisko przyrodnicze – elementy i zależności.
3. Czynniki ekologiczne.
4. Antropopresja.
5. Stres biologiczny.

### SŁOWA KLUCZOWE:

1. elementy i czynniki środowiska przyrodniczego, związki i prawidłowości, czasy środowiska przyrodniczego, regiony środowiska przyrodniczego,
2. wymagania ekologiczne i adaptacje, czynniki klimatyczne, czynniki edaficzne, czynniki biotyczne,
3. oddziaływania antropogeniczne,
4. tolerancja ekologiczna, termotolerancja, ekotypy.

## 1. Środowisko przyrodnicze – elementy i zależności

### SŁOWA KLUCZOWE:

elementy i czynniki środowiska przyrodniczego, związki i prawidłowości, czasy środowiska przyrodniczego, regiony środowiska przyrodniczego.

Z pierwszego rozdziału (*Koncepcje ekologii i ochrony środowiska*) dowiedzieliśmy się, że termin środowisko jest ściśle związany z ekologią, ale problematyką pokrewną zajmują się też inne dyscypliny naukowe, w tym nauki o Ziemi (geografia, geologia) oraz nowe dziedziny nauki i dyscypliny praktyczne związane z ochroną środowiska (ochrona środowiska, inżynieria środowiska, kształtowanie środowiska, ekonomia środowiska lub ekonomia ekologiczna). Termin środowisko ma także szerokie zastosowanie w prawie, polityce i działaniach społeczno-gospodarczych. To szerokie zastosowanie spowodowało, że ma on różny zakres – od „szerokiego, niemal tożsamego z pojęciem przyroda” do wąskiego i kryjącego zupełnie inną treść „środowiska miejskiego” (Olaczek 1999).

### Elementy i czynniki środowiska przyrodniczego

#### *Elementy środowiska przyrodniczego*

W geografii mówi się o składnikach, elementach bądź geosferach środowiska przyrodniczego lub o czynnikach środowiska. Funkcjonowanie tych wielu terminów odzwierciedla głębsze różnice w podejściu i celach badawczych. Spróbujmy je wyjaśnić na przykładzie rozróżnienia, jakiego dokonujemy, nazywając części składowe środowiska przyrodniczego elementami albo czynnikami. O elementach mówimy, gdy środowisko przyrodnicze traktujemy jako pewną całość powiązanych ze sobą części, nie skupiając jednak uwagi ani – jak to czyni ekologia – na związkach organizmów żywych ze środowiskiem, ani też – jak to czyni geoekologia lub geografia krajobrazu – na związkach występujących między poszczególnymi elementami. W tym wypadku mamy bowiem zamiar poznać strukturę i ewolucję tej całości lub poszczególnych jej części. Jej badaniem zajmuje się geografia fizyczna, której cel zdefiniował między innymi Stanisław Kalesnik (1964) następująco: „mówiąc o powierzchni Ziemi jako o obiekcie swojej nauki, geograf fizyczny ma na widoku nie po prostu powierzchnię fizyczną lub matematyczną, ale stanowiący wewnętrzną całość system materialny, odrębną powłokę ziemską, różniącą się od innych powłok planety największą złożonością swego składu i budowy. Ten system materialny w każdym momencie przedstawia od stro-

ny zewnętrznej pewien zespół rzeźby litosfery, jej budowy geologicznej i kompleksów litologicznych, mas wodnych i powietrznych, pokrywy glebowej i świata organicznego w szerokim znaczeniu tego słowa”. Opisu-  
 sując powierzchnię Ziemi, używano też innych określeń: geosfera (Armand 1980), epigeosfera (Kondracki, Richling 1983) powłoka ziem-  
 ska (Flis 1986), powłoka krajobrazowa (Kalesnik 1964), krajobraz, geosystem (Richling, Solon 1994). Klasycy geografii lub geografii fizycznej dla zdefiniowania przedmiotu swoich badań posługiwali się prostszymi, ale czasami mniej precyzyjnymi terminami: przyroda ziem-  
 ska (Humboldt 1845), Ziemia (Ritter 1818) powierzchnia ziem-  
 ska (Richthofen 1883), kraje badane z punktu widzenia rozmieszczenia przestrzennego przed-  
 miotów i zjawisk (Hettner 1927), czy po prostu rozmieszczenie na po-  
 wierzchni Ziemi zjawisk fizycznych, biologicznych i związanych z dzia-  
 łalnością człowieka, a także przyczyny tego rozmieszczenia (de Martonne 1925). W celach badawczych geografii (a później subdyscyplin geografii zajmujących się poszczególnymi sferami: klimatologia – atmosferą, geo-  
 morfologia – procesami rzeźbotwórczymi, hydrografia i hydrologia – wo-  
 dami powierzchniowymi i podziemnymi, biogeografia – światem roślin i zwierząt) na pierwszym planie znalazło się poznanie procesów trwają-  
 cych ciągle i już zakończonych, dzięki którym można zrozumieć współ-  
 czesne zróżnicowanie środowiska przyrodniczego Ziemi. Klasyfikacje i podziały regionalne dokonywane były najczęściej po to, by poznać i wy-  
 odrębnić genezę poszczególnych typów i jednostek przestrzennych.

*Środowisko  
 przyrodnicze  
 w geografii*

### Związki i prawidłowości

Terminu czynniki używamy, gdy chcemy podkreślić, że na elementy pa-  
 trzymy z punktu widzenia warunków, jakie stwarzają one dla organi-  
 zmów żywych, w tym człowieka z jego aktywnością (Olaczek 1999), lub  
 szerzej – gdy rozpatrujemy wzajemne powiązania między elementami  
 środowiska przyrodniczego. Istnieją w geografii fizycznej podziały ele-  
 mentów środowiska przyrodniczego, które odzwierciedlają układ hierar-  
 chiczny tych elementów pod względem związków i prawidłowości wy-  
 stępujących między poszczególnymi składowymi środowiska, dzielących  
 je na czynniki przewodnie i wiedzione.

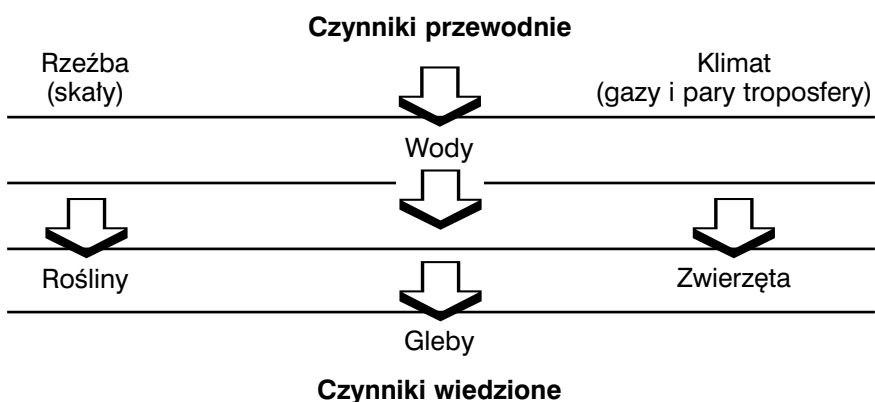
*Czynniki  
 środowiska  
 przyrodniczego*

Czynniki przewodnie to takie, które silnie wpływają na pozostałe, sa-  
 me zaś w niewielkim stopniu ulegają ich oddziaływaniu, natomiast czyn-  
 niki wiedzione silnie zależą od czynników przewodnich. Spośród wielu  
 istniejących w literaturze schematów zależności pomiędzy elementami  
 środowiska przyrodniczego, pokazany na ryc. 2.1 schemat jest najbar-

*Czynniki  
 przewodnie*

*Zależności  
między  
elementami*

dzień uproszczony, ma to służyć uwidocznieniu najważniejszych zależności. Wiadomo przecież, że w rzeczywistości zależności są bardziej złożone i najczęściej dwukierunkowe. Na przykład gleby żyzne lub ubogie, kwaśne lub węglanowe nie tylko wpływają na charakter pokrywy roślinnej, ale też same podlegają przekształceniu przez roślinność. Zależności mogą też mieć charakter sprzężeń zwrotnych dodatnich (na przykład w układzie pokrywa śnieżna – albedo – temperatura powietrza), lub ujemnych (gdy procesy zmian jednego czynnika wywołują osłabienie zmian drugiego). Ale nawet, gdy nie jest to najbardziej złożony typ zależności, czyli sprzężenie zwrotne, to z reguły obserwujemy cały łańcuch powiązań bardziej lub mniej bezpośrednich i pośrednich, zachodzących na różnych poziomach organizacji materii. Toteż nasze stwierdzenia o zależnościach występujących między składnikami środowiska przyrodniczego lub ich cechami są związane z większymi lub mniejszymi uogólnieniami.



Ryc. 2.1. Hierarchia czynników środowiska przyrodniczego (wg Armanda 1980).

Gleboznawcy dzielą na przykład właściwości fizyczne gleb na cechy podstawowe (pierwotne) i cechy wtórne (funkcjonalne), uzależnione od pierwotnych. Do właściwości pierwotnych należą: ciężar właściwy, ciężar objętościowy, porowatość, zwięzłość i pulchność, plastyczność, lepkość, pęczliwość i kurczliwość. Do wtórnych, a jednocześnie bardziej zagregowanych cech, zaliczane są właściwości wodne gleb (na przykład pojemność wodna i przepuszczalność), powietrzne (na przykład pojemność powietrzna) i ciepłne (na przykład przewodnictwo ciepłne). Jeśli glebę rozpatrujemy jako właściwość określonego fragmentu powierzchni Ziemi, to wtedy podstawową cechą gleby, od której zależą wymienione

wcześniej cechy pierwotne i wtórne, jest jej skład mechaniczny, czyli procentowa zawartość różnych frakcji glebowych (np. piasku, pyłu lub ilu) w mineralnej, stałej fazie gleby (Uggla 1979). Ten przykład powiązań istniejących między jedną tylko grupą właściwości fizycznych gleby uzmysławia trudności na jakie napotykamy, chcąc dokonać hierarchizacji elementów składowych środowiska przyrodniczego.

Ważne, aby wyraźnie sprecyzować cel hierarchizacji, inaczej mówiąc – należy umieścić rozważania w kontekście określonego celu badawczego, który z kolei przesądza o właściwym dla tego celu podejściu metodologicznym. Gdy celem tym jest na przykład poznanie najważniejszych właściwości z punktu widzenia genezy gleb, to hierarchizacja wskaże te właściwości, które, we współdziałaniu, prowadzą do powstania różnych typów gleb. Najważniejsze wtedy są: żyzność (czyli bilans dostępnych dla roślin składników odżywczych), skład mechaniczny, struktura, składniki organiczne, stosunki wodne i powietrzne oraz profil gleby (Trewartha i in. 1977). Jeśli celem badawczym jest klasyfikacja gleb pod względem ich produktywności, wówczas poszukujemy takiej cechy, która w największym stopniu jest skorelowana z plonowaniem roślin uprawnych. Taką cechą gleb w warunkach klimatycznych Polski jest zawartość najdrobniejszej frakcji (części siałwalne) (Truszkowska 1972).

Wspomnieć też trzeba o istniejących kontrowersjach wokół hierarchii czynników środowiska przyrodniczego. Dotyczą one najczęściej umiejscowienia w niej klimatu oraz budowy geologicznej wraz z rzeźbą powierzchni Ziemi. Według jednej grupy poglądów przewodnią rolę odgrywa podłoże skalne, gdyż jest ono „najbardziej konserwatywne” i najmniej podatne na zmiany, które w warunkach naturalnych wymagają bardzo długiego czasu (Sołncew 1965, ryc. 2.2).

*Hierarchia  
czynników  
środowiska  
przyrodniczego*



Ryc. 2.2. Hierarchia czynników środowiska przyrodniczego (wg Sołncewa 1965).

Istnieje jednak grupa naukowców, którzy są zwolennikami tezy, że szczególne znaczenie ma klimat. Według nich w studiach regionalnych klimat należy usytuować na zewnątrz systemu pozostałych składowych krajobrazu, ponieważ wpływa on modyfikująco na większość elementów i sam podlega ich wpływom (Starkel 1978). Jak widać, różnice poglądów na temat hierarchii czynników środowiska przyrodniczego wynikają z tego, że zależności mogą być rozpatrywane na różnym poziomie ogólności oraz w różnej skali czasowej i przestrzennej.

### Czasy środowiska przyrodniczego

*Skale czasowe* Problem skali czasowej, do jakiej odnosimy nasze stwierdzenia o znaczeniu poszczególnych czynników środowiska przyrodniczego, jest złożony. Możemy mówić o „różnych czasach” elementów środowiska przyrodniczego (*Les Temps de l'environnement* 1997), ponieważ niemal każdy wzięty z osobna proces zachodzący w środowisku przyrodniczym ma swoją skalę czasową. Na przykład na powstanie krajobrazu wąwozów lessowych wystarczy tysiąc lat, tempo zmian doliny roztokowej w dolinę rzeki meandrującej jest wolniejsze i odbywa się w cyklu glacialno-interglacialnym, trwającym dziesiątki tysięcy lat (Kozarski 1986), orogenezy, w czasie których powstają łańcuchy górskie, trwają miliony lat, a przy tym zdarzają się co kilkaset milionów lat. Są też procesy gwałtowne i krótkotrwałe, jak na przykład obrywy skalne, osuwiska, trzęsienia ziemi, czy wybuchy wulkanów. „Najbardziej konserwatywny”, jak twierdzą niektórzy, element środowiska przyrodniczego nie jest w istocie tak trwały i niezmienny, jak się na pierwszy rzut oka wydaje. Badania geomorfologów pokazały też, że największe skutki zewnętrznych procesów rzeźbotwórczych, zarówno sekularnych (na przykład ługowanie, transport zawiesiny), jak i periodycznych (na przykład spłukiwanie) i epizodycznych (na przykład obrywanie, erozja) obserwuje się w czasie ekstremalnych zjawisk meteorologicznych (Starkel 1986). Przytoczony przykład pokazuje nie tylko różną skalę czasową, ale także wzajemne uwikłanie procesów zaliczanych do różnych elementów środowiska przyrodniczego. To, czy uznamy rzeźbę powierzchni Ziemi za najbardziej konserwatywny element środowiska przyrodniczego, zależy zatem od horyzontu czasowego, w jakim rozpatrujemy zjawiska rzeźbotwórcze.

Z kolei elementem, który zgodnie z codziennymi doświadczeniami wydaje się nam najbardziej zmienny, jest klimat, gdyż zmiany pogody w naszej strefie klimatycznej rzeczywiście są duże, zarówno w skali roku, jak i z dnia na dzień. W innych strefach klimatycznych pogoda jest bar-

dziej stabilna. Na przykład kraje śródziemnomorskie dlatego cieszą się takim powodzeniem wśród turystów, że na ogół jest tam w lecie gwarantowana słoneczna pogoda. Pogoda to jednak nie to samo co klimat. Klimatem nazywamy „ustalony na podstawie wieloletnich obserwacji normalny przebieg pogody, zarówno jej stanów, jak i poszczególnych jej składników” (Flis 1986). Używamy ponadto terminów klimat lokalny oraz mikroklimat. Klimat lokalny ulega modyfikacji pod wpływem miejscowych, występujących na niewielkim obszarze, warunków: rzeźby, szaty roślinnej, rodzaju gruntu itp. Mikroklimat natomiast określa bezpośrednio warunki bytowania organizmu lub grupy organizmów i inny jest na przykład w dnie lasu, a inny w koronach drzew. Czy zatem obserwowane dzisiaj cechy klimatu Ziemi są stabilne, czy zmieniają się? Wiele się mówi o zagrożeniu globalnym ociepleniem klimatu Ziemi pod wpływem rosnącej w wyniku działalności człowieka koncentracji dwutlenku węgla w atmosferze (porównaj rozdział V). Czy jednak klimat nie zmieniał się w ciągu długiej historii Ziemi, kiedy nie istniała jeszcze presja antropogeniczna? Zmiany następowały wielokrotnie i miały dramatyczne skutki dla wielu regionów świata. Największe z nich zdarzyły się w czasie epok lodowych. Trwały przeciętnie 50 mln lat i występowały co 200–250 mln lat (van Andel 1991). W ciągu ostatniego miliona lat, w czwartorzędzie, w Europie i w Polsce były trzy wielkie zlodowacenia (tab. 2.1), ostatnie

Klimat

Zlodowacenia

Wiek (w tys. lat temu)	glacjaty (zlodowacenia) i interglacjaty (okresy ocieplenia)
13–22	zlodowacenie Wisty ↔ ostatnie zlodowacenie (bałtyckie) interglacjal emski
128–132	zlodowacenie Warty interglacjal Lubawa (Grabówka)
297–302	zlodowacenie Odry ↔ zlodowacenie środkowopolskie interglacjal Zbójco
428–440	zlodowacenie Liwca interglacjal Mazowiecki
	zlodowacenie Sanu 2 ↔ zlodowacenie południowopolskie interglacjal Ferdynandowski
	zlodowacenie Sanu 1

Wiek (w tys. lat temu)	glacjały (zlodowacenia) i interglacjały (okresy ocieplenia)
542–562	interglacjal małopolski zlodowacenie Nidy interglacjal podlaski
≥ 630	zlodowacenie Narewi

Tab. 2.1. Czwartorzędowa epoka lodowcowa w Polsce (wg Lindnera 1988, w uproszczeniu).

z nich (zlodowacenie Wisły lub bałtyckie) ustąpiło około 13–10 tysięcy lat temu i rozpoczął się trwający do dziś okres ocieplenia klimatu.

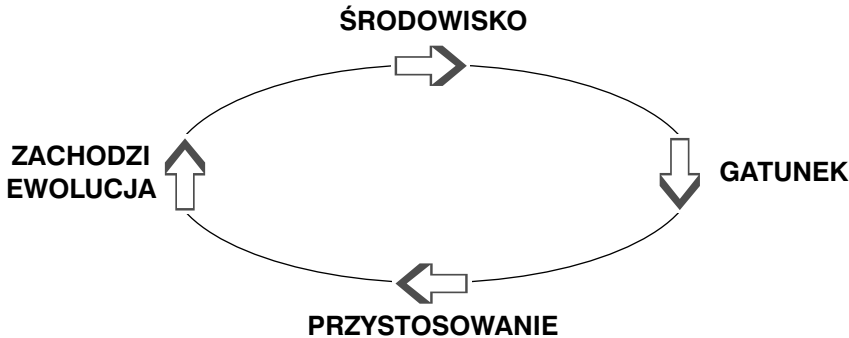
*Klimat solarny* Klimat ziemski ma też pewne cechy stałe, jest to mianowicie klimat solarny, o którym decyduje dopływ do Ziemi promieniowania słonecznego i cechujące się względną stałością czynniki astronomiczne, czyli kształt Ziemi i jej ruchy – wirowy wokół osi i obrotowy po orbicie. Wszelkie zmiany tych czynników (precesja, zmiany natężenia promieniowania słonecznego) wywierają oczywiście wpływ na zmiany klimatu. Zasadniczo jednak pozostaje on strefowy, ponieważ jest to cecha wynikająca z nierównomierności dopływu promieniowania słonecznego do powierzchni Ziemi na różnych szerokościach geograficznych. Fakt, że klimat Ziemi w ciągu całej jej historii jest solarny, pozwala analizować wiele pośrednich dowodów paleoklimatycznych (skały, skamieniałości, pozostałości roślin, na przykład pyłki zachowane w torfach itp). Możemy też tworzyć modele zmian ogólnej cyrkulacji atmosferycznej pod wpływem zmian wielkości i położenia lądów i wnioskować na tej podstawie o tym, czy klimat danego obszaru był suchy czy wilgotny. Stosunkowo dobrze poznane są zmiany klimatu w czwartorzędzie, natomiast im dalej w przeszłość, tym nasza wiedza jest bardziej ogólna i mniej pewna.

*Fauna i flora* Fauna i flora podlegają także zmianom, średnio- i długoterminowym w geologicznej skali czasu określanym mianem ewolucji (patrz rozdział IV), albo zmianom krótkoterminowym. Do tych ostatnich zaliczamy sukcesję, która trwa dziesiątki lub setki lat (patrz rozdział III) a także zmiany fenologiczne, które są dostosowane do rocznego cyklu zmian klimatycznych. Jedne i drugie są silnie uzależnione od zmian środowiska, a zależność ta może mieć złożony charakter dodatniego sprzężenia zwrotnego. Przykładem pętli dodatniego sprzężenia zwrotnego są zależności środowisko – gatunek. Ponieważ środowisko oddziałuje na wszyst-



kie występujące w nim gatunki i obniża zdolność rozrodczą osobników gorzej przystosowanych, każdy gatunek podlega ewolucji, co z kolei powoduje zmiany w środowisku wszystkich innych gatunków. Tak więc zmiany jednego czynnika (środowiska) powodują przyspieszenie zmian w systemie jako całości (ryc. 2.3).

*Zależności  
środowisko  
– gatunek*



Ryc. 2.3. Pętla dodatniego sprzężenia zwrotnego środowisko–gatunek (Campbell 1995).

### Regiony środowiska przyrodniczego

W ekologii zależności między przyrodą ożywioną a nieożywioną rozpatruje się zwykle w kontekście ekosystemów (patrz rozdział III). Ekosystem może (ale nie musi) być rozpatrywany w ujęciu przestrzennym. Gdy mówimy o zależnościach występujących między poszczególnymi elementami środowiska przyrodniczego w geografii, to z reguły nie możemy pominąć przestrzennego wymiaru zjawisk. Wówczas używamy terminów: geokompleksy (geosystemy, ekosystemy), regiony, krajobrazy, czy wreszcie strefy, które oznaczają „prawidłowo (zgodnie z prawami przyrody) powiązane komponenty tworzące przyrodnicze jednostki przestrzenne” (Richling, Solon 1994). Każdy z nich wiąże się z określonymi tradycjami badawczymi nauk geograficznych – geografii fizycznej ogólnej i kompleksowej, geoeologii, a także ekologii i ekologii krajobrazu. Przy wydzielaniu tych jednostek na ogół nie jest możliwe (a czasami nie jest celowe) uwzględnienie wszystkich elementów składowych oraz istniejących między nimi powiązań. W zależności od skali różne składniki okazują się najważniejsze.

*Krajobrazy  
– regiony  
– strefy*

W skali całej kuli Ziemskiej najczęściej wyodrębnia się strefy roślinno-klimatyczne, wydzielane na podstawie zależnych od klimatu formacji roślinnych, takich jak las równikowy czy sawanna (omawiamy je w rozdziale V). Rzadziej przy analizie w tej skali wyróżniane są kompleksowe

*Strefy  
roślinno-  
klimatyczne*

regiony środowiska przyrodniczego, w których obok kombinacji klimatu i roślinności charakteryzowane są także gleby oraz zewnętrzne procesy rzeźbotwórcze. Zachodzące w skorupie ziemskiej procesy wewnętrzne i związane z nimi struktury geologiczne tworzą inny plan przestrzenny i wprowadzają do regionów dodatkowe wewnętrzne zróżnicowanie rzeź-

*Strefy termiczne* by i budowy geologicznej. W skali globalnej wyraźna jest odrębność głównych stref termicznych Ziemi: gorącej w niskich szerokościach geograficznych (regiony lasu równikowego, sawanny oraz pustyni tropikalnych), cieplej i umiarkowanej w średnich szerokościach geograficznych: regiony podzwrotnikowe (las twardolistny i makia oraz lasy wawrzynolistne) i regiony umiarkowane (las zrzucający liście i mieszany, stepy i prerie oraz pustynie) oraz chłodnej i zimnej w wysokich szerokościach geograficznych: regiony lasów borealnych (iglastych) i tundry. Każdy z regionów charakteryzuje się odrębnymi warunkami środowiska abiotycznego, które podtrzymuje odrębne ekosystemy, a współdziałanie czynników abiotycznych i biotycznych stwarza też odmienne typowe dla poszczególnych regionów warunki dla działalności człowieka:

*Regiony kompleksowe*

- region lasu równikowego najbogatszy pod względem różnorodności biologicznej i zasobów wody stwarza wielkie ograniczenia dla rolnictwa z powodu ubogich gleb.

- region sawanny stwarza warunki życia dla ogromnej liczby mieszkającej tam ludności, ale upraw rolniczych jest niewiele co wynika ze słabych gleb (z wyjątkiem obszarów dolin rzecznych z żyznymi glebami aluwialnymi). W tym samym regionie kombinacja ograniczeń glebowych i częstych susz jest też wyzwaniem dla człowieka.

- region pustyni tropikalnych jest bardzo słabo zaludniony. Ludność koncentruje się przede wszystkim na obszarach nawadnianych dla potrzeb rolnictwa. Tereny nawadniane niskich szerokości geograficznych należą do najbardziej produktywnych terenów rolniczych, wymagają jednak specjalnych zabiegów, ponieważ sztuczne nawadnianie inicjuje proces wtórny zasolenia gleb.

- regiony średnich szerokości geograficznych są bardzo niejednorodne. Należą do nich zarówno chłodne pustynie centralnej Azji, jak i regiony podzwrotnikowe (wilgotne i śródziemnomorskie), czy wreszcie najlepiej znane nam obszary klimatu umiarkowanego, porośnięte niegdyś lasami mieszanymi i zrzucającymi liście na zimę. Lasy umiarkowane i podzwrotnikowe oraz stepy i prerie w Eurazji i Ameryce Północnej należą do najbardziej przekształconych w wyniku rozwoju rolnictwa, przemysłu oraz urbanizacji obszarów na Ziemi. Tam też człowiek odniósł największy sukces.

● regiony lasu borealnego i tundry stwarzają największe ograniczenia dla rozwoju rolnictwa z powodu niskich temperatur i krótkiego okresu wegetacyjnego, wykluczając możliwość uprawy na większej części obszaru.

Różne są także w poszczególnych regionach skutki działalności człowieka dla środowiska, zależą one jednak w znacznej mierze od rozwoju społeczno-gospodarczego. Aby je scharakteryzować w skali globalnej, trzeba do omówionego tutaj zróżnicowania możliwości i ograniczeń, jakie środowisko przyrodnicze stwarza dla działalności gospodarczej człowieka, dodać różnice wynikające z odmiennego przebiegu rozwoju społeczno-gospodarczego. Problemy te przedstawimy w rozdziale VI.

Obok strefowego – poziomego zróżnicowania środowiska przyrodniczego Ziemi, istnieje też zróżnicowanie pionowe, które możemy obserwować wyróżniając piętra klimatyczno-roślinne w górach. Przyczyną występowania pięter przyrodniczych w górach jest obniżanie się temperatury powietrza wraz ze wzrostem wysokości nad poziom morza, spowodowane zmniejszającym się ciśnieniem atmosferycznym<sup>1</sup>. Skutkiem obniżenia temperatury powietrza są zmiany pozostałych elementów środowiska przyrodniczego. Toteż piętra klimatyczno-roślinne w górach w uproszczeniu powtarzają układ stref poziomego zróżnicowania środowiska od niskich do wysokich szerokości geograficznych, przy czym w najniższym piętrze gór występuje zawsze roślinność strefowa, charakterystyczna dla strefy i regionu, w którym położone są góry. Analogia jest tylko przybliżona, gdyż zimno podbiegunowe jest inne niż zimno wysokogórskie – latem promieniowanie słoneczne dociera do obszarów podbiegunowych przez całą dobę, lecz kąt padania promieni słonecznych jest bardzo mały. W górach wysokich strefy międzyzwrotnikowej promienie słoneczne padają zawsze pod kątem nie mniejszym niż około 67°, a długość dnia w ciągu całego roku jest w przybliżeniu równa długości nocy. W rezultacie w piętrze wysokogórskim Andów na wysokości

*Piętra  
klimatyczno-  
roślinne gór*

<sup>1</sup> Średni gradient pionowy, czyli średni spadek temperatury obliczony na 100 metrów wysokości, wynosi 0,6°C. W rzeczywistości powietrze wznosząc się w górę trafia do obszarów słabnącego ciśnienia atmosferycznego, co umożliwia mu rozszerzanie się. Rozszerzanie wymaga zużycia energii, czyli ciepła i dlatego powietrze ochładza się. Jeśli jest to powietrze suche, czyli nienasycone parą wodną, i jeśli przy tym nie otrzymuje znikąd ciepła i samo go nie oddaje, wówczas powietrze ochładza się o około 1°C na każde 100 metrów. Proces taki nazywamy ochłodzeniem adiabatycznym. W czasie ochładzania adiabatycznego znajdująca się w powietrzu para wodna coraz bardziej zbliża się do stanu nasycenia, gdyż w powietrzu chłodnym pojemność pary wodnej jest mniejsza niż w powietrzu ciepłym. Z chwilą osiągnięcia stanu nasycenia para wodna ulega kondensacji, w czasie której wyzwala się ciepło. Podczas dalszego wznoszenia się wilgotne powietrze (w stanie nasycenia) ochładza się wolniej, średnio o 0,5°C. Wówczas, gdy wilgotne powietrze opada, wartość jego adiabatycznego nagrzewania jest taka sama jak powietrza suchego (nienasyconego), czyli 1°C na każde 100 metrów.

3800 do 4700 m n.p.m. występuje na przykład specyficzna formacja roślinna – paramo – z wysokimi trawami (tussock) oraz rozetkowymi esplecjami (*Lupinus spp.*) o wysokich kwiatostanach. Ta i inne podobne formacje roślinne, występujące w zimnym klimacie na dużych wysokościach gór strefy międzyzwrotnikowej, nie mają swoich odpowiedników w zimnym klimacie wysokich szerokości geograficznych.

*Granica lasu i linia wiecznego śniegu*  
Wspólną cechą wszystkich gór świata jest duże zróżnicowanie środowiska przyrodniczego na stosunkowo niewielkim obszarze. Największe zmiany można zaobserwować przy przekraczaniu dwóch charakterystycznych granic fizycznogeograficznych: granicy lasu i granicy wiecznego śniegu. Powyżej linii wiecznego śniegu występuje środowisko wysokogórskie, które cechuje nie tylko odpowiednio niska temperatura, ale cały kompleks specyficznych warunków i procesów określanych terminem procesów kriogenicznych (Troll 1973). W piętrze ponad granicą wiecznego śniegu przeważają procesy lodowcowe lub śniegowe, w piętrze subniwalnym (poniżej granicy wiecznego śniegu aż do granicy piętra alpejskiego) działają procesy peryglacjalne wspólnie z innymi procesami typowymi dla niższych pięter, a więc procesami erozji grawitacyjnej i rzecznej. W górach obserwujemy dużą zależność wietrzenia i erozji od litologii, powodowaną występowaniem licznych wychodni nagiej skały oraz częstymi i intensywnymi osuwiskami i obrywami na stromych zboczach. Te cechy powodują kontrast warunków występujących w dnach dolin z warunkami na ich zboczach i wierzchołkach.

Linie wiecznego śniegu, podobnie jak i pozostałe granice pięter klimatyczno-roślinnych, występują na świecie na różnej wysokości – najniższej, bo na poziomie morza w strefie okołobiegunowej, najwyższej – na wysokości ponad 4000 m n.p.m. – w strefie międzyzwrotnikowej. Także w jednym masywie górskim, zależnie od ekspozycji, granica ta może się wahać, od wysokości na przykład ponad 3000 m n.p.m. na zboczach południowo-wschodnich Alp, do około 2400 m n.p.m. na wilgotniejszych zboczach północno-zachodnich (*Les Parcs Nationaux Français...* 1985).

*Regiony fizyczno-geograficzne według Kondrackiego*  
Ważną cechą wyróżnianych jednostek przestrzennych jest ich hierarchiczny układ. W regionalizacji fizycznogeograficznej Polski opracowanej przez Kondrackiego (2002) nadrzędne są obszary fizycznogeograficzne wyznaczone na podstawie morfostruktury i makroklimatu. Obszary dzielą się na prowincje wydzielone na podstawie budowy geologicznej, ogólnych cech rzeźby i klimatu. Zróżnicowanie hydrologiczne, biogeograficzne i glebowe decyduje o podziale prowincji na podprowincje. W obrębie podprowincji występują makroregiony wyróżnione na podstawie litologii oraz charakteru i genezy rzeźby. Najmniejsze jed-

nostki przestrzenne są jednorodne (homogeniczne) pod względem całości warunków przyrodniczych z uwzględnieniem zmian wprowadzonych przez działalność człowieka.

W szczegółowych badaniach małych obszarów często stosuje się podejście typologiczne, określające typ krajobrazu, w którym najmniejszą jednostką jest facja. Facje łączą się kolejno: w uroczyska (odpowiadające mezoformom rzeźby i typom podłoża skalnego), tereny oraz krajobrazy, ich gatunki, rodzaje i klasy. Klasami są krajobrazy gór, wyżyn i nizin, a piętra klimatyczno-roślinne w górach są rodzajami lub gatunkami krajobrazu (Richling, Solon 1994).

*Typ  
krajobrazu*

Odrębne zasady są stosowane dla jednostek przestrzennych ujętych nie kompleksowo, ale odnoszących się do poszczególnych elementów środowiska przyrodniczego. Wyróżniamy wtedy typy i regiony klimatyczne, jednostki przestrzenne roślinności potencjalnej i rzeczywistej, typy i regiony glebowe, jednostki tektoniczne, litologiczne i stratygraficzne.

W ekologii i ochronie środowiska, podobnie jak w geografii, termin środowisko oznacza *de facto* środowisko przyrodnicze. Jest ono złożoną całością, składającą się z elementów nazywanych też sferami: atmosfera (gazy oraz pary tropo- i stratosferyczne), litosfera (skały wraz z rzeźbą i glebą), hydrosfera (wody powierzchniowe i podziemne) i biosfera (organizmy żywe). Te same elementy nazywamy czynnikami środowiska, gdy mówimy o ich wzajemnych powiązaniach. Na przykład atmosfera wpływa na pozostałe elementy poprzez swój stan, czyli klimat, nazywany wówczas czynnikiem. Najczęściej wyróżnianymi czynnikami są więc: klimat, budowa geologiczna, rzeźba powierzchni Ziemi, gleba wraz z mikroorganizmami, wody powierzchniowe i podziemne, świat roślin (flora) i świat zwierząt (fauna). Ten złożony układ, w którym poszczególne elementy pozostają we wzajemnych skomplikowanych związkach, rozpatruje się z uwzględnieniem czasu i przede wszystkim przestrzennego zróżnicowania procesów. Syntezą zróżnicowania przestrzennego są typologie i regionalizacje kompleksowe (geosystemy, kompleksowe regiony środowiska przyrodniczego). Są też typologie i regionalizacje częściowe, odnoszące się do jednego tylko elementu środowiska przyrodniczego, na przykład typy i regiony klimatyczne, roślinne, glebowe, morfostukturalne, tektoniczne, litologiczne i inne.

## 2. Czynniki ekologiczne

### SŁOWA KLUCZOWE:

wymagania ekologiczne i adaptacje, czynniki klimatyczne, czynniki edaficzne, czynniki biotyczne.

## Wymagania ekologiczne i adaptacje

*Abiotyczne  
czynniki  
ekologiczne*

Na każdą populację biologiczną określonego obszaru oddziałuje wiele różnych czynników środowiska. Abiotycznymi czynnikami ekologicznymi są głównie: temperatura i wilgotność, nasłonecznienie, ilość tlenu i dwutlenku węgla w atmosferze, dostępność pokarmu, zasobność siedliska w sole mineralne, biotycznymi zaś obecność innych gatunków, zwłaszcza pasożytów i drapieżców. Każdy z tych czynników może działać w zmienionym natężeniu i jego wpływ na poszczególne osobniki może być różny. Populacje różnych gatunków odmiennie reagują też na dany czynnik środowiskowy, ponieważ mają charakterystyczne wymagania ekologiczne. Na przykład większość gatunków ginie już w temperaturze 40–50°C. Istnieją jednak populacje glonów i bakterii termofilnych, które żyją w gorących źródłach i wytrzymują temperatury dochodzące do 90°C. Wiele roślin, tzw. światłolubnych, rozwija się prawidłowo tylko w miejscach silnie nasłonecznionych, inne (cieniolubne) rosną tylko w zacienieniu.

*Adaptacja*

Czynniki środowiskowe wywierają wpływ na organizmy i na odwrót – organizmy uczestniczą w kształtowaniu środowiska. Odpowiedzią organizmów na zmianę czynników ekologicznych jest dostosowanie się osobników lub populacji do działania tegoż czynnika, co nazywamy adaptacją. W przypadku, gdy jest to zespół reakcji i mechanizmów obronnych, które umożliwiają utrzymanie stanu wewnętrznej równowagi mówimy o adaptacji fizjologicznej, natomiast jeśli jest to wykształcenie różnych struktur pod wpływem działania nieznanego czynnika, np. haków czepnych i przyssawek u tasiemców pasożytujących w jelicie kręgowców to mamy do czynienia z adaptacją morfologiczną. Adaptacja biochemiczna organizmów związana jest przede wszystkim z wykształceniem nowych szlaków metabolicznych, zdolnością do akumulacji niskocząsteczkowych metabolitów o właściwościach ochronnych, zmianą w zawartości hormonów, syntezą specyficznych białek oraz mechanizmami detoksykacji i biotransformacji<sup>2</sup>. W sensie ewolucyjnym przystosowaniami są więc wszystkie genetyczne uwarunkowania organizmu, zwiększające jego szansę na przeżycie i reprodukcję.

Adaptacyjne przystosowanie organizmów do czynników abiotycznych jest procesem jednokierunkowym, zaś przystosowanie do biotycznych czynników jest dwukierunkowe, gdyż wzajemnym oddziaływaniami podlegają wszystkie grupy organizmów biorące udział w biocenozie – gatunki. Charakterystycznym przykładem współzależności i wzajemnych ada-

<sup>2</sup> Przemiany biochemiczne w organizmie mające na celu rozkład ksenobiotyków (obcych dla organizmu substancji).

ptacji (morfologicznych, fizjologicznych i biochemicznych) jest np. układ pasożyt-żywnicel (omówiony jako przykład przy interakcji międzygatunkowej w rozdziale III).

## Czynniki klimatyczne

Warunki klimatyczne (temperatura i wilgotność, woda, natężenie światła, długość dnia, wpływy sezonowe, promieniowanie, ciśnienie, wiatr) są częścią czynników abiotycznych – niezależnych od biocenozy – które łącznie warunkują istnienie i funkcjonowanie określonego typu zbiorowiska roślinnego i związanych z nimi zgrupowań zwierząt. Rozmieszczenie organizmów na Ziemi uzależnione jest głównie od dwóch czynników: temperatury i wilgotności.

Zakres zmienności temperatury na kuli ziemskiej jest bardzo duży i uwarunkowany z kolei ilością promieniowania słonecznego, docierającego do powierzchni Ziemi, oraz rozmieszczeniem lądów i zbiorników wodnych<sup>3</sup>. Strefowe występowanie roślin i zwierząt na lądzie czy też stratyfikacja w środowiskach wodnych są ściśle związane ze zmianami temperatury. Wahaniami temperatury uwarunkowane są też dobowe i sezonowe zmiany liczebności i aktywności organizmów. Procesy metaboliczne u zwierząt zmiennocieplnych przebiegają z szybkością uzależnioną od zakresu temperatur w środowisku. Stałocieplne zwierzęta, niezależnie od temperatury, regulują (w zależności od potrzeb) intensywność produkcji i oddawania ciepła. Niektóre gatunki bezkręgowców i kręgowców mogą przetrwać niekorzystne warunki termiczne, przechodząc w stan snu zimowego (hibernacja) lub letniego (estywacja)<sup>4</sup>. W stanie spoczynku i odrętwienia następuje u nich spowolnienie procesów metabolicznych, zmienia się gospodarka wodna i energetyczna.

Niezbędnym czynnikiem fizycznym dla organizmów jest obecność wody w środowisku<sup>5</sup>, która działa łącznie z temperaturą i wilgotnością.

*Temperatura*

*Woda*

<sup>3</sup> Ilość energii cieplnej na biegunach stanowi zaledwie 40% ilości dopływającej na równik. Woda i ląd inaczej pochłaniają ciepło. Ląd nagrzewa się szybko i szybko oddaje ciepło (wewnątrz kontynentów panują tzw. klimaty kontynentalne o dużych dobowych i sezonowych wahaniami temperatury). Wody nagrzewają się i ochładzają wolno ze względu na mieszanie się wód i ich duże ciepło właściwe.

<sup>4</sup> Estywują pijawki, niektóre gatunki ślimaków, susły, hibernują zaś liczne owady, gady, niektóre ptaki i wiele ssaków (na przykład niedźwiedzie).

<sup>5</sup> Woda na Ziemi krąży w zamkniętym cyklu, parując z powierzchni oceanów i lądów, tworząc chmury i opadając w postaci deszczu. Tylko 30% wody opadającej z deszczem na powierzchnię lądów s pływa z powrotem do oceanów; pozostałe 70% wraca wprost do atmosfery w wyniku procesu parowania oraz transpiracji roślin, których tempo zależy głównie od temperatury. Większość formacji roślinnych (stepy, lasy liściaste strefy umiarkowanej, tundra) związanych jest ze ściśle określonym klimatem, którego głównymi czynnikami są – jak wiadomo – temperatura i wilgotność.

Żywe komórki zawierają średnio ok. 85% wody i bez niej życie nie jest możliwe. Transport wszelkich substancji we wszystkich organizmach zachodzi wyłącznie w roztworze wodnym. Podobnie wszystkie procesy metaboliczne uzależnione są od obecności wody.

Organizmy wodne pobierają wodę całą powierzchnią ciała za pomocą skrzelii albo też z pokarmem. Zwierzęta lądowe muszą pewną ilość wody albo wprost wypić, albo pobrać ją w jakiejś postaci wraz ze zjadanym pokarmem. Rośliny potrzebują określonego poziomu wód gruntowych (sole mineralne mogą być pobierane z podłoża tylko w postaci roztworów wodnych) oraz określonej wilgotności powietrza<sup>6</sup>. Rośliny oddają wodę do środowiska przez aparaty szparkowe. U kręgowców stałocieplnych utrata wody następuje podczas procesu oddychania.

*Wilgotność*

Różne wymagania wilgotnościowe organizmów pozwalają na przydzielenie ich do jednej z grup ekologicznych: hydrobionty – czyli organizmy żyjące w wodzie, helobionty – zasiedlające strefę graniczną wody i łądu, higrofile przystosowane do wysokiej wilgotności w powietrzu i kserofile – bytujące w warunkach suszy. Organizmy mogą po prostu tolerować takie warunki środowiska, jakie mają do dyspozycji, albo muszą wykształcić odpowiednie przystosowania, które pozwolą im w pewnym stopniu uniezależnić się od niekorzystnych dla nich czynników.

Odporność roślin na wysychanie może być osiągnięta dzięki:

- zwiększeniu pobierania wody przez rozbudowany system korzeniowy (młode rośliny znoszą więc brak wody trudniej),
- ograniczeniu strat wody przez zamykanie aparatów szparkowych,
- zmniejszeniu powierzchni liści i ograniczeniu parowania przez pogrubienie nabłonka (kutikulę), owłosienie, pokrycie woskowym nalotem liści i pędów, pionowe ustawienie liści,
- sukulencji – rozwinięcie tkanki miękkiszowej łądygi lub liści magazynującej wodę w tkankach (na przykład kaktusy),
- zrzucanie liści podczas suszy<sup>7</sup>.

Zwierzęta lądowe chronią wodę w organizmie, wykorzystując przystosowanie budowy skóry. Stawonogi, zwłaszcza owady, dzięki chitynowym pancerzom mogą przeżyć w warunkach pustynnych. Mięczaki ukrywają ciało w muszli wapiennej, gady pokryte są łuskami lub tarcza-

<sup>6</sup> Mierzona w jednostkach wagowych zawartość wody znajdującej się w powietrzu zwana jest bezwzględną wilgotnością powietrza. Stosunek procentowy ilości pary wodnej zawartej w powietrzu do ilości pary wodnej, która jest konieczna do pełnego wysycenia powietrza w danych warunkach temperatury i ciśnienia nazywamy wilgotnością względną.

<sup>7</sup> Podczas panowania niskich temperatur, na przykład zimą, tempo pobierania wody przez system korzeniowy gwałtownie się obniża (tzw. zimowa susza fizjologiczna).



mi rogowymi. Przykładem innej adaptacji jest ukrycie wewnątrz ciała tych organów, poprzez które zachodzi utrata wody (płuca, tchawki), wydalanie odwodnionych ekskrementów, zapadanie w stan czasowej anabiozy. Wielbłądy pozyskują wodę, wykorzystując procesy metaboliczne i spalając tłuszcze w garbie.

Pośrednie oddziaływanie **wiatru** polega na współdziałaniu z dwoma ważnymi czynnikami klimatycznymi: wodą i temperaturą. Zbyt intensywne parowanie gleby spotęgowane działaniem wiatru powoduje jej ochłodzenie, co wpływa niekorzystnie na faunę glebową i rozkład materii organicznej. Ponadto wiatry mają wpływ na lokalizację opadów. W naszej strefie klimatycznej zachodnie wiatry oceaniczne zwiększają wilgotność powietrza, wschodnie kontynentalne zaś w lecie podwyższają temperaturę, a w zimie obniżają. Wiatr jest też czynnikiem dyspersyjnym w biernym transporcie zarówno zarodników grzybów, jak i nasion. Prowadzi do przesuwania się zasięgów występowania roślin i zwierząt. Wiatry ograniczają też aktywność zwierząt dobrze latających.

**Światło słoneczne** wpływa na ogrzewanie Ziemi drogą absorpcji energii. Ostatecznie bilans ciepła określa jednak proces parowania wód oceanów. Około 30% energii słonecznej docierającej na Ziemię ulega rozproszeniu w atmosferze, 70% zaś pochłaniane jest przez powierzchnię naszej planety i atmosferę, a następnie stopniowo emitowane w postaci ciepła. Dla każdego miejsca na Ziemi można określić tzw. bilans promieniowania, który zależy od ilości światła słonecznego rozproszonego w atmosferze, długości drogi promieni słonecznych i rodzaju powierzchni (jej barwy), wartość albedo, czyli odsetek promieni odbitych (wynosi np. na śniegu 70–90%, a dla łąki w okresie letnim ok. 20%).

Światło jest dla organizmów niezbędne z dwóch przyczyn: warunkuje fotosyntezę<sup>8</sup> oraz dobowe i sezonowe rytmy. W życiu roślin światło jest więc głównym źródłem energii, a dla zwierząt czynnikiem modyfikującym procesy życiowe. Zjawisko sezonowych zmian przebiegu niektórych procesów fizjologicznych (na przykład rozrodu ptaków, ich odlotów na żerowiska) spowodowanych różnicami w długości dnia nazywa się fotoperiodyzmem. U roślin dnia krótkiego i dnia długiego inicjacja kwitnienia następuje przy długości dnia mniejszej (lub większej) od pewnej krytycznej wartości. Kwitnienie wiosną roślin (dnia krótkiego) lasu liściastego to wykorzystanie pełnego oświetlenia przez rośliny przed roz-

<sup>8</sup> Fotosynteza jest procesem, w którym energia świetlna przekształcana jest w energię wiązań chemicznych związków (węglowodany), wytwarzanych przez organizmy samożywne, czyli autotrofy (a więc rośliny, glony, sinice i bakterie fotosyntetyzujące – ok. 50 gatunków zielonych lub purpurowych bakterii siarkowych, częściej występujących w wodzie niż w glebie).

wojem liści drzew i wysokich bylin; rośliny te wytwarzają szybko nasiona i ich nadziemne części szybko obumierają (na przykład zawilec gajowy). Inne, np. rzodkiewka, gromadzą zapasy, by później zakwitnąć i wydać nasiona. Kwitnienie w okresie długiego dnia jest przystosowaniem do zapylania przez owady oraz długiego okresu spoczynkowego nasion. Rośliny fotoperiodycznie neutralne występują na ogół tam, gdzie pojawienie się okresu dogodnego do rozmnażania jest w niewielkim stopniu skorelowane z długością dnia i nocy. Na przykład pustynne rośliny jednoroczne kwitną i wydają nasiona, kiedy tylko nastąpią obfite opady deszczu niezależnie od aktualnej długości dnia i nocy. U niektórych gatunków roślin okres rozmnażania może być niezwykle długo opóźniany. Bambusy są wieloletnimi roślinami jednoliściennymi, które przez wiele lat pozostają w stadium wegetatywnym i umierają po okresie kwitnienia i owocowania, a na przykład jamajskie bambusy z gatunku *Chusquea abietifolia* mają cykl życiowy trwający ok. 31 lat (Krebs 1997).

#### Światło- i ceniolubność

Stosowany w leśnictwie i ogrodnictwie podział wyróżnia ogólnie dwie grupy gatunków: światłolubne i ceniolubne<sup>9</sup>. Liście roślin cienioznośnych charakteryzują cienkie tkanki okrywające, gdyż w warunkach zacienionych zbędna jest silna ochrona przed nadmiernym parowaniem. Jednocześnie warstwa miękiszu palisadowego i gąbczastego jest cieńsza, a liście charakteryzuje większa zawartość chlorofilu i zwiększona powierzchnia blaszki liściowej, co umożliwia wykorzystanie nawet małych ilości światła. U roślin światłolubnych duże ilości światła wnikają głęboko w tkanki liści, gdzie są wykorzystywane przez wielowarstwowy miękisz palisadowy. Do światłolubnych drzew zalicza się m.in. modrzew europejski, brzozę brodawkowatą, osikę, sosnę zwyczajną i olszę czarną, do umiarkowanych – wiąz polny i szypułkowy, klon zwyczajny, lipa drobnolistna. Drzewami ceniolubnymi jest jodła, buk i cis. Największą tolerancję na niedobór światła wykazują rośliny rosnące pod okapem zwanego drzewostanu, na przykład mchy, szczawik zajęczy, borówka czarna. Wynikiem zróżnicowania stosunków świetlnych jest specyficzny rytm fenologiczny niektórych lasów liściastych, u których pojawianie się roślin wczesnowiosennych poprzedza listnienie drzew.

#### Zasolenie środowiska

Stopień zasolenia środowiska determinuje warunki osmotyczne organizmu. Zasolenie charakterystyczne jest dla ekosystemów oceanów (średnio określa się na 35‰) oraz mórz, np. Morza Czerwonego prze-

<sup>9</sup> Cienioznośność może być zmienna w obrębie gatunku, zależy bowiem od wieku rośliny (np. siewki drzew są cienioznośne, ale do wzrostu potrzebują więcej światła), warunków klimatycznych, obszaru geograficznego. U cienioznośnych roślin fotosynteza przebiega wolniej, gatunki te charakteryzują się też mniejszym przyrostem.

kracza 40‰, w Bałtyku przy wybrzeżach Polski wynosi 7‰. Wewnątrz łądu zasolenie istnieje przy słonych źródłach (na przykład w Ciechocinku i koło Buska Zdroju) i wówczas w klimacie umiarkowanym występują słone łąki albo specyficzne gleby – sołoneczaki – z charakterystyczną roślinnością słonolubną. Powstają one w następstwie podsiąkania wód gruntowych i ich intensywnego parowania w obszarach suchych. Szczególny typ zasolenia reprezentują pobocza dróg i autostrad, na których za pomocą soli likwiduje się gołoledź, posypując je solą. W klimacie tropikalnym u ujść i na płaskich wybrzeżach rzek występują lasy mangrowe, czyli przybrzeżne namorzyny. Są to niskie lasy słonorośli, osiągające wysokość 5–20 m o drzewach z licznymi korzeniami podporowymi i oddechowymi. Cechą charakterystyczną tych roślin jest wysokie ciśnienie osmotyczne w komórkach (ponad 10 MPa). Zawartość soli w komórkach przybrzeżnych namorzynów zmniejsza się w miarę oddalania się od wybrzeża w głąb łądu, zależności te modyfikowane są ilością opadów.

### Czynniki edaficzne

Struktura gleby<sup>10</sup>, a także zawarte w niej substancje pokarmowe są czynnikami równie ważnymi dla organizmów jak cechy klimatu. Skomplikowane zależności między właściwościami siedliska utrudniają oddzielenie poszczególnych czynników. Podłoże zależy bowiem w pewnym stopniu od porastającej je roślinności, zależność ta ma również charakter odwrotny. Większość gatunków roślin może rosnąć jednak na różnych rodzajach gleb, wydaje się więc, że struktura gleby nie może być czynnikiem ograniczającym. Do prawidłowego wzrostu rośliny wymagają jednak rozmaitych pierwiastków i związków chemicznych, które dzielimy na makro- i mikroelementy.

**Makroelementy** to pierwiastki i związki chemiczne niezbędne do egzystencji organizmów. Występują w dużej ilości, są to przede wszystkim azot i fosfor, a także potas, wapń, magnez i siarka oraz sole tych pierwiastków. Na przykład niedobór fosforu ma duży wpływ na wielkość produkcji, magnez jest istotnym składnikiem chlorofilu, wapń występuje w szkieletach kręgowców i mięczaków.

**Mikroelementy**, zwane też pierwiastkami śladowymi, są również niezbędne do życia, występują jednak w niewielkich ilościach. Ich brak

*Struktura  
gleby*

*Makro-  
i mikro-  
elementy*

<sup>10</sup> Gleba jest powierzchniową, aktywną biologicznie warstwą skorupy ziemskiej; powstaje ze skal macierzystych w wyniku procesów glebotwórczych, w których uczestniczą mikroorganizmy, rośliny wyższe i zwierzęta. Duże znaczenie ma też budowa geologiczna, ukształtowanie terenu, wody powierzchniowe i podziemne, klimat oraz działalność człowieka.

powoduje stany patologiczne. Chlor, żelazo, wanad, mangan, kobalt, bor, miedź, cynk, molibden, krzem – jako składniki enzymów – są niezbędne w procesach metabolicznych, na przykład fotosyntezy, czy też przemianach azotowych. Dla zwierząt ważnymi mikroelementami są sód, jod, a także chlor<sup>11</sup>.

Zależnie od wymagań edaficznych wyróżnia się rośliny oligotroficzne, czyli skąpożywne rośliny siedlisk ubogich (suchych na przykład jałowiec, szczotlika siwa, borówki, bliźniaczka psia trawka, mokrych i wodnych na przykład wełnianka pochwowata, bagno zwyczajne, rosiczki, stroiczka jeziorna), mezotroficzne siedlisk umiarkowanie żyznych (na przykład dąb, świerk, poziomka i większość roślin), eutroficzne wymagające siedlisk żyznych (na przykład lipa, grab, kopytnik, miodunka ćma, grzybienie białe).

### Czynniki biotyczne

#### *Czynniki biotyczne*

Organizmy żywe wpływają wzajemnie na siebie. Biotyczne czynniki to różnorodne związki międzygatunkowe: protokooperacja (komensalizm), symbioza, alleopatia, konkurencja, drapieżnictwo, pasożytoidyizm i pasożytnictwo. Zależności te wpływają na zasoby pokarmowe, na konsumpcję pokarmu i jego wykorzystanie. Pokarm jest wykorzystywany do budowy i rozwoju organów oraz do przebiegu procesów fizjologicznych. Stanowi także rezerwy energetyczne organizmu. Przepływ materii w ekosystemie jest ograniczony przez różne czynniki i przebiega dzięki szczególnym właściwościom, charakterystycznym dla osobników i populacji:

- synchronizacji aktywności poszczególnych stadiów cyklu rozwojowego z okresami, w których pokarm może być szybko zdobyty, niektóre stadia (jaja, poczwarki owadów, dorosłe osobniki pewnych gatunków) są nieaktywne, przeżycie organizmu zależy wówczas od rezerw pokarmowych zdobytych we wcześniejszych stadiach,

- występowaniu enzymów i różnych substancji ułatwiających trawienie i lepsze wykorzystanie tkanek żywiciela; w przewodzie pokarmowym, na przykład pchły, wszy, pluskwy, występują specjalne komórki (mycocyty) lub narząd (myceton), zawierające symbiotyczne mikroorganizmy (drożdże lub bakterie), które dostarczają witamin niezbędnych do prawidłowego przebiegu trawienia krwi pobranej przez te pasożyty,

<sup>11</sup> W glebie występują również pierwiastki śladowe, które dostają się tam z opadami i ściekami wskutek opadania pyłów atmosferycznych. Z gleb są stosunkowo łatwo pobierane i kumulują się w roślinach: kadm, cynk, ołów, miedź, nikiel, fluor, tor i uran. Najpoważniejsze zanieczyszczenia gleb tymi pierwiastkami występują w pobliżu zakładów przemysłowych i tras komunikacyjnych.

- magazynowaniu pokarmu i możliwości długiego głodowania, w czasie którego metabolizm jest silnie zwolniony przez obniżenie poziomu enzymów trawiennych; u niektórych gatunków (np. dorosłych pcheł) osobniki przeżywały dłużej, gdy były bezpośrednio po wylęgu i wcześniej nie żerowały, inne hematofagiczne stawonogi, na przykład kleszcze, muchy tse-tse, pluskwy, wytwarzają białkowe substancje zapobiegające krzepnięciu krwi (antykoagulanty),

- przenoszeniu pokarmu wśród osobników tego samego gatunku – kanibalami mogą być stadia młodociane i dorosłe. Kanibalizm obejmuje sytuacje, w których rodzice w celu zdobycia pokarmu napadają na swoje potomstwo, potomstwo atakuje rodziców, dorosłe osobniki napadają swoich partnerów seksualnych lub głodne dorosłe okazy pobierają krew od najedzonych osobników, a zjawisko to często powoduje całkowite zmiany w gęstości osobników i wielkości populacji, zmiany w jej strukturze oraz w dynamice; kanibalizm może być też potraktowany jako szczególna forma drapieżnictwa, w której drapieżca i ofiara należą do tego samego gatunku.

### Kanibalizm

Liczebność populacji ograniczają drapieżniki, parazytoidy, pasożyty i chorobotwórcze mikroorganizmy. Zjawisko istnienia naturalnych wrogów wykorzystuje się w biologicznym zwalczaniu organizmów niepożądanych z punktu widzenia gospodarki człowieka – szkodników i pasożytów. Owady, na przykład mrówki, mogą być drapieżnikami jaj kleszczy z rodziny *Argasidae* i *Ixodidae*. Mrówka *Solenopsis invecta* znacznie obniża liczebność populacji *Amblyomma americanum* na południu Stanów Zjednoczonych; inny gatunek mrówki – *S. geminata* – zmniejsza liczbę nassanych samic kleszczy *Boophilus microplus* w Meksyku, a pająki *Teutana triangulosa* redukują liczebność młodocianych i dojrzałych stadiów *Rhipicephalus sanguineus* na Korsyce (Buczek 2001). Drapieżnikami stawonogów mogą być także kręgowce – gady, ptaki i ssaki. Jaszczurki żerują na kleszczach z rodzaju *Ornithodoros*, zaś kurczaki na *Rhipicephalus appendiculatus*, *Amblyomma variegatum* i *Boophilus decoloratus*. Kleszczami przyczepionymi do bydła żywią się ptaki w Afryce. Spośród ssaków drapieżnikami niektórych kleszczy, na przykład *Ixodes ricinus*, *Rhipicephalus appendiculatus* mogą być ryjówki.

Czynniki ekologicznymi nazywamy te cechy środowiska przyrodniczego, które w sposób najbardziej bezpośredni wpływają na organizmy. Ograniczający wpływ czynników ekologicznych (głównie temperatury i wilgotności) na rozmieszczenie i zagęszczenie zwierząt wynika z ich oddziaływania na przeżywalność,

rozrodczość i wzrost osobników młodocianych. Czynniki biotyczne obejmują różnorodne interakcje międzygatunkowe, czyli obecność symbiontów, komensali, konkurentów, pasożytów, drapieżników i patogenów – najczęściej mikrobiologicznych czynników chorobotwórczych. Dla roślin największe znaczenie mają te czynniki środowiskowe, które wpływają na przebieg fotosyntezy, czyli światło, temperatura i woda.

### 3. Antropopresja

Termin antropopresja wprowadził do nauki i języka w 1972 roku Romuald Olaczek jako określenie ogółu bezpośrednich i pośrednich oddziaływań człowieka na szatę roślinną. Obecnie używa się go w rozszerzonym znaczeniu jako ogół oddziaływań człowieka na środowisko.

#### Oddziaływania antropogeniczne

W wyniku działalności człowieka środowisko bytowania organizmów w różnym stopniu przekształca się. Zmiany pojawiają się w różnych częściach biosfery Ziemi – w troposferze (najniższej warstwie atmosfery), hydrosferze (wody w biosferze) i litosferze (zewnątrznej warstwie kuli ziemskiej).



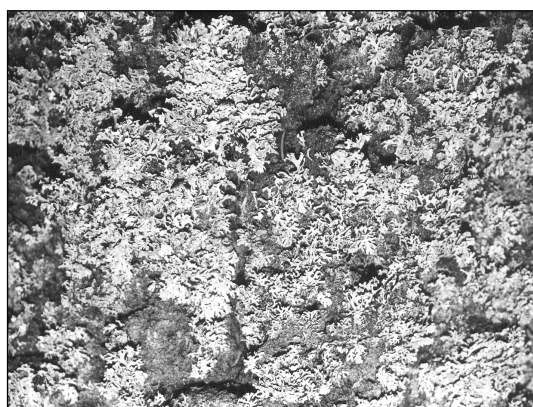
Ryc. 2.4. Pomiar zanieczyszczenia powietrza dwutlenkiem siarki według skali porostowej wykonany przez studentki PWSZ w Wałbrzychu na ćwiczeniach terenowych z ekologii i ochrony środowiska w pobliżu stacji Ekologicznej „Storczyk” UWt w Karpaczu (fot. J. Wolf 2003).

Niepokojącymi skutkami antropopresji na atmosferę jest degradacja warstwy ozonowej oraz związany z tym wzrost promieniowania ultrafioletowego, wzrost temperatury powietrza (efekt cieplarniany) i zjawisko kwaśnych opadów atmosferycznych (ryc. 2.4). Zanieczyszczenia hydrosfery występują w wyniku odprowadzania do rzek ścieków komunalnych i przemysłowych, wód z przemysłu, wód kopalnianych, a także spływania wód powierzchniowych z terenów przemysłowych.

wych, rolniczych i składowisk odpadów różnego pochodzenia. Powodują one zwykle niekorzystną zmianę składu chemicznego wód (wzrost siarczków, siarczanów, azotanów, kwasów i soli kwasów, siarkowodoru, dwusiarczku węgla, fenoli, związków amonowych, olei, metali ciężkich, cyjanków, chlorków, rozpuszczalników organicznych, pestycydów i innych związków) i zmianę temperatury wody.

Natomiast ekosystemy lądowe ulegają zmianom pod wpływem zagospodarowania powierzchni litosfery przez człowieka (m.in. rozwój przemysłu), eksploatacji zasobów, przekształceń powierzchni Ziemi i zmian fizyko-chemicznych w przypowierzchniowych warstwach litosfery. Zmiany w jednej części biosfery pociągają za sobą często daleko idącą degradację innych (ryc. 2.5). Zanieczyszczenia litosfery przechodzą bowiem do organizmów żywych i dostają się na wszystkie poziomy troficzne ekosystemu. Zanieczyszczenia osadowe rozpuszczone w wodzie lub zanieczyszczenia ze spływającymi wodami przenikają także do hydrosfery, zaś różnego rodzaju pyły (z powierzchni ziemi, odpadów, wysypisk, kopalń) przechodzą do atmosfery. Podobnie zanieczyszczenia atmosfery wraz z opadami dostają się do litosfery i hydrosfery. Woda przyczynia się do szybkiej migracji zanieczyszczeń i przechodzenia ich z jednego ekosystemu do drugiego.

Pod wpływem antropopresji dochodzi zazwyczaj do dużych zmian w ekosystemach. Ich wyrazem jest na przykład sukcesja organizmów obserwowana w silnie zdegradowanych środowiskach, jak np. na Górnym Śląsku (Buczek 2001). Na powierzchniach nieużytków galeno-galermanowych stwierdzono zmiany ilościowe oraz jakościowe rozroczu *Mesostigmata*. Na najsilniej skażonych zachodnich obszarach Jury Krakowsko-Częstochowskiej,



Ryc. 2.5. Skala porostowa: wpływ zanieczyszczenia powietrza na bioróżnorodność (fot. J. Wolf 2003).

zwłaszcza w Olkuskim Okręgu Przemysłowym, liczebność kleszczy pospolitych *Ixodes ricinus* była najmniejsza. Na 100 m<sup>2</sup> w tym regionie przypadało 0,4 kleszcza. Na obszarze nieskażonym w Ojcowskim Parku Narodowym populacja kleszczy była liczniejsza (5,1 okazów/100 m<sup>2</sup>). Jeszcze więcej osobników tego gatunku występowało na terenie Garbu Tenczyńskiego (na zachód od Krakowa), gdzie głębokie doliny i gęste lasy zmniejszały narażenie kleszczy na działanie zanieczyszczeń pyłowych z Krakowa i Górnej Śląska (Siuda 1991).

Działalność człowieka prowadzi do zmian warunków wilgotnościowych i termicznych. Zrzuty wody z zakładów przemysłowych (głównie z elektrowni) do zbiorników wodnych podwyższają jej temperaturę. Tego typu ingerencja człowieka powoduje zmiany na wszystkich poziomach troficznych w ekosystemie i naruszenie równowagi panującej w danym ekosystemie. Skutkiem tych zmian jest ograniczenie lub zanik jednych i rozwój innych gatunków, w tym patogennych dla człowieka. Podgrzewana woda (ujścia wód z elektrowni, baseny) sprzyja na przykład nabywaniu cech zjadliwości przez wolno żyjące ameby z rodzaju *Naegleria* i *Acanthamoeba*. Patogeniczne szczepy tych pełzaków, wywołujące u ludzi tzw. pełzakowe zapalenie mózgu i opon mózgowych, stwierdzono aż w 60 zbiornikach w Nowej Zelandii, w badaniach krajowych prawie zawsze izolowano pełzaki z wód rzek, których temperatura wynosi 5–15°C (Kasprzak 1985). W podgrzanej wodzie mogą zakończyć cykl rozwojowy gatunki ciepłolubne, normalnie występujące w cieplejszym klimacie. Metacerkarie przywry *Clinostomum complanatum* pasożytującej w gardzieli czapli siwej w strefie tropikalnej i subtropikalnej zostały znalezione u okonia i płoci w Jeziorze Licheńskim, podgrzewanym wodami odprowadzanymi z elektrowni konińskiej (Grabda-Kazubska 1974, za Tarczyńskim 1984).

Antropopresją nazywamy zwykle tylko tę odmianę działalności człowieka, która wywołuje negatywne skutki w środowisku przyrodniczym. Polegają one często z jednej strony na uproszczeniu (zubożeniu) struktury i funkcji ekosystemów, z drugiej zaś na wprowadzeniu do środowiska licznych zanieczyszczeń natury fizycznej (promieniowanie, hałas), chemicznej (gazy, pyły) i biologicznej (chorobotwórcze wirusy, bakterie, grzyby, pasożyty).



## 4. Stres biologiczny

### SŁOWA KLUCZOWE:

tolerancja ekologiczna, termotolerancja, ekotypy.

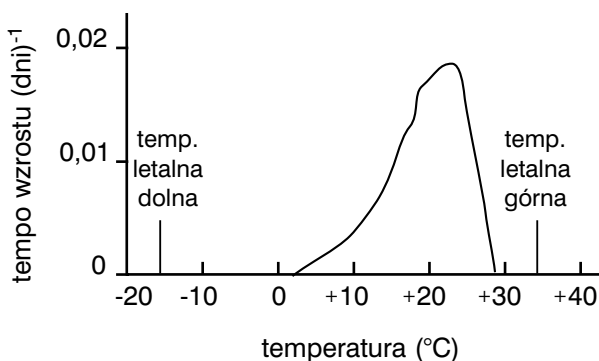
### Tolerancja ekologiczna

Osobniki danego gatunku charakteryzują się pewnym (określonym fizjologicznie) zakresem tolerancji w stosunku do poszczególnych czynników środowiska. Tolerancja roślin (a także zwierząt) w stosunku do tego samego czynnika środowiska może się zmieniać na różnych etapach rozwoju ontogenetycznego. Dlatego też granice średnich rocznych temperatur czy średnich poziomów opadów nie zawsze muszą być skorelowane z granicami występowania gatunków, nawet gdy właśnie temperatura i wilgotność są czynnikami najistotniej wpływającymi na rozmieszczenie.

Dla każdego organizmu można wyznaczyć np. górną i dolną temperaturę letalną oraz optymalną, nie są to jednak wielkości stałe nawet w obrębie gatunku. Organizmy mogą się bowiem aklimatyzować fizjologicznie do różnych warunków otoczenia. Krebs (1997) podaje przykład gałązki wierzby, która ścięta w zimie może przetrwać nawet w temperaturze poniżej  $-150^{\circ}\text{C}$ , a ścięta latem ginie już w temperaturze  $-5^{\circ}\text{C}$ .

### Termotolerancja

Większość organizmów spędza całe swoje życie w środowisku o zakresie temperatur poniżej górnej granicy swej tolerancji (ryc. 2.6). Temperaturę



Ryc. 2.6. Krzywa wzrostu i przeżywalności pustosza (*Pinus teectus*) w różnych warunkach temperaturowych (wg MacKenzie i in. 2000).

*Zero  
rozwojowe*

ra wyznaczająca dolną granicę jest temperaturą progową, poniżej której rozwój jest zatrzymany. Zakres pomiędzy dolnym i górnym progiem, w których odbywa się rozwój organizmu nazywa się **temperaturą efektywną**. Na przykład u pasożytniczych stawonogów dolny próg rozwojowy, tzw. zero rozwojowe, jest temperaturą, powyżej której przebiegają różne reakcje chemiczne zainicjowane przez zaktywowane enzymy. Wartość zera rozwojowego zależy od gatunku pasożyta i jego stadium rozwojowego. Na działanie niskich temperatur najbardziej wrażliwe są rozwijające się stadia młodociane, które potrzebują więcej tlenu i zawierają w swym ciele więcej wody niż postacie dorosłe. Największe zakłócenia w rozwoju (na przykład obrzęków *Argas reflexus* – pasożytów zewnętrznych gołębi) występują pod wpływem niskich temperatur działających w pierwszym okresie embriogenezy, czyli w okresie bruzdkowania i tworzenia blastodermy. Mniejszy wpływ mają niskie temperatury w późniejszym okresie rozwoju embrionalnego. Ograniczająco na rozwój działają także skoki temperatur, zwłaszcza częste zmiany temperatury niższej od zera rozwojowego i temperatury bliskiej górnemu progu rozwojowego (Buczek 2001). Granice wytrzymałości na niskie temperatury zmieniają się sezonowo, co jest wyrazem ewolucyjnie ukształtowanego przystosowania do zmiennych warunków środowiskowych w ciągu roku. Na przykład dolnym progiem aktywności osobników dorosłych kleszczy pospolitych (*Ixodes ricinus*) jest temperatura 5°C i nimf 8°C, zaś dla *Amblyomma americanum* 5°C. Na pustyni Kara-kum kleszcze *Hyalomma asiaticum* wykazują aktywność w temperaturze 35–40°C i w wilgotnościach 15–50%. U niektórych gatunków stawonogów temperatura może odgrywać zasadniczą rolę w wyborze środowiska i żywiciela. Pchły podążają w kierunku źródła ciepła emitowanego przez organizmy stałocieplne, zaś uciekają z umarłego, oziębionego ciała. Wszy ludzkie, które są pasożytami stałymi, uciekają natomiast z ciała gorączkującego człowieka, co ma duże znaczenie w rozprzestrzenianiu patogenów, na przykład riketsji duru brzuszego. Wszy i wszoły (pasożyty zewnętrzne ptaków i niektórych ssaków) opuszczają także zimne martwe ciało żywiciela.

W wyższych temperaturach zwiększa się z kolei zapotrzebowanie na tlen. Przy dłuższej utrzymujących się podwyższonych temperaturach występuje duży deficyt tego pierwiastka, który czasem nie może być zrównoważony z powodu małej powierzchni narządów oddechowych. Wysokie temperatury mogą także zmieniać procesy metaboliczne i przez nie hamować funkcje życiowe organizmu. Wytrzymałość na wysokie temperatury zależy od gatunku i stadium rozwojowego, płci i jego pochodzenia. Gatunki pochodzące z ciepłych stref klimatycznych mają większą

tolerancję wysokich temperatur niż gatunki z zimnych regionów Ziemi. Wysokie temperatury lepiej znoszą też osobniki zawierające mniejszą ilość wody w organizmie.

Temperatury skrajne (zarówno ekstremalnie wysokie, jak i niskie) należą do ważnych stresów środowiskowych. **Szok termiczny** powoduje zwykle zmiany w ultrastrukturze komórek (m.in. uszkodzenia rybosomów i DNA, zmiany w stabilności błon, spadek syntezy białek, obniżenie aktywności aparatu fotosyntezy, zmiany w stabilności i aktywności enzymów). Organizmy wykształciły uniwersalny system obronny przed skutkami gwałtownego podwyższenia temperatury, który nazywamy **termotolerancją nabytą**.

*Szok termiczny*

## Ekotypy

Przystosowania organizmów do lokalnych warunków środowiska mogą mieć charakter genotypowy lub tylko fenotypowy. Odmiennie genetycznie formy w obrębie tego samego gatunku określono mianem ekotypów. Kształtują je **czynniki ograniczające** – temperatura, woda i światło, które określają bezpośrednio lub pośrednio:

- rozwój i rozrodność,
- przeżywalność,
- liczebność,
- rozmieszczenie,
- oddziaływanie z innymi organizmami, szczególnie na granicy tolerancji gatunku w stosunku do tych czynników (czyli temperatury i wilgotności).

Spodziewane ocieplenie się klimatu w skali globalnej będzie miało ogromny wpływ na rozmieszczenie geograficzne wielu gatunków roślin i zwierząt. Istnieje obawa, że wiele nie będzie w stanie nadążyć i że zostaną utracone z puli genetycznej z powodu braku możliwości przystosowania się do lokalnych warunków środowiska.

Temperatura środowiska, jak już wykazano, jest jednym z podstawowych czynników ekologicznych wpływających na funkcjonowanie żywych układów oraz na przebieg ewolucji. Granice tolerancji organizmów na temperaturę są bardzo wąskie. Niekorzystny jest zarówno niedobór, jak i nadmiar ciepła. Temperatura zbyt niska lub zbyt wysoka zakłóca procesy asymilacji, oddychania i transpiracji u roślin. Mniej groźne są temperatury niższe niż zbyt wysokie. Górne granice termiczne u zwierząt związane są ze ścinaniem się białka. Każdy organizm ma więc dolny i górny próg wrażliwości.

*Bilans wody  
u stawonogów*

Woda jest – jak już wielokrotnie podkreślano – podstawowym składnikiem każdego organizmu i bierze udział w przebiegu procesów fizjologicznych i transportowaniu wszystkich związków chemicznych. Na przykład ciało dorosłego owada (najliczniejszej gromady zwierząt) składa się w ponad dwóch trzecich z wody, najwięcej wody występuje w tkankach najbardziej czynnych. Jej niedobór prowadzi do zahamowania wszystkich procesów życiowych. Dla zapewnienia przeżycia organizmu niezbędne jest więc zachowanie równowagi wodnej. Utrata wody przez parowanie z powierzchni ciała, z narządów oddechowych, z kałem, moczem i różnymi wydzielinami musi być kompensowana przez pobranie wody w czasie picia i wchłaniania przez powierzchnię ciała z wody, powietrza, pokarmu oraz z procesów metabolicznych (tzw. woda metaboliczna). Bilans wody organizmu zależy od czynników środowiska, przede wszystkim wilgotności i temperatury, ilości wody w pobranym pokarmie, budowy morfologicznej i cech fizjologicznych. Niektóre bezkręgowce lądowe, na przykład owady i pajęczaki, wchłaniają wodę bezpośrednio z powietrza atmosferycznego. Własność tę uzyskują dopiero wówczas, gdy ich organizm zostanie częściowo odwodniony. Wchłanianie wody z atmosfery staje się możliwe powyżej pewnej wartości progowej wilgotności panującej w otoczeniu charakterystycznej dla poszczególnych gatunków, a nawet różnych stadiów rozwojowych. Niektóre gatunki w środowisku o wilgotności niższej od krytycznego progu tracą wodę bardzo szybko i umierają z powodu odwodnienia. Na przykład niejadzona samica krwio pijnego kleszcza pospolitego (*Ixodes ricinus*), gatunku higrofilnego, w wilgotności względnej 0% i 25°C traci około 50% masy swego ciała w ciągu dnia i żyje tylko 1–2 dni (Buczek 2001). Mniej higrofilny gatunek kleszcza amerykańskiego *Dermacentor andersoni* w tych warunkach wilgotności i temperatury traci tylko 1% lub 2% masy ciała w ciągu dnia i żyje przez 27 dni. Strata wody przez powierzchnię ciała wiąże się ze zmianami w lipidach epikutikuli i zależy od temperatury. Parowanie wody przez kutikulę zwiększa się wraz ze wzrostem temperatury. Różnice te należą do zasadniczych czynników ograniczających występowanie poszczególnych gatunków do określonych siedlisk. Gatunki przebywające w suchych środowiskach mogą przez długi czas przeżywać w niskiej wilgotności, ponieważ ich kutikula jest bardziej nieprzepuszczalna dla wody. Natomiast gatunki bytujące w wilgotnych siedliskach, w niskich wilgotnościach szybko tracą wodę i umierają. U stawonogów straty wody odbywają się w czasie wymiany gazowej przez układ tchawkowy. Wysokie stężenie CO<sub>2</sub> w otoczeniu prowadzi do drastycznego wzrostu utraty wody, co powoduje zamykanie przetchlinek.

*Kleszcze*

Gatunki żyjące w wilgotnych siedliskach w pobliżu zbiorników wód, w wilgotnych lasach itp. wykazują aktywność dzienną. W panujących tam warunkach nie ma bowiem dużej utraty wody. Ponadto w związku z wysoką wilgotnością otoczenia straty wody przez organizmy mogą być rekompensowane przez absorpcję. Natomiast gatunki żyjące w suchych środowiskach – na polach, w suchych lasach są aktywne w nocy.

Niektóre gatunki charakteryzują się dużą elastycznością ekologiczną, wyrażającą się m.in. tym, że są aktywne w okresach występowania wysokiej wilgotności mimo innych niesprzyjających warunków środowiskowych. Przykładem mogą być samice komara widliszka (*Anopheles maculipennis*) atakujące żywicieli – w tym człowieka – nawet przy silnym oświetleniu w miesiącach wiosennych i jesiennych, w których występuje wyższa wilgotność powietrza. Samice komarów zwykle nie ssą krwi przy silnym nasłonecznieniu. W wilgotnych lasach i nad brzegami stawów i rzek komary te atakują w ciągu całej doby. Liczba komarów zwiększa się wraz ze wzrostem wilgotności aż do 85% wilgotności względnej. W wilgotnościach wyższych (od 85-95%) ich aktywność znacznie maleje. Inny gatunek komara – *Culex fatigans* – przestaje ssać krew żywiciela, gdy wilgotność spada poniżej 40%, zaś atakuje żywicieli już w wilgotności 50%.

Czynnikiem decydującym o długości okresu rozwoju (oprócz temperatury i wilgotności) są także cykliczne zmiany światła i ciemności – fotoperiod. Wpływ okresowych zmian światła i ciemności na organizmy ma szczególne znaczenie w klimacie umiarkowanym i północnym, w których w sposób drastyczny zmienia się długość faz oświetlenia w ciągu roku. Niektóre stawonogi, na przykład mucha domowa, mogą nie reagować na zmiany długości dnia. Oddziaływanie fotoperiodu jest tak silne, że zmiana jego faz (fazy świetlnej i ciemnej) powoduje przesunięcia w okresach aktywności życiowej stawonogów. Znane jest powszechnie zjawisko nocnego pasożytowania, na przykład wygłodniałe okazy obrzeżków (*Argas reflexus*) atakują żywicieli (gołębie) i pobierają krew dopiero po zapadnięciu zmroku. Osiągają one szczyt aktywności po dwóch godzinach od ściemnienia. Aktywność tego gatunku kończy się przed pojawieniem się skotofazy, czyli fazy świetlnej. Zachowana rytmika istnieje nie tylko w pobieraniu pokarmu, ale także jego trawieniu. Na przykład najniższy poziom trawienia u kleszczy *Boophilus microphilus* występuje w czasie dnia (tylko 3% pokarmu), wzrasta o zachodzie słońca (18%) i osiąga maksimum po zapadnięciu zmroku (59–66%).

Innym przykładem oddziaływania fotoperiodu jest dzienny rytm odpadania najedzonych okazów od żywiciela. Rytm te są zgodne z okre-

Komary

Fotoperiod

sami aktywności żywicieli i występują na obszarach, gdzie są sprzyjające warunki środowiskowe dla rozwoju następnych stadiów rozwojowych. Na przykład kleszcze żerujące na zwierzętach pastwiskowych (*Ixodes ricinus*, *Dermacentor reticulatus*) odpadają w dzień, a więc gdy żywiele przebywają na pastwiskach. Kleszcze gniazdowe wykazują dzienny lub nocny rytm odpadania w zależności od aktywności żywicieli. Gdy żywiele są aktywni w ciągu dnia, kleszcze odpadają w nocy, czyli w czasie przebywania żywicieli w gniazdach, zaś gdy żywiele są aktywni w nocy, odpadają w dzień. Nieraz poszczególne stadia tego samego gatunku wykazują inne okresy aktywności. Różnice te mają duże ekologiczne znaczenie. Larwy kleszcza psiego (*Rhipicephalus sanguineus*) odpadają za dnia, zaś nimfy i samice w nocy.

*Diapauza* Zmiana długości dnia jest jednym z najważniejszych regulatorów sezonowych rytmów, które polegają na występowaniu okresów aktywności i diapauzy, najwyraźniej zaznaczonej w klimacie umiarkowanym. Polega ona na nieaktywności głodnych okazów, przesunięciu okresów ssania, metamorfozy najedzonych larw i nimef, czy też składania jaj przez najedzone samice do czasu pojawienia się korzystnych warunków środowiskowych. Ważną cechą diapauzy jest możliwość przerwania jej jedynie pod wpływem określonych bodźców, takich jak długość dnia, temperatura, wilgotność oraz ilość i skład pokarmu.

Stres biologiczny indukowany jest przez każdą zmianę warunków środowiskowych abiotycznych (na przykład ekstremalne temperatury, susza, metale ciężkie) i biotycznych (zranienie, patogeny). Temperatura środowiska zewnętrznego wpływa na szybkość i intensywność procesów metabolicznych. Przyspieszenie i zwalnianie tych procesów odbywa się w pewnych granicach, które są specyficzne dla poszczególnych gatunków. Niektóre gatunki mają wąski zakres tolerancji termicznej, a inne szeroki. W środowisku naturalnym, a zwłaszcza poddanym antropresji, liczba stresorów (czynników stresowych) jest duża. Wrażliwość organizmów zmienia się w trakcie rozwoju ontogenetycznego. Po zadziałaniu małych dawek obserwuje się często nawet stymulację i optymalizację procesów biochemicznych i fizjologicznych. Na przykład małe dawki promieniowania jonizującego pobudzają komórki do produkcji białek ochronnych, które biorą udział w naprawie uszkodzonego DNA, błon biologicznych, co umożliwia dalsze funkcjonowanie komórki. Pobudzające skutki małych dawek substancji lub czynników toksycznych ksenobiotyków, czyli czynników obcych dla żywych organizmów, nazywa się hormezą. Odporność organizmu na stres może przejawiać się w strategii unikania stresu lub jego tolerancji.

## Pytania i zagadnienia

1. Wyjaśnij podział na przewodnie i wiedzione elementy środowiska.
2. Omów wpływ wybranego czynnika ekologicznego na zwierzęta i rośliny.
3. Jak zanieczyszczenia atmosfery wpływają na pozostałe elementy środowiska?
4. Wyjaśnij pojęcia stresu i stresorów środowiskowych.

## Literatura uzupełniająca

1. MacKenzie A., Ball A. S., Virdee S.R., 1999, *Krótkie wykłady. Ekologia*, PWN, Warszawa.
2. Kondracki J., 2002, *Geografia regionalna Polski*, PWN, Warszawa.
3. Kurnatowska A. (red.), 1997, *Ekologia. Jej związki z różnymi dziedzinami wiedzy*, PWN, Warszawa–Łódź.
4. Richling A., Solon J., 2002, *Ekologia krajobrazu*, PWN, Warszawa.

---

# Prawa i zasady ekologiczne dotyczące organizacji życia

---

## BLOKI TEMATYCZNE

1. Poziomy organizacji biologicznej.
2. Podstawowe prawa i zasady ekologiczne.
3. Autekologia i synekologia.
4. Systematyka w ekologii.
5. Ekologia stosowana.

## SŁOWA KLUCZOWE:

1. hierarchiczne układy biologiczne, populacja – jej właściwości i pomiary, skupiskowość i zasada Alleego,
2. czynniki ograniczające, prawa dotyczące czynników ograniczających, prawidłowości i zasady ekologiczne, eutrofizacja – przykład naruszenia prawa ekologicznego,
3. działy ekologii, pojęcia i zasady dotyczące organizacji życia na poziomie gatunku, pojęcia i zasady dotyczące organizacji życia na poziomie biocenozy,
4. podstawy systematyki, różnorodność biologiczna na przykładzie bezkręgowców;
5. zakres ekologii stosowanej, podstawy prognozowania i monitoringu szkodników oraz pasożytów, walka biologiczna i zintegrowana kontrola, profilaktyka.



## 1. Poziomy organizacji biologicznej

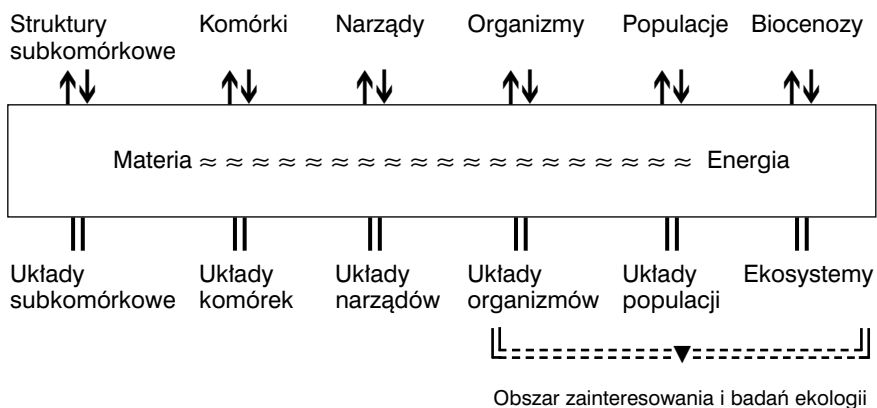
### SŁOWA KLUCZOWE:

hierarchiczne układy biologiczne, populacja – jej właściwości i pomiary, skupiskowość i zasada Alleego.

*Układy  
biologiczne*

### Hierarchiczne układy biologiczne

W hierarchicznym układzie organizacji życia wyróżniamy związki chemiczne, organelle komórkowe, komórki, tkanki, narządy, układy narządów, organizmy, populacje, gatunki, biocenozy (zespoły ekologiczne), ekosystemy (ryc. 3.1). Największy układ biologiczny, nazywany biosferą



Ryc. 3.1. Hierarchia układów biologicznych (wg Dobrowolskiego, 1999).

lub ekosferą, obejmuje wszystkie żyjące na Ziemi organizmy powiązane ze środowiskiem fizycznym dzięki wzajemnym oddziaływaniom. Stopień poznania naukowego jest różny na różnych poziomach integracji. Najwięcej informacji i wiedzy biochemicznej dotyczy struktur molekularnych i subkomórkowych, na przykład białek i genów, którymi zajmuje się m.in. biotechnologia, genomika, nieco mniej mamy informacji na temat komórki (cytologia), tkanek (histologia), pojedynczych organów i układów (anatomia i morfologia, fizjologia). W miarę wzrastającej złożoności struktury (na poziomie organizmalnym i ponadgatunkowym) znajomość praw i zasad zmniejsza się drastycznie. Wynika to m.in. z malejącej możliwości ich badania w warunkach laboratoryjnych (*in vitro*).

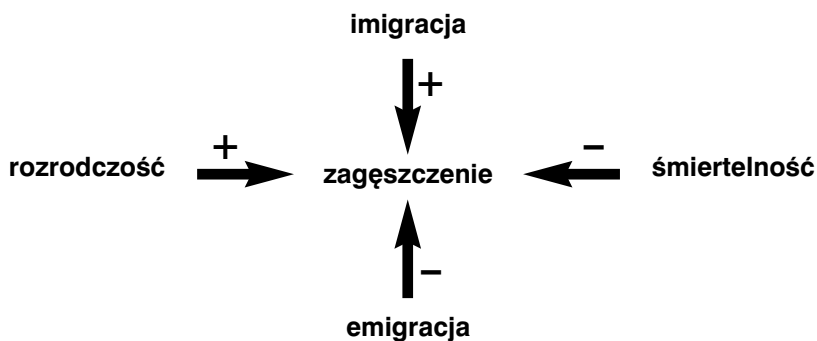
Przedmiotem badań ekologii są przede wszystkim populacje złożone z osobników, biocenozy (złożone z populacji wielu gatunków) oraz eko-

systemy (składniki biotyczne plus składniki abiotyczne), które omówiono w rozdziale IV. Każdy z tych systemów organizacji biologicznej charakteryzuje się określonymi cechami. Cechą charakterystyczną podstawowej w ekologii jednostki (osobnika) jest wiek, wielkość i płeć. Osobnikiem jest więc pojedynczy okaz rośliny, zwierzęcia, a także pojedyncza komórka bakteryjna, strzępek grzybni itp. Jedną z podstawowych zasad współczesnej teorii ewolucji jest twierdzenie, że dobór naturalny działa na pojedyncze osobniki, jednakże ewolucji podlegają populacje.

### Populacja – jej właściwości i pomiary

Termin populacja pierwotnie oznaczał grupę ludzi, w ekologii został rozszerzony na grupę osobników jakiegokolwiek gatunku roślin, zwierząt czy drobnoustrojów. Populację można więc zdefiniować jako grupę osobników należących do tego samego gatunku (wzajemnie krzyżujących się), współwystępujących na określonym obszarze w określonym czasie. Między osobnikami zachodzi więc stała wymiana informacji genetycznej (przepływ genów). Populacja może być podzielona na tzw. populacje lokalne, nazywane też demami. Populacja ma wiele cech grupowych, które są cechami statystycznymi (które oczywiście nie mogą być zastosowane do pojedynczych osobników). Podstawową cechą jest zagęszczenie, czyli liczba osobników na jednostkę powierzchni. Na zagęszczenie wpływa druga grupa cech: rozrodczość, śmiertelność, imigracja i emigracja (ryc. 3.2). Właściwościami wtórnymi populacji (które wynikają z grupowania cech poszczególnych osobników) są: struktura wiekowa, struktura genetyczna i struktura przestrzenna (izolacja i terytorializm). Terytorializm jest wyraźniej zaznaczony u kręgowców i tych stawonogów, które

*Populacja*



Ryc. 3.2. Podstawowe cechy populacji (wg Krebsa, 1997)

odznaczają się skomplikowanymi formami rozrodu (budowanie gniazd, składanie jaj, troska o potomstwo).

Populacja badana jest jakościowo i ilościowo. Ustalenia tych cech dokonuje się przez obserwację osobników na określonym terenie i w określonym czasie. Do przeprowadzenia takich badań niezbędna jest znajomość biologii, cyklu rozwojowego, żerowania, przeżywalności, reprodukcji, aktywności itp. Podstawą badań dynamiki populacji są pomiary oparte na obiektywnych, dobrze dobranych metodach, pozwalających na rzetelną ocenę aktualnego stanu. Badania ilościowe mogą być prowadzone intensywnie na małym obszarze i/lub przez krótki okres lub w wolniejszym tempie w dużym regionie i/lub przez wiele lat. Powinny one określać sposób rozmieszczenia danego gatunku (równomierny, nierównomierny, skupiskowy, mozaikowy), strukturę populacji (stosunek liczbowy płci i stadiów rozwojowych), typ wzrostu i wahania liczebności populacji. Liczebność określa liczbę osobników w jednej populacji. Jej pomiary mogą być użyte do porównania z liczebnością innej populacji. Gęstość natomiast dotyczy liczby osobników na określonej powierzchni. Do ustalenia zagęszczenia (średniej liczby osobników na określonej powierzchni) stosuje się metody polegające na pobieraniu prób z populacji. Liczenia dokonuje się najczęściej metodą kwadratów lub przez odławianie znakowanych wcześniej osobników<sup>1</sup>.

### Skupiskowość i zasada Allego

*Skupiskowość* Skupiskowość, czyli gromadzenie się osobników danej populacji jakiegoś gatunku, zależy od wielu czynników: charakteru środowiska i jego właściwości, behawioru rozrodczego i stopnia zaawansowania życia spo-

<sup>1</sup> Metoda kwadratów polega na losowym wyborze miejsc reprezentatywnych dla całego badanego obszaru, a następnie odławianiu osobników w poszczególnych kwadratach i ich dokładnym liczeniu. Powierzchnia każdego kwadratu musi być znana, zależy od badanego gatunku oraz od wielkości badanego terenu. Na przykład kleszcze zbiera się metodą „flagi”, a następnie odłowione okazy liczy się w kwadratach o powierzchni 100 m<sup>2</sup> (Buczek 2001). Do oceny liczebności i gęstości organizmów bytujących w glebie pobiera się próbki, używając do tego cylindra metalowego wbijanego w ziemię. W znanej objętości pobranej ziemi określa się liczbę pasożytów (na przykład jaja geohelminatów – glist). Zagęszczenie populacji pasożytów bytujących w wodzie (na przykład larw komarów) szacuje się na podstawie ich liczebności w pobranej objętości próbki wody w losowo wybranych miejscach zbiornika.

Metoda znakowania i ponownego odławiania polega na odławianiu osobników, ich oznakowaniu, wypuszczeniu i ponownym odławianiu. Liczba odłowionych oznakowanych okazów pozwala na określenie ich udziału w całej populacji. Metodą tą można także oszacować rozrodczość i śmiertelność populacji, określając dzięki temu jej tendencje rozwojowe.

łecznego. Osobniki występujące w grupie, w niesprzyjających okresach lub w razie ataku wykazują często mniejszy wskaźnik śmiertelności niż osobniki izolowane.

U roślin i niektórych innych organizmów skupiskowość jest odwrotnie proporcjonalna do ruchliwości stadiów dyspersyjnych (nasiona, zarodniki, cysty, spory). Podczas podróży łatwo zaobserwować, że na przykład jałowce, których nasiona z trudem się przenoszą na odległość, są prawie zawsze skupione wokół osobnika rodzicielskiego, natomiast chwasty, trawy, a nawet sosny, których nasiona są łatwo przenoszone przez wiatr, są rozmieszczone bardziej równomiernie (Odum 1982). Rośliny w grupie znoszą łatwiej niekorzystne działanie wiatru i skuteczniej chronią się przed utratą wody. Zwiększenie przeżywalności w grupie najwyraźniej występuje u zwierząt. Życie społeczne niektórych owadów, na przykład termitów, mrówek i pszczół, stanowi przykład znaczenia grupy w procesie przeżywania. Podobnie człowiek czerpie korzyści z wewnątrzgatunkowej kooperacji. Skupiska miejskie są korzystne dla człowieka, ale tylko do pewnego stopnia zaludnienia. Zarówno niedogęszczenie (czyli brak skupiania się) jak i przegęszczenie mogą działać ograniczająco i to jest zasada Alleego<sup>2</sup>.

*Zasada  
Alleego*

Główne poziomy organizacji życia, uszeregowane w hierarchicznym porządku (tzw. „spektrum biologiczne”) to: gen, komórka, narząd, organizm, populacja i biocenoza. Biocenoza i nieożywione środowisko funkcjonują jako pewien układ ekologiczny zwany ekosystemem. Obiektem badań ekologicznych są układy powyżej poziomu organizmu. Właściwości charakterystyczne dla populacji, która została określona jako grupa organizmów tego samego gatunku, można wyrazić za pomocą pewnych parametrów statystycznych. Cechy grupowe – wskaźnik urodzeń, śmiertelności, rozkład wiekowy, potencjał biotyczny, rozkład przestrzenny i typ krzywej wzrostu – mają sens tylko w odniesieniu do populacji. Osobnik rodzi się i umiera, jest w określonym wieku, ale nie ma mierników urodzeń i śmiertelności ani struktury wiekowej. Pierwszą właściwością, która przykuwa uwagę, jest liczebność populacji na danym terenie. Zagęszczenie, podobnie jak inne cechy populacji, jest zmienne. Górną granicę wielkości populacji określają: przepływ energii przez ekosystem (produktywność), poziom troficzny do którego organizm należy, jego wielkość i intensywność, przemiany materii. Zagęszczenie populacji, skupisko o charakterze społecznym, które występuje u niektórych gatunków owadów i kręgowców (ptaki, ssaki), odznacza się wysokim stopniem specjalizacji poszczególnych osobników w określonej strukturze hierarchicznej.

<sup>2</sup> Allee przeprowadził wiele eksperymentów i zebrał bogate piśmiennictwo (1931, 1938, 1951) stwierdzając, że np. pewną dawkę trucizny wprowadzoną do wody łatwiej znosi grupa ryb niż pojedyncze osobniki.

W hierarchii społecznej podporządkowanie może układać się liniowo, z wyraźnie zarysowaną dominacją, lub przyjmuje postać skomplikowanego modelu przewodzenia, dominacji i kooperacji, jaki występuje w dobrze zorganizowanych grupach społecznych owadów i ptaków, a także w społeczeństwach ludzi. Rodzaje organizacji społecznych są korzystne dla populacji jako całości, mogą przejawiać także działania regulujące, zapobiegając w ten sposób zbyt dużemu zagęszczeniu, co ilustruje zasada Allego.

## 2. Podstawowe prawa i zasady ekologiczne

### SŁOWA KLUCZOWE:

czynniki ograniczające, prawa dotyczące czynników ograniczających, prawidłowości i zasady ekologiczne, eutrofizacja – przykład naruszenia prawa ekologicznego.

### Czynniki ograniczające

Zgodnie z definicją ekologii Krebsa (1997) podstawowe zadanie ekologii sprowadza się do pytania o przyczyny warunkujące rozmieszczenie i liczebność organizmów. Zagadnienia te są ściśle ze sobą powiązane, gdyż każdy organizm żyje w określonym czasie i przestrzeni. Wiadomo, że wiele gatunków roślin i zwierząt charakteryzuje zróżnicowane zagęszczenie populacji. Są obszary, w których brak zasiedlenia, w innych z kolei istnieją małe, średnie lub duże zagęszczenie populacji.

#### *Czynniki ograniczające*

Rozwój i rozprzestrzenianie się organizmów w środowisku są uwarunkowane różnymi czynnikami fizycznymi i chemicznymi (woda, temperatura, wilgotność, fotoperiod i promieniowanie), biotycznymi (biologiczne współzależności) oraz antropogenicznymi (wpływ działalności człowieka). Oddziaływanie na organizmy poszczególnych czynników ekologicznych (omówione szczegółowo w rozdziale II) zmienia się w czasie i w przestrzeni. Obecność i rozwój organizmu zależy od jego tolerancji w stosunku do warunków panujących w określonym środowisku i od wykształcenia odpowiednich przystosowań pozwalających na utrzymanie się w tym siedlisku. Jeśli czynniki środowiska występują w ilościach nieodpowiadających potrzebom gatunków (w niedomiarze lub nadmiarze), działają wówczas ograniczająco na rozprzestrzenienie i rozwój tych organizmów. Zakres wahań czynników ekologicznych (jak już wspomniano w rozdziale II) znoszonych przez organizmy nazywa się granicą tolerancji. Każdy czynnik, który zbliża się do granic tolerancji gatunku lub je

przekracza, nazywamy czynnikiem ograniczającym. Wpływ czynników ograniczających na występowanie organizmów może być rozpatrywany na poziomie populacji pojedynczych gatunków lub zgrupowania wielu gatunków – biocenozy. Głównymi czynnikami ograniczającymi są: woda, łączne działanie temperatury i wilgotności, promieniowanie oraz składniki pokarmowe (makro- i mikroelementy), które określają bezpośrednio lub pośrednio: rozwój i rozrodczość, przeżywalność, liczebność, rozmieszczenie, oddziaływanie z innymi organizmami, szczególnie na granicy tolerancji gatunku w stosunku do tych czynników.

### **Prawa dotyczące czynników ograniczających**

---

Podstwowym prawem ekologii fizjologicznej jest **prawo minimum Liebiga**, które stwierdza, że rozprzestrzenienie się gatunku jest ograniczane przez ten czynnik środowiska, w stosunku do którego osobniki mają najwęższy zakres tolerancji lub najmniejszą odporność. Oznacza to, że w środowisku pustynnym czynnikiem najbardziej ograniczającym bytowanie i przeżywanie jest woda. W miarę wzrostu wysokości w górach czynnikiem ograniczającym staje się temperatura, a w warunkach wysokogórskich, gdzie rośliny i zwierzęta już nie występują, na przykład dla przebywających tam czasowo alpinistów – tlen.

Działanie każdego czynnika na dany organizm ma jednak nie tylko wartość minimalną, ale także maksymalną. Wpływ ograniczający może mieć nie tylko zbyt mała ilość jakiegoś czynnika (na przykład pokarmowego u roślin, tak jak to stwierdził Liebig w 1840 roku), ale także zbyt duża ilość takich czynników jak woda, światło, ciepło (Odum 1982). Koncepcja, że wpływ ograniczający wywierają zarówno maksimum jaki i minimum, została sformułowana jako zasada tolerancji przez Victora E. Shelforda w 1913 roku. Taylor (1934) uwzględnił inne czynniki niż tylko pokarmowe: temperatura powietrza, woda i inne warunki, w których przebiega rozwój organizmów. Dla roślin i zwierząt znaczenie ma przede wszystkim temperatura i długość sezonu wegetacyjnego. Z **prawa Shelforda** wynikają następujące reguły: organizmy mogą mieć szeroki zakres tolerancji w stosunku do jednego czynnika, a wąski w stosunku do innego, najszerszej rozprzestrzenione są organizmy o szerokim zakresie tolerancji, okres rozmnażania jest zazwyczaj terminem krytycznym, w którym czynniki środowiskowe wywierają najprawdopodobniej najsilniejszy wpływ ograniczający.

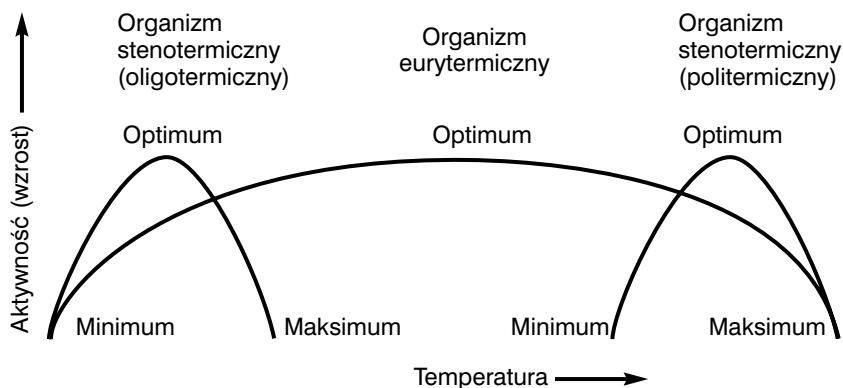
Zakresy tolerancji powyżej i poniżej optimum są tym mniej korzystne, im bardziej zbliżają się do wartości krytycznej. Zadaniem ekologów

*Prawo  
minimum  
Liebiga*

*Prawo  
Shelforda*

(fizjologów) ważne jest więc określenie zakresów tolerancji w stosunku do rozmaitych czynników środowiskowych, zwłaszcza najważniejszych czynników ograniczających (temperatury i wilgotności). Oznaczanie zakresów jest jednak skomplikowane, ponieważ młode stadia rozwojowe, zarówno roślin, jak i zwierząt, są zwykle bardziej wrażliwe na czynniki ekologiczne, a ponadto osobniki mogą się aklimatyzować. Przykładem unikania ekstremalnych warunków środowiskowych są migracje ptaków z obszarów polarnych do stref klimatu umiarkowanego, a nawet równikowego, hibernacja (na przykład suseł północny hibernuje w okresie zimy i unika w ten sposób konieczności zdobywania pożywienia w najchłodniejszych miesiącach), diapauza owadów i stan spoczynku roślin. Zdolność dostosowywania się gatunku do zmian czynnika środowiska określana jest mianem **potencjału ekologicznego**. Jeśli potencjał ten przedstawimy jako funkcję dwóch czynników środowiskowych, powstaną izolinie. Jeżeli dokonamy analizy większej liczby czynników, powstanie wielowymiarowa przestrzeń. Granice tolerancji w stosunku do wszystkich czynników środowiskowych (wyznaczające warunki, w których dany organizm może istnieć) określają jego **niszę ekologiczną**. Skrajne warunki dla danego gatunku określa się mianem minimum i maksimum wartości tolerowanych, środkowe stanowi optimum ekologiczne (ryc. 3.3). Jak już wspomniano w rozdziale II, gatunki stenotypowe (stenotypy) charakteryzuje mała tolerancja ekologiczna, co znaczy, że żyją one tylko w wąskim zakresie zmienności (na przykład bakterie jelitowe u człowieka), eurytypowe – w szerokim zakresie (na przykład kukurydza).

*Potencjał ekologiczny*



Ryc. 3.3. Zróżnicowanie wymagań temperaturowych – zakres tolerancji organizmów steno-, eury- i politermicznych (wg Oduma, 1982).

W ramach „ekologii tolerancji” szczególnie użyteczne okazały się testy wytrzymałości, polegające na wystawianiu rozmaitych organizmów (w laboratorium lub w terenie) na działanie określonego zakresu warunków eksperymentalnych. Wyniki tych badań fizjologicznych przyczyniają się do wyjaśnienia powodów rozmieszczenia danych organizmów w przyrodzie.

### Prawidłowości i zasady ekologiczne

Z wymagań środowiskowych organizmów i zakresu tolerancji na różne czynniki wynikają następujące prawidłowości ekologiczne:

- organizmy o szerokim zakresie tolerancji w stosunku do wielu czynników środowiska są najszerszej rozpowszechnione, zaś organizmy o wąskim zakresie tolerancji mają mały zasięg rozprzestrzenienia geograficznego,
- granice tolerancji organizmu mogą być zawężone, gdy zakres tolerancji jest szeroki w stosunku do jednego czynnika i wąski w stosunku do innego,
- w określonym środowisku organizmy nie zawsze znajdują optymalne warunki.

*Prawidłowości  
ekologiczne*

W oddziaływaniach międzygatunkowych (biocenotycznych) biotycznych oraz abiotycznych można również wyróżnić pewne prawidłowości, które Jethon (1995) podaje jako zasady ekologiczne:

- zasada jedności biocenozy i biotopu – wszystkie elementy biotyczne i abiotyczne wchodzące w skład ekosystemu, są ze sobą powiązane w ten sposób, że zjawiska występujące w jednych składowych wpływają na inne składowe układu,
- zasada organizacji biocenozy – gatunki organizmów żywych są powiązane ze sobą zależnościami, które determinują ich skład, stosunki ilościowe, strukturę sieci powiązań pokarmowych, strukturę przestrzenną rozmieszczenia gatunków i powiązania interakcyjne, wytwarzając specyficzną strukturę biocenozy,
- zasada autonomii układu ekologicznego – każdy ekosystem charakteryzuje się odrębnością terytorialną, organizacją wewnętrzną oraz specyfiką powiązań i wzajemnych oddziaływań w jego obrębie, a procesy wewnątrz ekosystemu są sterowane głównie układem stosunków wewnętrznych,
- zasada równowagi ekologicznej – pełny układ ekologiczny znajduje się w stanie równowagi dynamicznej, układ stosunków i przebieg procesów wewnętrznych oscyluje wokół pewnego poziomu, który jest wynikiem wzajemnego dostosowania się,

*Zasady  
ekologiczne*



- zasada sukcesji ekologicznej – rozwój układu ekologicznego odbywa się stopniowo w wyniku zwiększania poziomu integracji składowych oraz ich dostosowania do zmieniających się w długim odcinku czasowym warunków środowiska, w następstwie powstaje coraz większa stabilizacja układu.

### Eutrofizacja – przykład naruszenia prawa ekologicznego

#### *Eutrofizacja*

Przykładem naruszenia praw ekologicznych jest na przykład eutrofizacja wód śródlądowych, przejawiająca się masowym kwitnięciem glonów na powierzchni zbiorników wodnych, czasami też rzek. Eutrofizacja, czyli wzrost żyzności, jest w zasadzie naturalnym procesem następującego starzenia się wód, powodowanym ich wzbogaceniem w substancje biogenne spływające z wysoczyzn, zwłaszcza z pól. Powszechnie wiadomo, że podstawowymi czynnikami, które decydują o stopniu eutrofizacji wód, są związki fosforu i azotu. Uważa się, że właśnie fosfor<sup>3</sup> intensyfikuje wzrost glonów, sinic i makrofitów, czyli produkcję pierwotną w wodnych ekosystemach. Obecnie głównymi źródłami przyspieszonej eutrofizacji wód są ścieki zarówno komunalne (bytowo-gospodarcze) jak i przemysłowe (na przykład z zakładów przemysłu spożywczego, chemicznego) oraz rolnictwo, w tym hodowla zwierząt. Dopływ związków organicznych, a w nich substancji biogennych (fosforu i azotu w naturalnych warunkach występujących w niewielkich, ograniczających produkcję pierwotną, ilościach) powoduje niekorzystne zmiany – zwiększenie zagęszczenia glonów i zmianę w biocenozie<sup>4</sup>. Nadmierny rozwój glonów planktonowych jak i nitkowatych oraz makrofitów w zbiornikach zmniejsza przezroczystość wody. Rozkład dużej produkcji biomasy roślinnej pochłania tlen z głębszych warstw wody, obniżając stężenie tlenu rozpuszczonego. Deficyty tlenowe wywołują procesy beztlenowe (występowanie siarkowodoru) i niekorzystne zmiany w składzie gatunkowym zespołów ekologicznych, zasiedlających poszczególne strefy jezior (m.in. śnięcie ryb).

<sup>3</sup> Mniej więcej połowa fosforu w ściekach odprowadzanych do wód pochodzi z detergentów. W wielu krajach wycofano z produkcji i stosowania środki piorące zawierające fosforany. W Polsce wprowadzono zakaz stosowania detergentów zawierających powyżej 6% fosforanów w przeliczeniu na fosfor.

<sup>4</sup> Jeziora, których fitoplankton był zdominowany przez okrzemki i zieleńce, zmieniały się w takie, w których głównym składnikiem stały się sinice. Sinice są glonami kłopotliwymi, ponieważ przy obfitości substancji pokarmowych stają się niezwykle liczne i tworzą na silnie eutroficznych jeziorach pływający kożuch. Nie są one zjadane przez zooplankton czy ryby, które wolą inne glony (zieleńce). Ponadto niektóre gatunki sinic wytwarzają związki chemiczne silnie toksyczne dla zooplanktonu.

W latach 60. i 70. XX wieku postępującą eutrofizację – niekorzystną z przyrodniczego i gospodarczego punktu widzenia – obserwowano głównie w jeziorach. Wzrastająca ilość ścieków (często surowych, czyli nieoczyszczonych, odprowadzana do rzek, zwanych odbiornikami) oraz budowa retencyjnych zbiorników spowalniających przepływ wody w rzece rozciągnęła zjawisko eutrofizacji na ciekach wodne. Z Raportu Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska (z 1998 roku) wynika, że w Polsce ponad 85% analizowanych jezior charakteryzuje się stężeniem fosforu całkowitego i przezroczystością wód typową dla jezior eutroficznych<sup>5</sup>. Oddawanie do użytku nowych oczyszczalni ścieków, modernizacja starych i poprawa ich eksploatacji sprawiają, że zasięg wód zanieczyszczonych substancjami biogennymi w ostatnich latach ulega systematycznemu zmniejszeniu. Wciąż jednak zaledwie 7% krajowych ścieków komunalnych, które są odprowadzane do rzek poddano wcześniej wysoce efektywnemu oczyszczeniu z usunięciem substancji biogennych. Objawy eutrofizacji w ciekach występują na nizinnych odcinkach głównych rzek Polski: Wisły, Odry, Bugu i Warty oraz Noteci i Kamiennej, a także na krótkich odcinkach przy ujściu Narwi, Wisłoki i Wieprza. Eutrofizacja wód śródlądowych jest problemem ogólnoeuropejskim. Stan jezior w Polsce zbliżony jest do sytuacji stwierdzanej w zbiornikach Anglii, Hiszpanii, Rumunii, Danii i Holandii. Rzeki polskie – w stosunku do rzek europejskich – odznaczają się wyższymi stężeniami fosforu podobnie jak rzeki Belgii i Wielkiej Brytanii. Z kolei zanieczyszczenie wód śródlądowych związkami azotu jest w Polsce kilkakrotnie mniejsze niż w krajach Europy Zachodniej o bardzo intensywnej produkcji rolnej z użyciem znacznej ilości sztucznych nawozów azotowych. Aby poprawić stan wód zdegradowanych, należy przeprowadzić zabiegi rekultywacyjne. Samo ograniczanie ładunku zanieczyszczeń (dostających się do jezior i rzek z tzw. źródeł punktowych i powierzchniowych) jest niestety niewystarczające. Najczęściej stosowaną metodą rekultywacyjną jest napowietrzanie wód, wspomagane często zastosowaniem struktur Bio-Hydro, działających jako biologiczny filtr redukujący koncentrację związków biogennych w wodzie. Prace rekultywacyjne prowadzone są obecnie na licznych jeziorach, m.in. kartuskich, swarzędzkich, kortowskich.

*Jeziora**Rzeki**Zabiegi  
rekultywacyjne*

<sup>5</sup> Ocena stanu troficznego jezior wg kryteriów OECD (Organization for Economic Cooperation and Development – Międzynarodowa Organizacja Współpracy Gospodarczej i Rozwoju) dotyczyła pojezierzy: Zachodniopomorskiego (37 badanych jezior), Wschodniopomorskiego (28), Południowopomorskiego (55), Wielkopolskiego (51), Leszczyńskiego (5), Lubuskiego (17), pradolina toruńsko-eberswaldzka (21), Chełmińsko-Dobrzyńskiego (31), Mazurskiego (81), Litewskiego (17), Podlaskiego (15).

Stosunki między organizmami i środowiskiem są skomplikowane i uwarunkowane wieloma czynnikami. Koncepcja czynników ograniczających umożliwia ekologom badanie złożonych sytuacji, ponieważ wiadomo, że nie wszystkie możliwe czynniki abiotyczne i biotyczne są równie ważne dla danego gatunku w konkretnej sytuacji. Jeśli organizm ma ograniczone granice tolerancji w stosunku do czynnika zmiennego w środowisku, to może on być czynnikiem ograniczającym (na przykład dostęp do tlenu dla zwierząt w środowisku wodnym). Zadaniem ekologów jest stwierdzenie metodą obserwacji, analizy i eksperymentu, który czynnik ma znaczenie decydujące i w jaki sposób wpływa na osobnika, populację lub biocenozę. Uogólnienia obserwacji poczynionych w naturze (lub laboratoriach) to prawidłowości i zasady lub prawa ekologiczne, które określają powiązania wszystkich organizmów – w tym człowieka – ze środowiskiem. Różnica polega na pewności stwierdzeń – tylko prawa mają charakter deterministyczny. Prawo minimum, sformułowane przez Liebiga – pioniera badań nad wpływem różnych czynników pokarmowych na wzrost roślin, stosuje się do substancji chemicznych (tlen, fosfor, bor itp.) niezbędnych do fizjologicznych procesów wzrostu i rozmnażania. Inne czynniki i ograniczający wpływ maksimum obejmuje prawo tolerancji Shelforda. Naruszenie tych praw przez człowieka wywołuje zwykle niekorzystne skutki w ekosystemach. Przykładem jest zjawisko eutrofizacji wód śródlądowych.

### 3. Autekologia i synekologia

#### SŁOWA KLUCZOWE:

działy ekologii, pojęcia i zasady dotyczące organizacji życia na poziomie gatunku, pojęcia i zasady dotyczące organizacji życia na poziomie biocenozy.

#### Działy ekologii

*Ekologia – działy* Ekologię jako naukę dzieli się na autekologię i synekologię. **Autekologia** zajmuje się badaniami poszczególnych organizmów lub biologią gatunku, głównie pod kątem przystosowań do środowiska. **Synekologia** zajmuje się badaniem grup organizmów tworzących pewną całość. Odum (1982) jako przykład przedmiotu badań autekologicznych podaje okazy dębu białego lub drozda z gatunku *Hylocichla mustelina* w ich naturalnych miejscach bytowania. Natomiast badania lasu, w którym występują różne organizmy, m.in. dęby białe i drozdy, byłyby badaniami synekologicznymi.

Ekologię, podobnie jak całą biologię, można dzielić także według grup systematycznych, na przykład na ekologię mikroorganizmów, ekologię roślin, zwierząt, ekologię kręgowców, bezkręgowców, owadów.

## Pojęcia i zasady dotyczące organizacji życia na poziomie gatunku

Podstawowymi jednostkami w ekologii, jak już wielokrotnie wspomina-  
no, są organizmy i grupy organizmów, populacje, które tworzą gatunek.  
Gatunek jest zasadniczą kategorią w klasyfikacji hierarchicznej i jego  
znaczenie w ekologii jest równie duże jak w każdej innej dyscyplinie nau-  
k biologicznych. Problemowi gatunku poświęcono liczne tomy książek  
(Matile 1993). W praktyce nazywamy gatunkiem okazy, które biolog  
(ekolog) potrafi odróżnić i nauczyć innych, jak je rozpoznawać<sup>6</sup>. W syste-  
matyce, czyli nauce o różnorodności organizmów, gatunek rozpatruje  
się i opisuje w kategoriach morfologicznych, biologicznych i ewolucyj-  
nych. Kategoria morfologiczna wywodzi się bezpośrednio z typologicz-  
nej koncepcji gatunku odpowiadającej pojęciu *eidos* (forma, istota) w fi-  
lozofii platońskiej. W tym ujęciu gatunek określany jest wyłącznie na  
podstawie cech morfologicznych wyrażających skład genetyczny osobnika.  
Cechy uwarunkowane genetycznie nazywamy genotypem. Każdy  
genotyp reaguje na oddziaływanie zmiennych czynników środowiska  
tworząc tym samym fenotyp – wynik współdziałania genotypu i czynni-  
ków środowiska (na przykład fenotyp pasożyta podlega zmianom, które  
wynikają z oddziaływań między jego genotypem a fenotypem żywiciela  
i środowiska zewnętrznego.) W najczęściej stosowanym ujęciu biologicz-  
nym **gatunek** definiuje się jako grupę osobników wzajemnie się krzyżu-  
jących i nie mogących się krzyżować z osobnikami innego gatunku. Ta

*Gatunek*

definicja zbudowana jest na kryterium izolacji rozrodczej, dzięki któremu  
powstaje wspólna pula genowa grupy naturalnych populacji krzyżu-  
jących się wzajemnie. W przeciwieństwie do gatunku typologicz-  
no-morfologicznego i biologicznego gatunek ewolucyjny (inaczej chro-  
nologiczny) jest linią (sekwencją) populacji od przodków do potomków,  
która ewoluuje w oddzieleniu od innych.

*Specjacja*

**Specjacja**, czyli powstawanie nowych gatunków, co powoduje  
wzrost różnorodności biologicznej, zachodzi, gdy swobodny przepływ  
genów (w obrębie wspólnej puli genowej) ulegnie przerwaniu przez ja-  
kiś mechanizm izolujący. Może nim być izolacja geograficzna (na przy-  
kład izolacja zięb na wyspie Galapagos), mówimy wówczas o specjacji al-

<sup>6</sup> Matile w opracowanej ze współpracownikami publikacji podaje przykład plemienia Fore z Nowej Gwinei, które dysponuje 110 nazwami gatunkowymi ptaków, gdy naukowcy znają 120 gatunków na tym obszarze. W 93 przypadkach gatunki tubylców odpowiadają dokładnie gatunkom ornitologów, w 4 przypadkach krajowcy mają inne nazwy dla samców i samic tego samego gatunku (dotyczy to ptaków rajszych), a w 9 przypadkach krajowcy nadają jedną nazwę dla dwóch lub więcej gatunków, które ornitolodzy uważają za wyjątkowo bliskie, ale odróżnialne.

lopatrycznej. Jeśli zaś izolacja zachodzi na tym samym obszarze jako wynik funkcjonowania mechanizmów ekologicznych lub genetycznych, możliwa jest specjacja sympatryczna. Po raz pierwszy wyraźnie zaobserwowano ją u roślin wyższych, u których poliploidalność (zwielokrotnienie liczby chromosomów) spowodowała bezpośrednio pełną izolację genetyczną, powstawanie mieszańców. Samozapłodnienie i rozmnażanie bezpłciowe jest bardziej rozpowszechnione u roślin niż u zwierząt. Przykładem izolującego czynnika ekologicznego jest powszechnie znany mechanizm przemysłowy – na przykład ewolucja motyli włoścacza nabrzozka, który w uprzemysłowionych terenach Anglii wytworzył formy ciemno ubarwione (Odum 1982). Kora drzew bowiem stała się tam ciemna od pyłów przemysłowych, zabijających porosty, które normalnie nadawały korze jasną barwę. Doświadczalnie wykazano, że ciemne motyle lepiej przeżywały na ciemnych (pokrytych pyłem) drzewach, jasne zaś na drzewach o niezanieczyszczonej korze.

Relacjami między osobnikiem i gatunkiem a środowiskiem zajmuje się, jak już wspomniano, autekologia – nazywana też ekologią fizjologiczną. Zagadnienia związane z biologią gatunku wchodzi również w zakres biologii środowiskowej. Ekologii pojedynczych gatunków dotyczą tzw. zasady autekologiczne, sformułowane przez Augusta Thiennemanna, które brzmią następująco:

*Zasady autekologiczne*

- żywe organizmy są związane ze swym otoczeniem przede wszystkim potrzebami życiowymi,
- wymagania organizmu wynikają z jego przystosowań morfologicznych, fizjologicznych, które pozostają w ścisłym związku z właściwościami miejsca bytowania.

### **Pojęcia i zasady dotyczące organizacji życia na poziomie biocenozy**

---

*Synekologia – biocenologia*

W przyrodzie organizmy nie występują same, lecz zawsze w otoczeniu innych osobników należących do wielu różnych gatunków. Badaniem populacji różnogatunkowych zajmuje się **synekologia** zwana też **biocenologią**. Wszystkie populacje zajmujące określoną przestrzeń, czyli środowisko fizyczne, stanowią więc biocenozę. Populacje te są ze sobą powiązane biologicznie i ekologicznie charakteryzują się też stabilnością.

Biocenoza wykazuje cechy charakterystyczne, których nie mają poszczególne populacje czy osobniki wchodzące w jej skład. Funkcjonuje ona dzięki wzajemnym powiązaniom metabolicznym i tworzy całość o charakterystycznej strukturze troficznej i przepływie energii. Popula-

cje tworzące biocenozę wpływają na kształtowanie środowiska życia organizmu, czyli **biotopu**. Biocenoza i siedlisko funkcjonują razem tworząc układ ekologiczny zwany **ekosystemem**. W każdym ekosystemie występują zależności homotropowe (oddziaływania między osobnikami tego samego gatunku, na przykład rozmnażanie, działanie feromonów) i zależności heterotropowe (oddziaływania między różnymi gatunkami, na przykład pasożytami i ich żywicielami, pasożytami i roślinami).

*Biotop**Ekosystem*

Biocenoza jest zbiorem populacji wszystkich gatunków żyjących w określonej przestrzeni. Zdaniem niektórych autorów:

*Biocenoza*

- warunkiem minimum istnienia biocenozy jest wspólna obecność na danym terenie pewnej liczby gatunków,
- te same zestawy gatunków powtarzają się w czasie i przestrzeni, czyli można wyróżnić typ biocenozy o stałym składzie,
- biocenozy mają tendencję do utrzymywania się w stanie dynamicznej równowagi, czyli mają zdolność do samoregulacji – homeostazy<sup>7</sup>.

Ekologowie zajmujący się biocenozami analizują ich właściwości, które są inne niż dla populacji. **Cechami charakterystycznymi biocenz** (roślinnych, zwanych fitocenzami, i zwierzęcych – zoocenz) jest: struktura warstwowa i struktura dominacyjna, skład gatunkowy i względna liczebność, struktura troficzna (stosunki pokarmowe gatunków w bioceniez określają przepływ energii i obieg materii).

*Cechy biocenz*

Najważniejszą cechą charakterystyczną poziomu organizacji biologicznej biocenz jest bogactwo gatunkowe (**bioróżnorodność**). Jednym z głównych mierników jest **wskaźnik zróżnicowania**, który wyraża się prostym stosunkiem całkowitej liczby gatunków do całkowitej ich liczebności albo liczbą gatunków przypadającą na jednostkę powierzchni. Biologiczna różnorodność<sup>8</sup> jest warunkiem dobrze prosperującego ekosystemu, występuje więc w siedliskach i ekosystemach o większej produktywności. Liczne powiązania międzygatunkowe widoczne są w łańcuchach troficznych, tworzących poziomy pokarmowe. Podstawową bazę pokarmową stanowią zawsze gatunki samożywne (autotrofy), głównie

*Biologiczna różnorodność*

<sup>7</sup> Homeostazą jest też utrzymywanie stanu względnej stałości środowiska wewnętrznego organizmów mimo zmieniających się czynników zewnętrznych. Na przykład, temperatura ciała człowieka musi być utrzymywana na poziomie bliskim 37°C. Długotrwałe odchylenia od tej wartości o zaledwie kilka stopni w górę (przegrzanie – hipertemia) lub w dół (ochłodzenie – hipotermia) mogą powodować bardzo daleko idące negatywne skutki dla organizmu (Kolarzyk 2000). Większość mechanizmów homeostatycznych oparta jest na zasadzie ujemnego sprzężenia zwrotnego.

<sup>8</sup> W rozumieniu Konwencji o Różnorodności Biologicznej (1992) różnorodność biologiczna to „zróżnicowanie wszystkich żywych organizmów występujących na Ziemi w ekosystemach lądowych, morskich i słodkowodnych oraz w zespołach ekologicznych, których są częścią; dotyczy to różnorodności w obrębie gatunku, pomiędzy gatunkami oraz różnorodności ekosystemów”.

rośliny, które są pokarmem dla heterotrofów (roślinożercy, drapieżnicy, pasożyty). Rolę jaką dany gatunek pełni w biocenozie – na przykład jakie są jego potrzeby pokarmowe i jak wpływa na inne ożywione i nieożywione składniki środowiska – określamy mianem niszy ekologicznej<sup>9</sup>. Są gatunki o mniejszych i większych możliwościach adaptacyjnych do zmieniającego się środowiska, bardziej lub mniej wyspecjalizowane.

*Gatunki dominujące*

Dziesiątki zależności powodują, że w biocenozie występują **gatunki dominujące** – kluczowe, od których zależy utrzymanie właściwej równowagi środowiska także dla innych gatunków. Żaden gatunek nie jest wyposażony jednak w takie możliwości biologiczne, by dopasować się do każdej niszy ekologicznej. Oczywiście jest, że nie ma takiego gatunku, który mógłby przeżyć w środowisku bez wzajemnego oddziaływania z innymi gatunkami.

Głównymi dominantami biocenoz lądowych (i to nie tylko wśród autotrofów) są zwykle rośliny nasienne, ponieważ w bardzo zróżnicowany sposób przekształcają środowisko fizyczne i dostarczają pożywienia oraz schronienia liczny gatunkom.

Ekologia jako dziedzina nauk biologicznych zajmuje się poziomami organizacyjnymi życia wyższymi niż pojedynczy osobnik. Autekologia, nazywana też ekologią fizjologiczną, jest częścią ekologii i zajmuje się relacjami między populacjami jednego gatunku a środowiskiem. Zagadnienia związane z biologią gatunku wchodzi też w zakres biologii środowiskowej (utożsamianej przez niektórych autorów z ekologią). W synekologii, czyli biocenologii (także części ekologii) podstawą jednostką jest biocenoza, dzielona czasami na fito- i zoocenozę. Siedliskiem biocenozy jest biotop, a nisza ekologiczna określa sposób zdobywania pokarmu przez organizmy. Jeśli dwa różne gatunki zajmują ten sam obszar, to muszą mieć różne nisze.

Biocenozy można klasyfikować na podstawie głównych cech strukturalnych, takich jak gatunki dominujące lub wskaźnikowe, fizyczne środowisko biocenozy (siedliska), lub właściwości funkcjonalnych, takich jak typ metabolizmu biocenozy.

Pojęcie biocenozy ma duże znaczenie dla ekologii stosowanej. Na przykład biologiczna walka z komarami jest często bardziej skuteczna niż chemiczna, gdyż polega na częściowej zmianie biocenozy zbiornika wodnego poprzez wprowadzenie drobnych larwożernych ryb karpiowatych. Dobrym sposobem na przydrożne chwasty jest rezygnacja z zaorywania poboczy dróg i wprowadzenie tam trwałej roślinności, z którą chwasty nie mogą konkurować. Losy populacji ludzkiej, podobnie jak owadów i roślin, zależą od charakteru biocenoz (i ekosystemów).

<sup>9</sup> W 1917 roku J. Grinnell jako jeden z pierwszych użył terminu nisza, który rozumiał jako część siedliska. Obecnie stosowana definicja niszy ekologicznej – jako funkcji organizmu w biocenozie – odpowiada koncepcji Eltona z roku 1927 i Hutchinsona z 1958 roku.

## 4. Systematyka w ekologii

### SŁOWA KLUCZOWE:

podstawy systematyki, różnorodność biologiczna na przykładzie bezkręgowców.

### Podstawy systematyki

Rozważania nad rolą i wkładem systematyki do ekologii najlepiej dokumentuje następująca opinia Charlesa S. Eltona (1947)<sup>10</sup>: „Mówiąc początkującym ekologom o warunkach postępu ekologii nie sposób przeoczyć zależności tego postępu od prawidłowego oznaczania oraz od istnienia wypracowanych podstaw systematycznych dla wszystkich grup zwierząt. Jest to podstawa wszystkiego, bez systematyki ekolog staje się bezradny, a jego praca bezużyteczna”. Termin systematyka pochodzi od zlatynizowanego słowa greckiego *systema*, używanego dla systemów klasyfikacyjnych przez Linneusza (autora *Systema naturae* – pierwsze wydanie w 1735 roku). Systematyka to naukowe poznanie i opis różnorodności istot żywych, poszukiwanie natury i przyczyn zarówno podobieństw, jak i różnic, ukazywanie stosunków pokrewieństwa istniejących między nimi oraz opracowanie klasyfikacji<sup>11</sup>, tłumaczącej te pokrewieństwa (ryc. 3.4). Teoria i praktyka klasyfikowania organizmów nazywa się taksonomią.

*Systematyka*

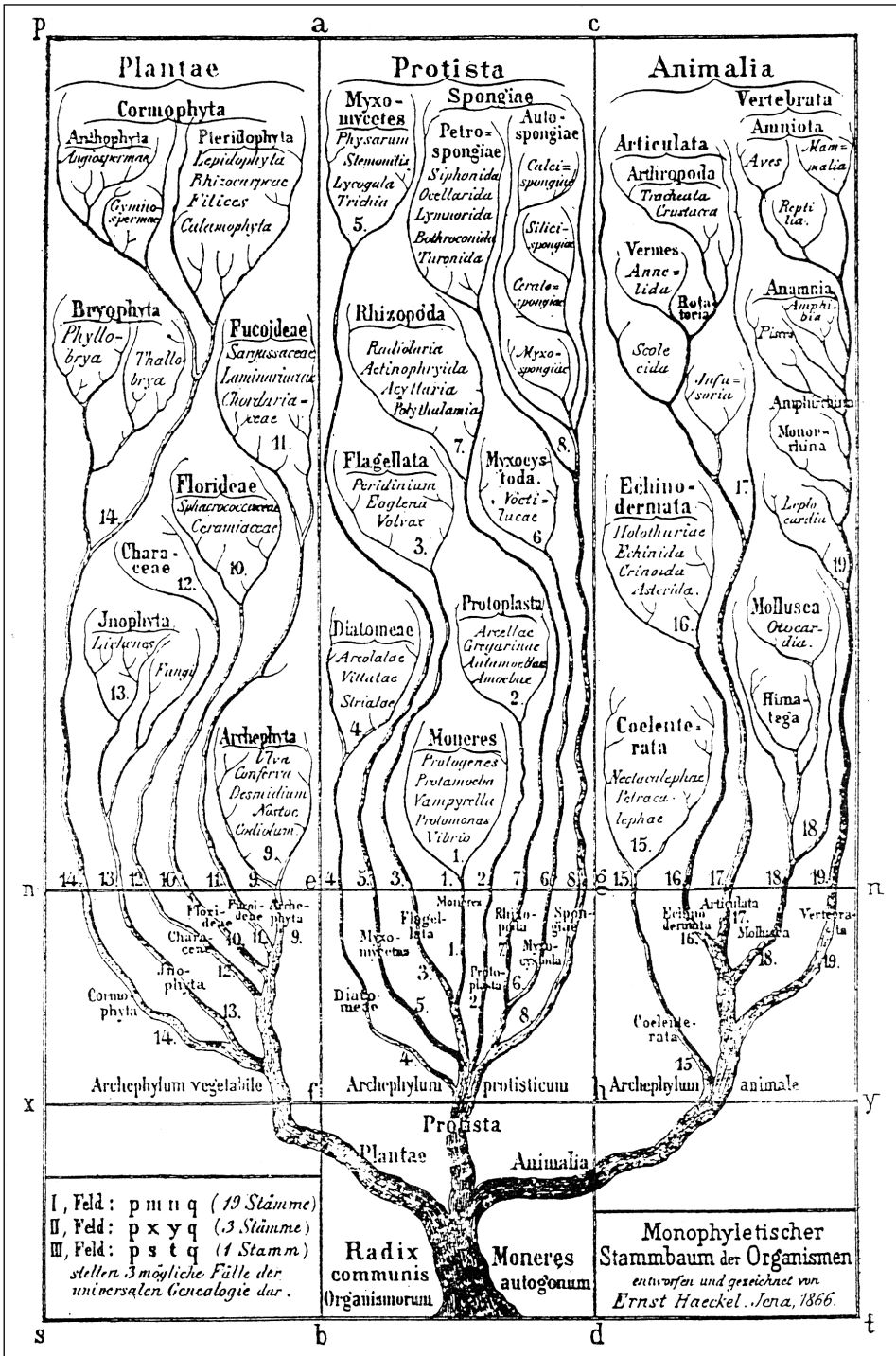
*Taksonomia*

Obowiązujące zasady klasyfikowania organizmów oparte są na naukowych podstawach, które wprowadził szwedzki przyrodnik Linneusz w XVIII wieku wyróżniając pięć podstawowych kategorii systematycznych (gromada, rząd, rodzaj, gatunek i odmiana) oraz dwuimienne nazewnictwo (binominalna nomenklatura). Wystarczyło to do sklasyfikowania 4162 gatunków, które znał Linneusz (liczba dziś poznanych i opisanych gatunków wynosi ok. 1,75 mln). Obecnie najwyższą kategorią w systematyce organizmów jest królestwo (*regnum*), niższymi: typ (*phylum*), gromada (*classis*), rząd (*ordo*), rodzina (*familia*), rodzaj (*genus*), gatunek (*species*), a odmiana została zastąpiona podgatunkiem (*subspecies*). W bardziej rozbudowanych systematykach wprowadza się, począwszy od rodzaju, nad- i podkategorie, na przykład nadrodzaj (*supergenus*), podrodzaj (*subgenus*), nadtyp (*supertypus*), podtyp (*subtypus*) i podkrólestwo (*subregnum*). Obowiązujące reguły tworzenia i stosowania nazw systematycznych można znaleźć w stosowanych dokumentach, na przykład

<sup>10</sup> Elton, C. – amerykański ekolog, autor pierwszego podręcznika z ekologii zwierząt *Animal Ecology*, Londyn 1947 (s. 209).

<sup>11</sup> Klasyfikacja jako rezultat pracy taksonoma (na przykład opracowanie klasyfikacji naczelnych) różni się zasadniczo od procesu oznaczania gatunków, na przykład wg kluczy diagnostycznych.





Ryc. 3.4. Drzewo genealogiczne w ujęciu Haeckla (wg Mayra, 1977).

w odniesieniu do nazw zwierząt jest to *Międzynarodowy Kodeks Nomenklatury Zoologicznej* – zbiór przepisów i zaleceń zatwierdzonych przez międzynarodowe kongresy uczonych (Mayr 1974). Osoba, która pierwsza opublikowała opis gatunku, zawsze nadaje nazwę gatunkowi w brzmieniu łacińskim i wyznacza jeden okaz jako holotyp, a jeśli dysponuje większą liczbą okazów, pozostałe określa jako paratypy, które przechowywane są w muzeach. Nazwisko autora nie stanowi części nazwy taksonu, ale powinno być cytowane wraz z datą opisu w pracach systematycznych (w całości albo w skrócie, jeżeli jest długie i w dodatku powszechnie znane, na przykład L. = Linneusz. Przykładem może być nazwa gatunkowa pchły ludzkiej – *Pulex irritans* L., 1758). Jeżeli gatunek nie został jeszcze określony, czyli autor jeszcze nie nazwał gatunku albo nie zaklasyfikował do gatunku, stosuje się nazwę rodzajową ze skrótem sp. (od łac. *species* – gatunek) lub spp., gdy rodzaj obejmuje więc niż jeden gatunek. Od królestwa zwierząt do rzędu nie ma reguł nomenklatorycznych, które umożliwiłyby odgadnięcie z nazwy rangi taksonu. Dopiero nazwy z grupy rodziny mają standardowe końcówki, które dodaje się do tematu nazwy rodzaju (na przykład nadrodzina *Musc-oidea*, rodzina *Musc-idae*, podrodzina *Musc-inae*). W systematyce roślin wszystkie nazwy, poczynając od szczebla rodziny w górę systemu, mają końcówki określające kategorię taksonomiczną. Przy nazwisku autora nazwy nie umieszcza się daty.

Łacińskie nazwy taksonów wyróżnia się zwyczajowo w tekście kursywą, mimo że jest to obecnie obowiązkowe tylko w nazwach szczebla rodzajowego i gatunkowego. Oprócz naukowych nazw łacińskich (łacina była międzynarodowym językiem europejskich uczonych od średniowiecza aż do XVIII wieku i większość rozpraw naukowych napisano w tym języku) istnieją nazwy potoczne dla wielu gatunków lub grup zwierząt i roślin, które piszemy małymi literami i nie wyróżniamy kursywą. Nazwa jest najkrótszą i najbardziej zwięzłą informacją o danej kategorii systematycznej. Zawiera ona charakterystyczne, bo wyróżniające daną grupę, wspólne cechy – kryteria klasyfikacyjne. Są to najczęściej właściwości morfologiczno-anatomiczne, fizjologiczne (dotyczące sposobu rozrodu i rozwoju), biologii cykli rozwojowych oraz ekologii, na przykład interakcji z innymi organizmami, znaczenia danej grupy w biocenozach lub dla gospodarki i zdrowia człowieka<sup>12</sup>. Bogactwo żywych organizmów – mierzone liczbą gatunków – jest pierwszą i najstarszą koncepcją różnorodności biologicznej (*ang. biodiversity*). Dzisiejsza różnorodność jest wy-

<sup>12</sup> Przykładem takiego systematyczno-ekologicznego opisu jest charakterystyka pasożytów w *Ćwiczeniach z parazytologii dla studentów biologii* (Lonc, Złotorzycka, Wrocław 1955, s. 278).

Czas  
geologiczny

nikiem długiego ewolucyjnego procesu – mierzonego miliardami lat. Wiedza o historii Ziemi w skali miliardów lat jest niezbędna, ale i bardzo trudno ją uzyskać. Aby ułatwić studentom zrozumienie tej skali czasowej, zwykle w podręcznikach przyrównuje się wiek Ziemi do jednego roku kalendarzowego. W ten sposób każda sekunda odpowiada 143 latom, a każdy dzień to 12,35 mln lat ziemskiej historii. Nasza planeta formowała się ok. 4,5 mld lat (w czasie umownym powstanie Ziemi przypada więc na 1 stycznia). Od 3,8 mld lat (10 lutego) zapewnia warunki umożliwiające życie autotrofoom, pierwsze ślady życia w formie rozwiniętych jednokomórkowych prokariotów (stromatolity) i obecność tlenu w wodzie określa się na 3,2 mld lat temu (16 kwietnia). Dwa miliardy lat temu (16 lipca) było już 1% tlenu w atmosferze i zaczęła się formować osłona ozonowa (por. rozdział VI, Atmosfera). Pojawienie się eukariotów przyspieszyło metabolizm tlenowy. W ustalonym składzie wód w oceanach (1,0 mld lat temu, czyli 1 października) pojawiły się pierwsze bardziej skomplikowane organizmy wielokomórkowe. Bezkręgowce (zapewniające 10% tlenu w atmosferze) obecne są na Ziemi już 700 mln (czyli od 12 listopada), a pierwsze rośliny lądowe – 400 mln lat (od 28 listopada), dinozury wymarły zaś 65 mln lat temu (26 grudnia). Człowiek pojawił się 5–4 mln lat temu, czyli w ostatnim dniu umownego roku, o godzinie osiemnastej.

Klasyfikacja  
organizmów

Niewątpliwie najstarszymi mieszkańcami Ziemi (egzystującymi tu już ponad trzy miliardy lat) są bakterie, które wraz z sinicami (cyanobakterie) zalicza się do *Prokaryota* (*Monera*), czyli jednokomórkowców bez mitochondrium i błony jądrowej<sup>13</sup>. Bakterie, z których tylko kilka procent to czynniki etiologiczne chorób zakaźnych (infekcyjnych), podobnie jak chorobotwórcze dla człowieka, zwierząt i roślin wirusy, są przedmiotem zainteresowań mikrobiologii i wirusologii. Niektórzy taksonomowie łączą wszystkie jednokomórkowe organizmy (bakterie, sinice, glony, wiciowe grzyby oraz pierwotniaki) w jedną, niezależną od roślin i zwierząt grupę zwaną *Protista*. Zastosowanie mikroskopu elektronowego do badania struktur komórkowych oraz technik biologii molekularnej do ustalania pokrewieństwa na podstawie sekwencji nukleotydów w kwasach nukleinowych (rRNA) pozwoliło na uzyskanie pełniejszego obrazu zależności systematycznych w obrębie *Eukaryota*, czego dowodem jest wydzielenie aż sześciu królestw: *Archezoa* i *Protozoa* (pierwotniaki *sensu*

<sup>13</sup> Bakterie i sinice zalicza się do tzw. niższych prokariotycznych drobnoustrojów (*Prokaryota*), które nie mają prawdziwego jądra, a substancja chromatynowa (DNA) zanurzona jest w cytoplazmie. Wyższe drobnoustroje posiadające prawdziwe jądro, czyli otoczone błoną jądrową, zalicza się do *Eukaryota*.

*largo*), *Chromista* (roślinne wiciowce), *Plantae* (rośliny wyższe), *Fungi* (grzyby) i *Animalia* (*Metazoa* czyli wielokomórkowe zwierzęta).

Ukształtowana miliardami lat różnorodność biologiczna jest obecnie kluczem do utrzymania całości ekosystemów, w których żyjemy. Każdy gatunek jest bowiem niepowtarzalną całością z unikatową historią ewolucji i zestawem genów, odpowiada także za resztę biocenozy. Struktura i fizjologia tej różnorodności nie jest jednak taka sama na całej kuli ziemskiej. Zróżnicowanie życia w tropikach kontrastuje z ubogą florą i fauną w strefach zimnych i podbiegunowych. Zdaniem biogeografów i paleontologów obecność wielu zróżnicowanych gatunków na danym terenie należy tłumaczyć nieprzerwanym występowaniem sprzyjających warunków środowiska (brak na przykład takich katastrof klimatycznych jak zlodowacenie), w których biocenozy kształtowały się w niezmienny sposób przez długi okres podczas ewolucji. Przykładem roli czasu w wytwarzaniu różnorodności gatunkowej może być Jezioro Bajkał, które jest jednym z najstarszych na świecie zbiorników położonym w strefie umiarkowanej. W głębokich wodach Bajkału żyje 580 gatunków bentosowych bezkręgowców, porównywalne Wielkie Jezioro Niewolnicze (w pokrytej łądolodem północnej Kanadzie) zawiera tylko 4 gatunki. W Ekwadorze można spotkać siedem razy więcej gatunków ptaków niż w Nowej Anglii na podobnej powierzchni. Drugim czynnikiem, mogącym wpłynąć na różnorodność gatunkową przez liczbę dostępnych siedlisk, jest zróżnicowanie przestrzeni wewnątrz- i międzysiedliskowej. Inny model różnorodności gatunkowej zwierząt zakłada, że jest ona kształtowana przez różnorodność gatunkową roślin. Na przykład na pustyni Sonora różnorodność występujących gatunków ptaków jest związana z zagęszczeniem roślin (opuncje), wykorzystywanych do budowy gniazd.

W ochronie bioróżnorodności konieczna jest znajomość biologii gatunków, ich siedlisk, nisz ekologicznych oraz powiązań międzygatunkowych, w tym konkurencyjnych. Przykładem braku takiej znajomości była nieudana próba ochrony kilku gatunków słonorośli (halofilów) na terenie rezerwatu kołobrzeskiego (Strzałko, Mossor-Pietraszewska 2003). Aby uchronić te unikatowe gatunki przed wyginięciem, obszar ich występowania ogrodzono murem i tym samym wyeliminowano wypas zwierząt hodowlanych, który, jak się potem okazało, stanowił czynnik sprzyjający słonoroślom, gdyż eliminował rośliny konkurencyjne.

Zmniejszanie się bioróżnorodności, czyli utrata gatunków, prowadzi do utraty zasobów naturalnych odnawialnej przyrody, która podtrzymuje życie. W skali całej przyrody, ze względu na rolę jaką zagrożone gatunki odgrywały w ekosystemach, każda strata zmienia złożone drogi powią-

*Uwarunkowania  
bioróżnorodności*

zań i subtelnych zależności i jeśli ginie jakiś gatunek, mogą zniknąć inne z nim powiązane. Ocenia się, że utrata jednego gatunku rośliny grozi utratą kilku gatunków zwierząt, które się nią odżywiały lub korzystały z niej w inny sposób. Szczególnie trudne jest rozpoznanie roli gatunków kluczowych. Przykładem jest wyjaśnienie roli słoni w rezerwach Hluhl w Afryce Południowej oraz nietoperzy zapylających drzewa w Malezji<sup>14</sup>.

*Gatunki  
kluczowe*

Wyginiecie jednego gatunku powoduje również wymierne straty ekonomiczne: utrata zysków z połowów, szkody ponoszone przez wędkarzy, straty w leśnictwie czy turystyce. Z każdym straconym gatunkiem maleje też szansa na odkrycie i wprowadzenie nowej substancji, którą można by zastosować w medycynie. Farmakolodzy oceniają, że ponad 1500 gatunków pochodzących z lasów tropikalnych i ponad 500 gatunków organizmów morskich jest potencjalnym źródłem związków chemicznych do wykorzystania w terapii nowotworów.

Odwrotnością utraty – równie niekorzystną – jest pojawianie się w ustalonej biocenozie intruzów, czyli obcych gatunków. Nieświadome przeniesienie przez człowieka pasożytów wraz z żywicielami może spowodować zakłócenia w populacjach nowych żywicieli. Przywra *Fasciola magna* z kontynentu Ameryki Północnej została zawleczona w ubiegłym wieku do Europy. U amerykańskich żywicieli ostatecznych (jeleni wapiti) pasożyt nie wywołuje widocznych objawów chorobowych, ale u nowych europejskich żywicieli (bydła, owiec, człowieka) powoduje wyraźne objawy i zmiany patologiczne, które mogą być nawet przyczyną śmierci. Podobnie tasiemiec *Bothriocephalus acheilegnathi* przeniesiony z białym amurem (*Ctenopharyngodon idella*) z rzeki Amur do wód europejskich wywołał dużą śmiertelność populacji karpia występującej w tym ekosystemie.

### Różnorodność biologiczna na przykładzie bezkręgowców

Systematycy próbują ocenić liczbę wszystkich organizmów, które zostały rozpoznane i oznaczone jako gatunki lub rodzaje. Szacunkowe zasoby przyrody są wciąż orientacyjne. Z ogólnej liczby 1,75 mln dotychczas poznanych gatunków (UNEP-WCMC 2000) większość stanowią bez-

<sup>14</sup> Słonie uniemożliwiały drzewom tworzenie zwartych koron obgryzając ich gałęzie, a obgryzane krzewy nie wyrastały w las. Słonie utrzymywały więc mozaikowość wielu gatunków traw dla innych roślinożerców. Gdy ich zabrakło, okazało się również, że również trzy gatunki antylop i dzikie bawoły stały się gatunkami występującymi coraz rzadziej. Podobnie spadek liczebności nietoperzy, spowodowany osuszeniem bagien nadmorskich, gdzie kwiaty namorzynów (zarośla mangrowe) były źródłem ich pokarmu, spowodował brak owocowania drzew zapylanych przez nietoperze.

kręgowce (1,272 mln) – organizmy jednokomórkowe (pierwotniaki) oraz wielokomórkowe<sup>15</sup>. Dominują owady, które stanowią ponad połowę nazwanych gatunków (drugą co do liczby grupą są rośliny wyższe).

Ponieważ tylko w świecie zwierząt bezkręgowych występują pasożyty o dużym znaczeniu medycznym, a także dla turystyki i rekreacji, warto poznać ich biologię i umiejscowienie w ważniejszych jednostkach systematycznych (tab. 3.1). W Polsce człowiek może być żywicielem kilkunastu gatunków bezkręgowców, w tym przeszło 40 gatunków pasożytujących wewnątrz jego organizmu (Kadłubowski 1988).

Typ	Gromada	Pasożyty		Żywiciele, przenosiciele i rezerwuary pasożytów człowieka
		zwierząt	roślin	
Protoza**	<i>Zoomastigophorea</i>	+	+	-
	<i>Lobosea</i>	+	+	-
	<i>Actinipodea</i>	-	-	-
	<i>Sporozoea</i>	+	+	-
	<i>Kinetofragminophorea</i>	+	+	-
<i>Porifera</i>		-	-	-
<i>Coelenterata</i>	<i>Hydrozoa</i>	+	-	-
	<i>Scyphozoa</i>	-	-	-
	<i>Anthozoa</i>	+	-	-
<i>Platyhelminthes</i>	<i>Mesozoa</i>	+	-	-
	<i>Turbellaria</i>	+	-	-
	<i>Trematoda</i>	+	+	-
	<i>Cestoidea</i>	+	+	-
<i>Acanthocephala</i>	<i>Metacanthocephala</i>	+	+	-
<i>Nemathelminthes</i>	<i>Nematoda</i>	+	+	+
<i>Nemertina</i>	<i>Rotatoria</i>	+	-	-
	<i>Polychaeta</i>	+	-	-
	<i>Oligochaeta</i>	+	-	-
	<i>Hirudinea</i>	+	+	?
<i>Bryozoa</i>		-	-	-
<i>Brachiopoda</i>		-	-	-

<sup>15</sup> W obrębie królestwa zwierząt wielokomórkowych wyróżnia się – na podstawie negatywnej cechy diagnostycznej, czyli braku kręgosłupa – bezkręgowce (*Invertebrata*), do których należy ogromna większość organizmów (ok. 99% gatunków) oraz kręgowce (*Vertebrata*) z gromadami: ryby (*Pisci*), płazy (*Amphibia*), gady (*Reptilia*), ptaki (*Aves*) i ssaki (*Mammalia*). Szczegółowa biologiczna charakterystyka dostępna jest w wielu podręcznikach, na przykład Cz. Jura, *Bezkęrgowce. Podstawy morfologii funkcjonalnej, systematyki i filogenezy*, Warszawa 1996.

Typ	Gromada	Pasożyty		Żywiciele, przenosiciele i rezerwuary pasożytów człowieka
		zwierząt	roślin	
<i>Brachiopoda</i>		-	-	-
<i>Mollusca</i>	<i>Lamellibranchiata</i>	+	-	+
	<i>Cephalopoda</i>	-	-	-
	<i>Gastropoda</i>	+	-	+
<i>Arthropoda</i>	<i>Crustacea</i>	+	-	+
	<i>Arachnida</i>	+	-	+
	<i>Myriapoda</i>	-	-	?
	<i>Insecta</i>	+	+	+
<i>Echinodermata</i>		-	-	-
<i>Chordata</i>	<i>Ascidiae</i>	-	-	-
	<i>Cephalochorda</i>	-	-	-
	<i>Pisces</i>	-	-	+
	<i>Amphibia</i>	-	-	+
	<i>Reptilia</i>	-	-	+
	<i>Aves</i>	-	-	+
	<i>Mammalia</i>	-	-	+

Tab. 3.1. Miejsce pasożytów w ważniejszych jednostkach systematycznych (znak + oznacza występowanie, - brak pasożytów, żywicieli itp.; \*\* podkrólestwo).

**Pierwotniaki** (*Protozoa sensu lato*) – wśród ok. 65 000 opisanych jednokomórkowych gatunków (pierwotniaków w szerokim słowa znaczeniu) większość to wolno żyjące heterotrofy. Niektóre pełnią rolę symbiontów, komensali i drapieżników, a około 10 000 gatunków prowadzi pasożytniczy tryb życia. Pierwotniaki pasożytują najczęściej w przewodach pokarmowych zwierząt z wszystkich grup systematycznych (bezkęrgowców i kręgowców), także człowieka, wywołując niekiedy groźne choroby – przede wszystkim malarię<sup>16</sup>. Cechą wspólną pierwotniaków jest jednokomórkowa budowa ciała wielkości 1–1500  $\mu\text{m}$ , najczęściej od 1  $\mu\text{m}$  (mikrosporidia) do 150  $\mu\text{m}$  (orzęski). Wielkość i struktura pasożytniczych pierwotniaków bywa bardzo różna nawet w obrębie jednej gromady. Komórka, podstawowa jednostka biologiczna u wielokomórkowców, tutaj jest równoznaczna z całym organizmem, który prowadzi w pełni samodzielne życie osobnicze, produkując organizmy potomne przez podział (rozmnażanie bezpłciowe) lub w procesie płciowym

<sup>16</sup> WHO rejestruje rocznie ok. 200–300 mln zachorowań, umiera ok. 1,5 mln osób, głównie dzieci. Rozwój turystyki sprzyja przemieszczaniu chorób tropikalnych, na przykład w Polsce wykrywa się rocznie średnio kilkanaście przypadków zachorowań na malarię a w Wielkiej Brytanii ponad dwa tysiące.

z wytwarzaniem gamet. Cykle życiowe bywają bardzo złożone i obejmują różne typy rozmnażania. Środowisko życia zawsze jest wodne, dla pasożytów może to być powierzchnia ciała, światło narządów, płyny ustrojowe, cytoplazma, a nawet jądro komórki żywiciela. Większość jednokomórkowców ma pojedyncze jądro, u niektórych występuje zróżnicowanie jąder i cytoplazmy. Charakterystyczna jest subkomórkowa specjalizacja organelli, które pełnią funkcje lokomotoryczne, osmoregulacyjne i reprodukcyjne. Organellami ruchu mogą być wici (niekiedy występuje zwielokrotnienie) i rzęski (undulipodia), nibynóżki (pseudopodia), płatowate wypustki (lobopodia), błona falująca, niektóre gatunki lub stadia rozwojowe cechuje brak ruchu (akinetyzm). Pokarm pobierany jest osmotycznie przez powierzchnię ciała, drogą fagocytozy lub przez cytostom (resztki pokarmowe usuwane są wówczas przez otwór zwany cytopyge), funkcje organów trawienia i wydalania pełnią wodniczki (wakuole) pokarmowe i tętniące.

W ostatnich kilkunastu latach coraz częściej odnotowuje się wodnopochodne epidemie wywołane przez pasożytnicze pierwotniaki jelitowe – lamblie (*Giardia intestinalis*), ameby pełzakowe (*Entamoeba histolytica*) oraz kryptosporidia (*Cryptosporidium parvum*) i *Cyclospora cayetanensis* (Lonc, Sobczyński 2004). Dotychczas negatywne wyniki określenia miana coli zazwyczaj uważano za miarodajne zapewnienie, że woda jest wolna od patogenicznych drobnoustrojów jelitowych. Tę interpretację należy zmienić, ponieważ podczas wielu wodnopochodnych epidemii wykrywano cysty i/lub oocysty pasożyta przy jednoczesnym braku bakterii grupy coli – sanitarnego wskaźnika czystości wód. Występowanie wodnopochodnych epidemii chorób pasożytniczych jest także jedną z istniejących przyczyn malejącego zaufania konsumentów do jakości pitnej wody (Majewska 2003).

W grupie wielokomórkowych bezkręgowców, które stanowią ok. 99% wszystkich znanych gatunków zwierząt, wyróżnia się następujące typy:

**Mesozoa**, wielokomórkowce pośrednie (dzielą się na dwie gromady: *Mesozoa* *Rhombozoa* – rombowce i *Orthonectida* – prostopływce), mają stałe romboidalne kształty lub formę zmiennych plazmodiów. Wszystkie (ok. 50 gatunków) są pasożytami wewnętrznymi niektórych bezkręgowców morskich, na przykład głowonogów, pierścienic i rozgwiazd.

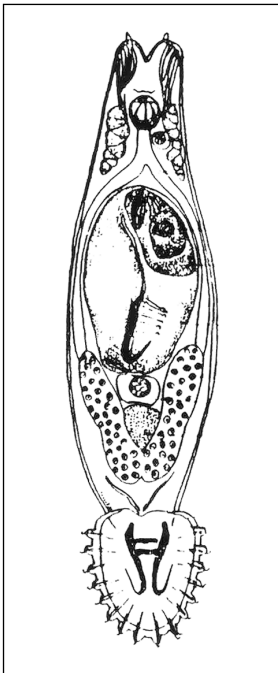
**Gąbki** (*Porifera* syn. *Spongiaria*) dzieli się (w zależności od rodzaju szkieletu) na trzy gromady: gąbki wapienne – *Calcarea*, krzemionkowe sześćoosiowe – *Hexactinellida*, różnoszkieletowe – *Desmospongiae*. Wśród kilku tysięcy wolno żyjących gąbek zaledwie kilka pasożytuje na morskich małżach.



**Parzydełkowce** (*Cnidaria*) – to tkankowce dwuwarstwowe, które mają specyficzne komórki obronne (parzydełka). Ich postaciami dojrzałymi są polipy i meduzy. Podział na trzy gromady (stułbiopławy – *Hydrozoa*, krażkopławy – *Scyphozoa* i koralowce – *Anthozoa*) uwarunkowany jest zróżnicowaniem morfologicznym polipów. Nielicznymi pasożytami mięczaków i ryb (ok. 20 gatunków) są stułbiopławy i koralowce pasożytujące na powierzchni lub wewnątrz ciała innych koralowców i żebroplawów.

**Żebroplawy** (*Ctenophora*) mają charakterystyczny narząd zmysłowy w postaci płytek powstałych ze sklejonych rzęsek. Gatunki mające dwa ramiona należą do gromady *Tentaculifera* – ramieniowce, a bezramieniowe do gromady *Nuda*. Nieliczne ramieniowce z rodzaju *Gastrodes*, a z koralowców – *Coeloplana* (rząd *Platyctenida*) są pasożytami osłonnic.

**Płazińce** (*Platyhelminthes*) mają ciało dwubocznie symetrycznie, grzbietobrzusznie spłaszczone i wydłużone (od kilku milimetrów do 10 m, na przykład u niektórych tasiemców). U większości gatunków, zwłaszcza pasożytów, zaznacza się odcinek głowowy zaopatrzony w narządy czepne. Wśród płazińców dominują pasożyty



Ryc. 3.5. Przywra żyworodna (*Gyrodactylus elegans*) pasożytuje na skórze ryb karpiowatych (wg Jury, 1983).

(ok. 20 000 gatunków). Wyjątkiem są wirki, przeważnie wolno żyjące w środowiskach wodnych, głównie w morzach. Pasożytami są natomiast wszystkie przywry i tasiemce. Przywry monogenetyczne (znanych jest ok. 1500 gatunków, w Polsce żyje ok. 100) charakteryzują się tym, że niemal każdy ich gatunek pasożytuje na jednym, określonym gatunku żywicielskim. Duże znaczenie mają pasożyty zewnętrzne ryb morskich i słodkowodnych, które powodują nadmierne wydzielanie śluzu, wybroczyny i martwicę naskórka, są więc bardzo niebezpieczne zwłaszcza dla narybku. Przykładem przywr monogenetycznych jest *Gyrodactylus elageans* – pasożyt żyworodny – który występuje masowo (nawet do kilkuset osobników na żywicielu), stanowi więc duże zagrożenie dla narybku karpia (ryc. 3.5). W odróżnieniu od *Monogenea* przywry digenetyczne (*Digenea*) są pasożytami wewnętrznymi. Ich ciało ma długość ciała od 0,5 cm do 10 cm, kształt okrągły, liściowaty lub wydłużony. Narządami czepnymi są z reguły dwie przyssawki (brak u gatunków pasożytujących w układzie krwionośnym, na przykład z rodzaju *Schistosoma*). *Aspidogastera* (ok. 40 gatunków) charakteryzują się

zwykle prostym cyklem rozwojowym (bez żywiciela pośredniego) i tarczą czepną na brzusznej stronie ciała, składającą się z alweoli (przyssakowatych zagłębień). Są głównie pasożytami wewnętrznymi mięczaków, ryb chrzęstno- i kostnoszkieletowych oraz żółwi morskich i słodkowodnych. Przywry digenetyczne charakteryzują się złożonym cyklem rozwojowym (miracydium, redia, sporocysta, cercaria, postać dorosła) z przemianą pokoleń i zmianą żywicieli. Niekiedy cykle modyfikowane są przez warunki środowiskowe, na przykład u *Fasciola gigantica*, żyjącej w Keni, w temperaturze poniżej 10°C brak stadium redii. Postacie dorosłe są pasożytami wszystkich kręgowców (wodnych i lądowych), u których bytują w narządach wewnętrznych: przewód pokarmowy i gruczoły z nim związane, naczynia krwionośne, układ wydalniczy, płuca oraz worki powietrzne u ptaków. Larwy pasożytują w ciele bezkręgowców – żywicieli pośrednich (na przykład ślimaków) – kręgowców wodnych, głównie ryb. Jako pasożyty mają szczególne znaczenie w biocenozach, a dla człowieka także gospodarcze i zdrowotne. Na przykład kosmopolitycznym pasożytem przeżuwaczy, a także koni, zajęcy i niekiedy człowieka jest *Dicrocoelium dendriticum* – motyliczka wątrobowa (rodzina *Dicrocoeliidae*). Z rodziny *Opisthorchiidae* pasożytami człowieka (także ssaków mięsożernych na Dalekim Wschodzie: Chiny, Korea, Wietnam, Tajlandia i Japonia) są tak zwane przywry wątrobowe, źródłem zarażenia są surowe ryby z otorbionymi w mięśniach metacerkami. Również niekrajowe przywry z rodzaju *Schistosoma* wywołują u człowieka ciężkie schorzenia, schistosomatozami dotkniętych jest kilkadziesiąt milionów ludzi. W parazytofaunie krajowej pospolita jest przywra wątrobowa – *Fasciola hepatica* – pasożytująca w wątrobie przeżuwaczy, niekiedy człowieka. Można się zarazić w trakcie żucia żdźbła trawy, na którym przebywają formy inwazyjne – aldoleskarie – uwolnione z ciała ślimaków będących żywicielami pośrednimi.

**Tasiemce** (*Cestoda*) to pasożyty wewnętrzne, ich postacie dojrzałe i larwy nie mają przewodu pokarmowego, u większości silnie rozbudowany jest układ rozrodczy. W obrębie gromady (ok. 1800 gatunków) występują dwa odmienne typy morfologiczne postaci dorosłych (przez niektórych badaczy grupowane w dwóch podgromadach). *Cestodaria*, tasiemce niższe (nieczłonowane), obejmują jedną z najstarszych żyjących grup płazińców, których postacie dorosłe pasożytują w jamie ciała ryb chrzęstnoszkieletowych. *Eucestoda*, tasiemce właściwe zbudowane są ze skoleksa (zwykle zaopatrzonego w narządy czepne), szyjki (zwężonej i niesegmentowanej strefy wzrostu) oraz wydłużonej segmentowanej części zwanej strobilą, która składa się z proglotydów (członów). Posta-

*Tasiemce*

cie dorosłe są pasożytami prawie wszystkich rzędów kręgowców, także człowieka. Najbardziej znanym przykładem jest bruzdogłowiec szeroki (*Diphyllobothrium latum*) – pasożyt ssaków rybożernych, także człowieka, który zaraża się spożywając surowe lub wędzone ryby z plerocerkidami umiejscowionymi w mięśniach; ogniskami jego występowania są jeziora szwajcarskie, delta Dunaju oraz Japonia i Turkmenia. Difyllobtriozę u ludzi, z typowymi dla zarażeń tasiemcami objawami ogólnymi i żołądkowo-jelitowymi, na terenie Alaski wywołują *Diphyllobothrium alascense*, *D. dalliae* i *D. ursi*. Pasożytami człowieka są także przedstawiciele rodziny *Bothriocephalidae*, na przykład *Bothriocephalus scorpii* – pospolity pasożyt płastug i innych gatunków ryb morskich. Rząd *Cyclophyllidea* jest najliczniejszy w gatunki będące pasożytami płazów, gadów, ptaków i ssaków, także człowieka. Najczęściej występującą tasiemczycą człowieka, zwłaszcza u dzieci, jest hymenolepioza wywołana inwazją tasiemca karłowatego (*Hymenolepis nana*), który nie wymaga do rozwoju żywiciela pośredniego, natomiast *H. diminuta* (dwożywicielski) pasożytuje w postaci dorosłej u szczurów i myszy (a larwalnej u owadów, na przykład niektórych mączniaków i pcheł). Teniozy człowieka wywołuje tasiemiec nieuzbrojony (*Taenia saginata*) i tasiemiec uzbrojony (*T. solium*), zarazić się można zjadając surowe lub niedogotowane mięso wołowe (befsztyk tatarski) lub wieprzowe, w którym umiejscawiają się formy larwalne, zwane wągrami. Tasiemiec bąblowcowy (*Echinococcus granulosus*) jest pasożytem ssaków mięsożernych, głównie psa. Bąblowica jest wywoływana przez larwę mającą postać pęcherza, która umiejscawia się najczęściej w wątrobie, niekiedy w płucach człowieka, zarażenie jest spowodowane wchłonięciem jaj z sierści zarażonego żywiciela lub ze środowiska zanieczyszczonego kałem psa. Człowiek może być także przypadkowym żywicielem dla *E. multilocularis* (obraz kliniczny bąblowicy wielokomorowej ma cechy choroby nowotworowej).

**Obleńce** (*Nematelminthes*, *Aschelminthes*) to bezkręgowce nieczłonowane o ciele dwubocznie symetrycznym, z reguły wydłużonym i obłym. Spośród kilku gromad zaliczanych do obleńców (*Gastrotricha* – brzuchorzęski, *Kinorhyncha*, *Rotatoria* – wrotki, *Gordiacea*, *Nematomorpha* – drucieńce i *Nematoda* – nicienie) z medycznego punktu najbardziej interesujące są nicienie. W rozwoju osobniczym występuje jajo, cztery postacie larwalne i postać dorosła. Często są to pasożyty jednożywicielskie (cykl rozwojowy prosty bez zmiany żywicieli), niekiedy dwu- lub trójżywicielskie. W tych złożonych cyklach rozwojowych oprócz żywicieli pośrednich (jednego lub dwóch) może występować żywiciel parateniczny, czyli rezerwowo dla postaci larwalnej, który nie jest jednak konieczny do

zamknięcia cyklu życiowego pasożyta, ułatwia tylko transmisję pasożyta od żywiciela pośredniego do ostatecznego. Nicieniami mogą być wolno żyjące gatunki lądowe, słodkowodne lub morskie, a ponadto pasożyty zwierząt, roślin i człowieka. Nicienie odgrywają poważną rolę w biocenozach, uczestnicząc w obiegu materii i przepływie energii. Opanowały wszystkie biotopy od okolic tropikalnych do polarnych, spotyka się je w bardzo zróżnicowanych środowiskach (pustynie, muły głębin morskich, jaskinie, góry). Gatunki pasożytnicze reprezentują całą skalę przystosowań, jaja niektórych gatunków (geohelminatów), na przykład glisty ludzkiej, psiej, kociej mogą zachować inwazyjność nawet kilka lat. Mają ogromny wpływ na gospodarkę i zdrowie człowieka, ok. 50 gatunków pasożytuje u ludzi, zwłaszcza w krajach tropikalnych. Najważniejsze z nich wywołują u ludzi groźne choroby pasożytnicze – filariozy, na przykład śloniowaciznę (*Wuchereria bancrofti*, *Brugia malayi*) i ślepotę rzeczną (*Onchocerca volvulus*), która przenoszą muchówki.

Z kosmopolitycznych nicieni pasożytem przewodu pokarmowego człowieka jest owsik ludzki (*Enterobius vermicularis*), włosogłówka ludzka (*Trichuris trichiura*) oraz glista ludzka (*Ascaris lumbricoides*), która bytuje u około jednej czwartej ludności całego świata. W południowo-wschodniej Azji i innych strefach tropikalnych jest najczęstszym pasożytem, odsetek ludzi zarażonych dochodzi tam do 100%.

**Kolcogłowy** (*Acanthocephala*) niektórzy łączą z nicieniami, inni wykazują większe podobieństwa morfologiczne do tasiemców. Charakteryzują się złożonymi cyklami rozwojowymi, w których żywicielem pośrednim jest bezkręgowiec (stawonogi wodne lub lądowe), a ostatecznym – kręgowiec (ryby, płazy, gady, ptaki i ssaki). Dorosłe kolcogłowy z reguły pasożytują w jelicie, gdzie, wbijając swój kolczasty ryjek głęboko w śluzówkę, perforują na wylot ścianę jelita, co zagraża życiu zarażonego osobnika.

*Kolcogłowy*

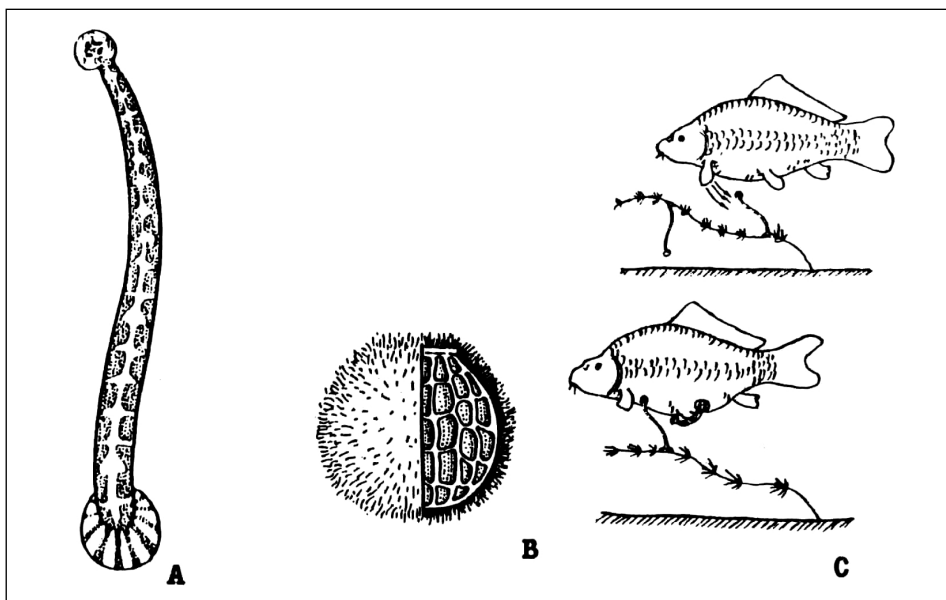
W obrębie siedemnastu wyróżnionych typów bezkręgowców wtórnojamowców (*Coelomata*) zróżnicowany, w tym pasożytniczy, tryb życia prowadzą niektóre pierścienice (*Annelida*), małże (*Mollusca*), wrzęchy (*Pentastomida*) oraz stawonogi (*Arthropoda*).

**Pierścienice** charakteryzuje ciało dwubocznie symetryczne z wyraźną segmentacją, poszczególne segmenty (metamery) mają po bokach przydatki (parapodia) lub szczecinki, u pasożytów często zredukowane. Oddychają skrzelami na parapodopodaich lub całą powierzchnią ciała, są obojnakami. Pierścienice stanowią grupę wyjściową w ewolucji wyższych bezkręgowców. Obejmują przede wszystkim organizmy wolno żyjące. Z trzech, najczęściej wyróżnianych gromad (*Polychaeta* – wieloszczety, *Oligochaeta* – skąposzczety i *Hirudinea* – pijawki) okresowo pasożytniczy

*Pierścienice*

tryb życia prowadzą tylko pijawki (ryc.3.6). Niektórzy badacze traktują je jako drapieżniki, gdyż napadają na żywicieli tylko w celu pobrania krwi. Występują we wszystkich typach wód, najczęściej w strefie przybrzeżnej, w okresie suszy bywają zagrzebane w mule. Są to głównie krwio pijne pasożyty zewnętrzne kręgowców lub drapieżniki polujące na drobne bezkręgowce, na przykład skąposzczety, ślimaki i larwy owadów. Nasze krajowe pijawki występują w środowisku słodkowodnym. Pijawki ryjkowe atakują przede wszystkim ryby karpionowe, a pijawki szczękowe – głównie wyższe kręgowce. Najbardziej znana pijawka lekarska (*Hirudo medicinalis*) pobiera krew ssaków, także człowieka, dawniej była stosowana w celach leczniczych do tzw. upuszczania krwi. Inna pijawka *Limnatis nilotica* – podczas picia wody może się dostać do jamy nosowo-gardzielowej człowieka, a niekiedy tchawicy.

**Mięczaki** Mięczaki to bezkręgowce o miękkim ciele, okrytym lub nieokrytym muszlą, w którym wyróżniamy głowę (może nie występować), worek trzewiowy i ukształtowaną nogę. Stanowią odrębny typ bezkręgowców tylko w niektórych szczegółach podobny do pierścienic. Mięczaki są drugim (po stawonogach) co do liczebności gatunków typem świata zwierząt, współcześnie opisano ok. 130 000 gatunków. Ogromna większość żyje wolno, nieliczne są osiadłe (często są to komensale). Dużą grupę stanowią ślimaki będące żywicielami pośrednimi, głównie przywr.



Ryc. 3.6. *Piscicola geometra* (L.). A – pokrój ciała; B – kokon z jajami; C – pijawki opuszczające i napastujące rybę. Wg: Stańczykowskiej (A,B), Tarczyńskiego (C).

**Wrzęchy** to grupa ok. 70 gatunków wyspecjalizowanych w pasożytnictwie, która najprawdopodobniej wyodrębniła się z linii ewolucyjnej prowadzącej do stawonogów. Wydłużone robakowato ciało jest zewnętrznie pomarszczone (do 100 pierścieni). Dojrzałe osobniki mierzą od 2 do 13 cm długości. Przykładem mogą być przedstawiciele rodziny *Porocephalidae*, występującej na terenie Afryki, Filipin i Chin, gdzie dorosłe pasożytują w drogach oddechowych węży, a larwy w narządach wewnętrznych psów, świń, małp i człowieka. Wrzęchy

**Stawonogi** obejmują trzy obszerne gromady. Każda z nich – skorupiaki (*Crustacea*), pajęczaki (*Arachnida*) i owady (*Insecta*) – zawiera organizmy wolnożyjące, saprofityczne oraz grupy pasożytniczych gatunków. Stawonogi

**Skorupiaki** mają ciało podzielone zwykle na głowotułów i odwłok. Z przedniej (niesegmentowej) tagmy głowowej wyrastają dwie pary czułków, w tylnej, o zatartej segmentacji występują, pochodzące od odnóży głowowych, żuwaczki i dwie pary szczęk. Wśród skorupiaków gatunki pasożytnicze znajdują się w rzędach: wąsonogi (*Cirripedia*), obunogi (*Amphipoda*), tarczenice (*Branchiura*), równonogi (*Isopoda*) i widłonogi (*Copepoda*). Wśród ok. 3300 gatunków widłonogów, w większości wolno żyjących (na przykład pospolite oczliki) gatunki pasożytnicze (ok. 1500) tworzą grupę biologiczną *Copepoda parasitica*. W wodach słodkich pasożytują na rybach (skrzela, powierzchnia ciała, nozdrza, jama gębowa), a w morzu na rybach, ssakach (walenie) i u wielu bezkręgowców (pierzścienice, małże a także inne skorupiaki). Skorupiaki

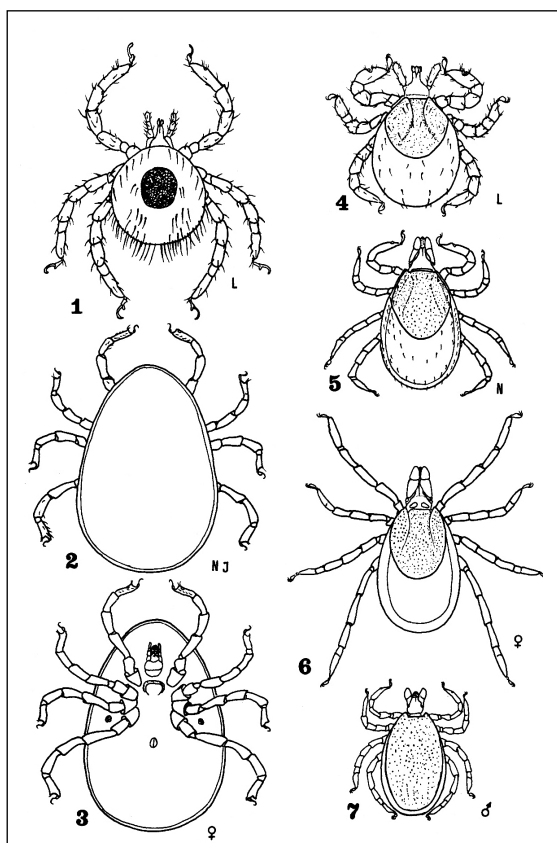
**Pajęczaki** to formy lądowe (gatunki wodne są przykładami wtórnych przystosowań). Większość pajęczaków prowadzi swobodny, często drapieżny i nocny tryb życia. Opisano ok. 20 000 gatunków, pasożytami jest grupa ok. 3500 roztoczy (*Acari*). Istotne znacznie medyczne i weterynaryjne mają kleszcze, istnieje ok. 810 gatunków, w Europie występuje ich 60, a 21 w faunie polskiej. Są to krwiopijne (hematofagiczne) pasożyty lądowych zwierząt kręgowych, także człowieka, rezerwuary i wektory (nosiciele) licznych chorób wirusowych i bakteryjnych. W Polsce najczęściej spotykanym dominującym kleszczem jest kleszcz pospolity (*Ixodes ricinus* L.) pasożyt różnych gatunków kręgowców wyższych, także człowieka (ryc. 3.7). Wyklute z jaj sześcionożne larwy kleszczy pobierają krew z drobnych ssaków, małych ptaków i czasem gadów. Nimfy pasożytują na ssakach średniej wielkości i na ptakach. Dojrzałe spotyka się na średnich i dużych ssakach, wyjątkowo na bardzo dużych ptakach. Człowieka atakują wszystkie stadia rozwojowe, przenosząc groźne odkleszczowe zapalenie mózgu i boreliozę z Lyme. W miejscach żerowania kleszczy powstają zmiany skórne w formie rumieni. Okresy żerowania są przedzielone Pajęczaki

trawieniem pobranej krwi i oczekiwaniem (na roślinach) na kolejnego żywiciela. Po ostatnim pobraniu krwi następuje zaplemnienie samic (gonotroficzna harmonia – fizjologiczna zgodność między procesami trawienia pokarmu i rozwojem jajników), które odpadają od żywiciela i składają ok. 2000–3000 jaj w trawie lub pod warstwą opadłych liści.

**Owady** Owady charakteryzuje ciało zbudowane z głowy, tułowia i odwłoka, widoczna na głowie para czulków, żuwaczki, szczęki pierwszej pary i drugiej zrośnięte w wargę dolną. Zawsze trzy pary odnóży. Oddychają tchawkami. Rozwój płciowy, zwykle biparentalny – z udziałem samców i samic, rzadziej hermafrodytyczny (u niektórych muchówek, pluskwików i termitów) lub partenogentyczny. Rozwój postembrionalny z prze-

obrażeniem niezupełnym (hemimetabolia) lub zupełnym (holometabolia), w którym oprócz larwy (rzadziej nimfy) i postaci dojrzałych (imago) występuje stadium poczwarki (niepobierające pokarmu).

Owady stanowią najliczniejszą grupę stawonogów (ok. 1 mln gatunków), w większości wolnożyjących. Pasożytnictwo zwarte występuje w rzędach: wszy (*Anoplura*) i wszóły (*Mallophaga*), pasożytami zewnętrznymi ptaków i ssaków, także człowieka są też pchły (*Siphonaptera*). Na pograniczu pasożytnictwa i drapieżnictwa są pluskwiki (*Cimicidae*) z rzędu *Heteroptera*. Często pasożytniczy tryb życia prowadzą muchówki (*Diptera*). Owady żerujące na innych owadach, np. pasożytnicze błonkówki, zaliczamy do parazytoidów. Ich larwy rozwijają się w jamie ciała innych gatunków owadów i wyjadając wewnątrz, doprowadzają do śmierci żywiciela.



Ryc. 3.7. Porównanie ogólnej morfologii obrzezków (*Argasidae*) i kleszczy właściwych (*Ixodidae*): 1–3 *Argasidae* (1 – larwa; 2 – nimfy i dorosłe od strony grzbietowej; 3 – samica od strony brzusznej); 4–7 *Ixodidae* (4 – larwa, 5 – nimfa, 6 – samica, 7 – samiec). Wg Siudy 1991.

Opisano ok. 400 gatunków wszy (*Anoplura*); przeszło 20 występuje w Polsce. Te zewnętrzne i permanentne pasożyty ssaków odżywiają się wyłącznie krwią. Pasożytami zwierząt są m.in. wesz świni ( *Haematopinus suis* ) i wesz psia ( *Linognathus setosus* ). Pasożytem zewnętrznym człowieka jest wesz głowowa ( *Pediculus humanus* ) i wesz odzieżowa ( *P. corporis* ), która przenosi riketsje duru plamistego epidemicznego, a także gorączki okopowej, oraz wesz łonowa ( *Phthirus pubis* ).

Owady

**Wszoty** (*Mallophaga*) – ok. 6000 gatunków – pasożytują głównie na ptakach, odżywiają się piórami, sierścią i złuszczonej naskórką, niektóre na przykład z rodzaju *Ricinus* są hematofagiczne. Nieliczne pasożytują na ssakach, na przykład *Gliricola porcelli* – pasożyt świnki morskiej, *Bovicola bovis* – bydła, *Trichodectes canis* – psa domowego i wilka.

Wszoty

**Pchły** (*Siphonoptera*) to pasożyty zewnętrzne czasowe ptaków oraz ssaków, także człowieka. Nieliczne przyczepiają się na stałe do skóry ssaków, samice tropikalnej pchły – *Tunga penetrans* (*Tungidae*) – wdrażają się w skórę między palcami nóg i pod paznokciami człowieka. Przedstawiciele rodziny *Ceratophyllidae* atakują ptaki i ssaki. Odżywiają się krwią i są nosicielami (wektorami) różnych chorobotwórczych mikroorganizmów, na przykład pchła szurza (*Xenopsylla cheopis*) przenosi wśród szurów, a także ludzi, pałeczki dżumy (*Yersinia pestis*).

Pchły

*Heteroptera* – pluskwiaki różnoskrzydłe – charakteryzują się silnym spłaszczeniem grzbietobrzusznym, mają też narządy gębowe klujące-ssące. Wiele gatunków bez skrzydeł, u skrzydlatych pierwsza para skrzydeł tworzy półpokrywy, druga para jest błoniasta. Istnieje około 40 000 gatunków, w większości tropikalnych, ponad 80 występuje w Polsce. Odżywiają się sokami roślin (niektóre są ich szkodnikami), krwią ptaków i ssaków, część jest pasożytami stawonogów, nieliczne drapieżnikami. Niektóre drapieżne pluskwiaki, na przykład *Triatoma* są wektorami świdrowców *Trypanosoma cruzi*, wywołujących groźną dla człowieka w tropikach chorobę Chagasa. Czasowe pasożyty ptaków i ssaków korzystają z żywiciela przez krótki czas w trakcie pobierania krwi – to przedstawiciele pluskw *Cimicidae*. Pluskwa domowa (*Cimex lectularis*) jest pasożytem człowieka, przy braku kontaktu z człowiekiem pluskwa atakuje kury, gołębie, gryzonie, psy i koty. Po nassaniu się krwią składa kilkadziesiąt jaj w pakietach, które przytwierdza do podłoża substancją cementową. Wylęgle z jaj nimfy mogą pobierać pokarm już po 24 godzinach. Pluskwa żeruje nocą, w dzień prowadzi ukryty tryb życia. Żyje mniej więcej rok, jest wytrzymała na głód.

Rząd muchówek, czyli dwuskrzydłych (*Diptera*), charakteryzuje para błoniastych skrzydeł, druga para jest przekształcona w przezmianki. Na

Muchówki



rządy gębowe kłujące lub liżące. Wyróżnia się 2 podrzędy: długoczułkowe (*Nematocera*) o długich czułkach (m.in. komary) i krótkoczułkowce (*Brachycera*) o krótkich trójczłonowych czułkach (gzy, muchy). Dojrzałe muchówki to formy lądowe, larwy i poczwarki niektórych gatunków (komary) potrzebują środowiska wodnego. W większości wolno żyjące, często saprobionty. Niektóre grupy obfitują w drapieżniki oraz pasożyty stałe (pasożytują wszystkie stadia rozwojowe) i okresowe w różnych stadiach rozwojowych (pasożytnictwo imaginalne lub larwalne), mogą być pasożytami czasowymi (korzystają z organizmu żywiciela przez krótki czas, na ogół wielokrotnie, na przykład niektóre muchówki ssące krew i pluskwy). Ze względu na dużą liczebność populacji odgrywają ważną rolę w przepływie energii przez ekosystemy. Znaczenie medyczno-weterynaryjne mają liczne gatunki komarów (*Culicidae*) jako owady uciążliwe, a przede wszystkim wektory chorób, na przykład krwiopijne samice z rodzaju *Anopheles* roznoszą malarię, komar egipski (*Aedes aegypti*) przenosi wirusy żółtej gorączki, mikrofilarie nicieni *Wuchereria bancrofti* powodujące słoniowatość. Równie boleśnie kłują kuczmany (*Ceratopogonidae*) i meszki (*Simuliidae*), *Simulium damnosum* jest żywicielem nicieni *Onchocerca volvulus* wywołujących w zachodniej Afryce onchorcerkozę, zwaną też ślepotą rzeczną. Pasożytują też niektóre muchy (*Muscidae*), wywołując u ludzi i zwierząt tzw. muszyce skórne. Pasożytami okresowymi są gzy, które w stadium larwalnym pasożytują w ssakach.

### Komary

W podsumowaniu warto podkreślić, że badania systematyczne służą poznaniu i porządkowaniu biologicznej różnorodności. Metody i zasady klasyfikacji zmierzają do wyjaśnienia naturalnych związków, czyli pokrewieństwa między gatunkami wynikającego z ich rozwoju ewolucyjnego. Znajomość systematyki jest niezbędna dla praktycznych zastosowań ekologii, w tym ochrony przyrody. Jej częścią składową jest mniej znane bogactwo świata bezkręgowców, w tym groźnych pasożytów człowieka. Stawonogi (m.in. roztocze i owady) są najliczniejszą, najbardziej różnorodną i najszerzej rozprzestrzenioną grupą zwierząt. Należą do organizmów kosmopolitycznych i ubikwistycznych. Zamieszkując wszystkie środowiska, prowadzą wolno żyjący, saprofityczny, drapieżny lub pasożytniczy tryb życia. Pasożytnictwo charakterystyczne dla różnych grup bezkręgowców jest przykładem przystosowania się organizmów zarówno do środowiska pierwszego rzędu (żywiciela), jak i środowiska zewnętrznego (drugiego rzędu). Wśród kilkudziesięciu tysięcy gatunków bezkręgowców, opisanych w Europie Środkowej jedna czwarta jest pasożytami. Najwięcej (ok. 50%) jest pasożytów w obrębie płazińców, kolecogłowców, obleńców i częściowo pierścienic, a następnie stawonogów (ok. 25%) i pierwotniaków (ok. 17%). Choroba pasożytnicza rozpoczyna się z chwilą inwazji pasożyta. Większość parazytoz nie jest diagnostycznie charakterystyczna.

Choroby inwazyjne mogą występować w postaci ostrej i przewlekłej (na przykład malaria i rzęsiśtkowica) i powodować niekiedy śmierć żywiciela (śpiączka afrykańska, czerwotka pełzakowa, schistosomatozy, bąblowica, włośnica).

## 5. Ekologia stosowana

### SŁOWA KLUCZOWE:

zakres ekologii stosowanej, podstawy prognozowania i monitoringu szkodników oraz pasożytów, walka biologiczna i zintegrowana kontrola, profilaktyka.

### Zakres ekologii stosowanej

Charles Krebs (1997) omawia w swoim podręczniku ekologię stosowaną w trzech blokach tematycznych: eksploatacja populacji, ochrona przyrody i walka ze szkodnikami. Tytuły tych rozdziałów hasłowo odzwierciedlają wpływ i charakter działalności ludzkiej na przyrodę.

**Eksploatacja populacji** związana jest z pozyskiwaniem i przetwarzaniem zasobów przyrody. Eksploatując populację roślin czy zwierzyny łownej, jesteśmy zawsze zainteresowani uzyskaniem maksymalnego plonu i ta koncepcja największego stałego zbioru stanowiła naukową podstawę gospodarki zasobami przyrody od lat 30. XX wieku. Obok leśnictwa i rolnictwa badania optymalizacji eksploatacji populacji najczęściej dotyczą rybołówstwa morskiego. W tym wypadku na ogół najważniejsza jest wielkość (biomasa) eksploatowanej części populacji ryb, tzw. stada podstawowego, przez rok, przy czym stado może być zmniejszone z powodu naturalnej śmiertelności i połowów. Modele logistyczne mają więc na celu odpowiedź na pytanie – przy jakiej wielkości populacji możliwa jest bezpieczna eksploatacja?

*Eksploatacja populacji*

Zagadnienie **ochrony przyrody** związane jest z badaniem biologii populacji gatunków ginących i gatunków o małych liczebnościach. W ujęciu klasycznym gatunki rzadkie charakteryzuje mały zasięg geograficzny i wąski zakres tolerancji. Wiele z nich należy do kategorii gatunków endemicznych, często zagrożonym wyginięciem. Największy problem związany z ochroną gatunków stanowi ubywanie ich naturalnych siedlisk. Fragmentację siedlisk (spowodowaną na przykład budową dróg i autostrad) można analizować badając dynamikę populacji podzielonych na niewielkie populacje lokalne. W praktyce kształtowania środowiska dużo uwagi poświęca się tworzeniu tzw. korytarzy ekologicznych, które

*Ochrona przyrody*

mają umożliwić rekolonizację i zapobiec negatywnym skutkom wsobności w małych populacjach. Z drugiej strony korytarze te mogą stać się dobrą drogą rozprzestrzeniania się chorób, pożarów i drapieżników.

*Biologiczna kontrola* W walce ze szkodnikami chodzi o kontrolowanie populacji gatunków uznanych przez człowieka za szkodniki<sup>17</sup>, ale nie ich zwalczanie, które oznacza całkowitą likwidację populacji. Obniżenie liczebności populacji szkodników jest sposobem służącym zmniejszaniu szkód. Walka ze szkodnikami w większości upraw rolnych polega na stosowaniu całej gamy różnorodnych środków chemicznych (pestycydy, insektycydy, fungicydy, herbicydy). Ilość toksycznych i niespecyficznych preparatów wprowadzonych do środowiska jest ogromna (rocznie miliardy kilogramów). Mimo to około 48% światowych plonów ulega zniszczeniu z powodu działalności szkodników zarówno przed zbiorem, jak i podczas ich magazynowania. W ekologicznej walce ze szkodnikami roślin (a także wektorami chorób – najczęściej roztoczami i owadami) szczególne znaczenie mają metody integrowane, w których dominują biologiczne preparaty i sposoby, na przykład introdukcje naturalnych drapieżców, pasożytów lub też chorobotwórczych mikroorganizmów, na przykład entomopatogennych bakterii *Bacillus thuringiensis* (Lonc i in. 1998).

Ochronę roślin przed szkodnikami – konieczną we współczesnej monokulturowej gospodarce rolnej i leśnej – można realizować wprowadzając prognozowanie ich rozwoju i monitorowanie ich populacji.

### **Podstawy prognozowania i monitoringu szkodników oraz pasożytów**

---

Zadaniem prognozowania jest przewidywanie wystąpienia i wzrostu liczebności populacji niepożądanych gatunków (głównie stawonogów) na określonym terenie oraz wynikających z tego zagrożeń dla uprawianych roślin, zdrowia ludzi i zwierząt. Podstawą prognozowania jest znajomość zjawisk ekologicznych w przyrodzie oraz cech danej populacji szkodników. Szczególnego znaczenia ma więc poznanie najważniejszych naturalnych zjawisk: rozrodzości, śmiertelności, migracji. Zjawiska te mogą ulegać zmianie w zależności od uwarunkowań ekologicznych. Podstawą prognozowania musi być także rozpoznanie lokalnych warunków kształ-

---

<sup>17</sup> Szkodnikiem jest każdy gatunek uznawany za niepożądany z punktu widzenia gospodarki człowieka. Dlatego termin ten jest bardzo subiektywny. W kategoriach ekologicznych mówimy, że szkodniki konkurują z ludźmi o pożywienie i schronienie, przenoszą patogeny, żerują na człowieku, są uciążliwe i zagrażają dobremu samopoczuciu, definicja ta obejmuje także chwasty (MacKenzie 2000).

tujących dynamikę populacji pasożytów (Buczek 2001). Aby ocenić tendencje populacji, należy określić granice jej zmienności. W cyklu życiowym, na przykład pasożytów (podobnie jak innych organizmów) występuje stała zmienność liczebności. Do czasu składania jaj przeżywa niewiele samic, jeszcze mniej samców. Populacja stawonogów jest najliczniejsza dopiero po wykluciu się larw z jaj. Na przykład pewne kleszcze z rodzaju *Hyalomma* i *Amblyomma* składają tysiące jaj, zaś *Ixodes* i *Dermacentor* około 3000–6000. W czasie rozwoju na różnych jego etapach ginie łącznie 99,9% potomstwa, przez co zostaje zachowana stabilność populacji. Ilościowo populacja zmienia się najwyraźniej w okresie embriogenezy pasożytów oraz w czasie przechodzenia z jednego stadium rozwojowego do drugiego. Liczebność populacji, niezależnie od środowiska, zależy od jej wewnętrznych cech. Zmiany warunków ekologicznych (temperatury, wilgotności, dostępu do żywicieli itp.) modyfikują dynamikę pasożytów przez wpływ na rytmikę pewnych zjawisk biologicznych, zwłaszcza na sezonowe i dzienne rytmy. Prowadzą one do wzrostu lub obniżenia liczebności populacji. W tym okresie zmienia się wrażliwość pasożytów na temperaturę. W czasie zimy organizmy są bardziej odporne na niskie temperatury niż w ciepłych miesiącach roku. Wyższe temperatury podczas zimy powodują aktywację pewnych procesów fizjologicznych, które w okresie diapauzy są silnie spowolnione (obniżenie przemiany materii, mniejsze zużycie tlenu i mniejsze wydzielanie dwutlenku węgla itp.) i decydują o przetrwaniu gatunków w niekorzystnych warunkach środowiska zewnętrznego. Nietypowe dla danego terenu temperatury i zmiany wilgotności znacząco wpływają więc na liczebność lokalnych populacji, a nawet na ich redukcję.

Prognozowanie pojawiania się organizmów, w tym szkodników i pasożytów (i kontrola ich liczebności), wymaga znajomości dynamiki populacji, którą uzyskuje się konstruując i analizując tabele przeżywania. Znajomość temperatur efektywnych i zera rozwojowego daje możliwość wykorzystania tych wskaźników do prognozowania pojawu pasożytów. Suma temperatur efektywnych jest to różnica średniej temperatury dobowej i temperatury zera rozwojowego. Wartość ta, wyrażona w stopniach, zwana jest także stałą cieplną danej fazy rozwojowej. Określa się ją według wzoru:

$$K = t(T - c),$$

gdzie  $K$  – suma temperatur efektywnych,  $t$  – czas rozwoju w temperaturze  $T$ ,  $T$  – temperatura środowiska w °C,  $c$  – zero rozwojowe.

Znajomość sumy efektywnych temperatur umożliwi teoretyczną ocenę liczby pokoleń rocznie (Trojan 1978). Wyższe wartości wskazują na

*Dynamika  
populacji*

dłuższy cykl rozwojowy i mniejszą liczbę pokoleń w ciągu roku. Na podstawie tej wartości można prognozować, czy określony gatunek pojawi się na danym terenie. Zero rozwojowe i suma efektywnych temperatur określają możliwości aklimatyzacyjne gatunków, a więc można je wykorzystać w przewidywaniu zasięgu rozprzestrzenienia pasożytów oraz przenoszonych przez nie szkodliwych drobnoustrojów. Na przykład suma temperatur efektywnych obrzeżka gołębiego *Argas reflexus* wynosi 340 stopniocdni, zaś bardziej ciepłolubnego obrzeżka polskiego (*A. polonicus*) 222 stopniocdni (Buczek 2001). Dane te wskazują, w jakich regionach geograficznych można spodziewać się pojawienia obydwu gatunków.

Prawdopodobieństwo występowania i rozwoju gatunku można też ocenić w oparciu o wzór:

$$S / S_1 = W,$$

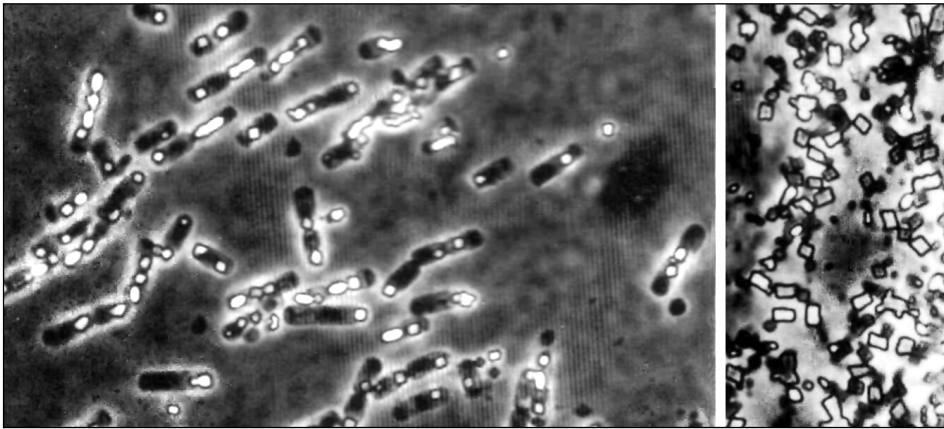
gdzie  $S$  oznacza sumę ciepła dla danego roku lub wieloletnią średnią dla danego terenu,  $S_1$  – sumę ciepła konieczną do przebiegu pełnego cyklu rozwojowego,  $W$  – wskaźnik prawdopodobieństwa. Jeśli  $W < 1$  to rozwój gatunku w danym roku lub na danym terenie jest mało prawdopodobny, zaś jeśli  $W > 1$  występuje możliwość rozwoju pokolenia pasożyta.

### Walka biologiczna i zintegrowana kontrola

Rozwój wiedzy na temat pasożytnictwa i drapieżnictwa, jako jednej z form międzygatunkowych interakcji, pozwolił na opracowanie wielu przyjaznych środowisku metod walki biologicznej, głównie z owadami – groźnymi szkodnikami upraw, drzew oraz wektorami chorób infekcyjnych i inwazyjnych w tropikach (malaria, ślepotą rzeczna). Spośród tysięcy entomopatogenów (wirusy, bakterie, grzyby i pasożytnicze nicienie) najważniejsze znaczenie praktyczne mają bakterie z rodzaju *Bacillus*, wytwarzające toksyny. Wykorzystuje się je na skalę przemysłową do produkcji mikrobiologicznych insektycydów, określanych jako przyjazne środowisku (Entwistle i in. 1992).

#### *Owadobójcze bakterie*

Owadobójcze toksyny laseczek *Bacillus thuringiensis* Berliner 1911 są najczęściej obecne w biopreparatach stosowanych teraz także w kontroli komarów i meszek – wektorów chorób tropikalnych, w tym malarii i onchocerkozy. Bakterie te były przedmiotem intensywnych badań od lat 60. ubiegłego wieku, ale przede wszystkim w kontekście ich wykorzystania do zwalczania owadów – należących do rzędów łusko skrzydłych *Lepidoptera* i chrząszczy *Coleoptera* niebezpiecznych szkodników roślin, upraw i drzew. Owadobójcze białka deltaendotoksyn, zwane krystalicznym wtrętem albo ciałem parasporalnym, powstają podczas sporulacji,



Ryc. 3.8. Komórka bakterii *Bacillus thuringiensis* z owadobójczymi kryształami delatoksyn (K). Wg Kriga, Hugera 1986.

czyli wieloetapowego procesu różnicowania się komórki wegetatywnej w przetrwalnikową – sporę. Przekształcenie protoksyn w aktywną toksynę zachodzi dopiero po rozpuszczeniu kryształu w jelicie wrażliwego gatunku owada, a następnie w proteolizie białek, zwykle przy zasadowym pH. Białka zmieniając konformację wiążą się ze swoistymi receptorami na powierzchni komórek nabłonkowych muchówek, co prowadzi do zaburzeń w selektywnej przepuszczalności jonów przez błonę białko-lipidową, wycieku makrocząsteczek i lizy komórek, skutkiem jest częściowy lub całkowity paraliż larw owadów w ciągu kilku dni. Wysoką skuteczność biopreparatów zawierających spory i kryształy odpowiednich szczepów *B. thuringiensis* (ryc.3.8) zarejestrowano podczas kilkunastu lat stosowania na powierzchni 600 km<sup>2</sup> objętych ochroną terenów zalewowych doliny Renu (Becker 1992, 1998). Z uwagi na ich selektywne działanie na wybrane gatunki owadów nie zanotowano ujemnych zjawisk zachodzących w biocenozach pod wpływem biopreparatów zawierających delta-endotoksyny *B. thuringiensis* (Blum i in. 1997). Wydaje się, że biologiczne insektycydy są bezpieczne dla środowiska, bowiem w przyrodzie nie kumulują się, nie wywołują zaburzeń w cyklach troficznych (białka delta-endotoksyny *B. thuringiensis* ulegają fotodegradacji w ciągu 24–72 godzin) oraz zjawisk oporności wśród zwalczanych owadów (Misztal 1996).

Naturalnymi patogenami owadów są też grzyby. Z grupy około 100 *Patogenne grzyby* gatunków o potencjalnym znaczeniu na skalę przemysłową wykorzystuje się zaledwie trzy: *Beauveria bassiana* do zwalczania stonki ziemniaczanej, *Metarhizium anisopliae* do zwalczania pieników (szkodników trzciny

cukrowej) i *Verticillium lecanii* przeciw mszycom, mąklikowi szklarniowemu. Grzyby te są szeroko specyficzne (mogą atakować wiele gatunków np. roślin lub zwierząt) i szkodniki nie muszą pobierać ich wraz z pokarmem. Ograniczeniem jest wymagana stosunkowo wysoka (>92%) wilgotność względna w środowisku niezbędna do kiełkowania zarodników. Wyizolowano także wirusy, które mogą powodować choroby owadów i roztoczy. Silnie patogenne bakulowirusy mają ograniczone działanie w stosunku do gąsienic motyli i błonkówek.

Do form mikrobiologicznej walki ze szkodnikami można zaliczyć wykorzystywanie związku między nicieniami z rodzajów *Heterorhabditis* i *Steinernema* a patogeniczną dla owadów bakterią *Xenorhabdus sp.* (Lonc, Okulewicz 2003). Nicienie pierwsze wnikają do ciała owadów – żywicieli. Następnie bakterie opuszczają nicienie, namnażają się i doprowadzają do śmierci owada. W zwalczaniu szklarniowych szkodników roślin wykorzystuje się kilka z ponad 25 gatunków tych entomofilnych nicieni, które wykazują patogenność w stosunku do około 3000 gatunków owadów. Nicienie z tych rodzajów są również wykorzystane do zwalczania wielu krwio pijnych kleszczy, pasożytów zwierząt i człowieka. Do zwalczania owadów metodami biologicznymi, wykorzystywane są także nicienie z rodziny *Mermithidae* – obejmujące kilkaset gatunków bezwzględnych pasożytów owadów wodnych i lądowych, rzadziej innych bezkręgowców. Pasożytniczy tryb życia prowadzą larwy, zaś postacie dorosłe żyją poza organizmem żywiciela. Larwy inwazyjne odszukują ofiarę i czynnie wnikają do jej ciała. Tam rozwijają się i rosną, po czym przebijają powłoki żywiciela, który ginie, a same wydostają się do środowiska zewnętrznego, przekształcając się w osobniki dorosłe. W zastosowaniu praktycznym najważniejsze znaczenie ma pasożyt larw komarów – *Romanomermis culicivorax* występujący w Ameryce Północnej. Na skalę przemysłową nicienie te są hodowane do stadium larw inwazyjnych, które następnie wprowadza się (za pomocą opryskiwacza) do zbiorników wód stojących, gdzie rozwijają się larwy komarów – wektorów m.in. zarodźca malarii. Larwy tych specyficznych wobec komarów nicieni mogą przenikać do ciała także innych muchówek, na przykład meszek *Simuliidae*, a także chrząszczy wodnych, w których jednak się nie rozwijają. Na kontynencie afrykańskim (głównie Afryka Południowa) stadia rozwojowe komarów atakowane są przez inny gatunek nicieni – *Octomyomermis mulspratti*. Również owadobójczy jest gatunek *Agamermis decaudata* – pasożyt szarańczaków w Ameryce Północnej. Są to duże nicienie (samica osiąga do 46 cm długości), których larwy inwazyjne czynnie przedostają się do żywicieli, a po kilku miesiącach opuszczają martwe ich ciała.

W zintegrowanych (biologiczno-chemicznych, mechanicznych) strategiach skuteczne stosowanie środków biologicznej kontroli uciążliwych owadów musi być wspomagane przez prowadzenie stałego monitoringu środowiskowego i epidemiologicznego, polegającego na dokładnym rozpoznaniu składu gatunkowego organizmów będących przedmiotem zwalczania na danym terenie, ich ekologicznych uwarunkowań i wzajemnych relacji, określaniu odporności u żywicieli i oporności u wektorów, obserwacji warunków klimatycznych sprzyjających tworzeniu miejsc rozwojowych (na przykład dla larw komarów – zmiany poziomu wody w rzekach lub nasilone opady deszczu).

Jednakże nawet wielokierunkowe działania z przewagą specyficznych metod opartych na stosunkowo bezpiecznych biopreparatach może mieć wiele nieprzewidywalnych efektów zachodzących w biocenozie z powodu introdukcji nowych gatunków – drobnoustrojów do środowiska (Mierzejewska 2000). Wydaje się, że już wkrótce metody biologiczne nie będą radykalnie przeciwstawiane metodom chemicznym i trzeba będzie między nimi rozważnie wybierać, nie dyskwalifikując żadnej z nich. Nie bez powodu dyskutuje się powszechnie nad stosowaniem zasad ekoepidemiologii, nowej interdyscyplinarnej nauki, której zadaniem jest łączenie zagadnień związanych z wpływem globalnych zmian klimatycznych na zdrowie człowieka. Badania takie muszą być prowadzone wielopoziomowo, czyli od lokalnie zarejestrowanych skutków pewnych oddziaływań do wyeksponowania długofalowych oddziaływań w skali globalnej. Ponieważ nie można jednoznacznie wskazać na tempo i kierunek zmian klimatycznych na świecie, pojawia się konieczność stworzenia globalnego systemu, którego zadaniem byłby regularny monitoring zmian, zachodzących w biocenozach w wyniku negatywnych oddziaływań człowieka na środowisko, a w konsekwencji powołanie specjalistycznych zespołów badawczych, zajmujących się oceną ich wpływu na demograficzne, socjalne i medyczne zmiany w populacji ludzkiej. Uzyskane w ten sposób dane umożliwią stworzenie matematycznych modeli, pozwalających na przewidywanie przyszłych skutków działalności człowieka na szerzenie się chorób, zwłaszcza transmisyjnych (malaria, borelioza z Lyme, odkleszczowe zapalenie mózgu), przenoszonych przez tzw. gatunki wektorowe (komary, kleszcze).

### Profilaktyka

---

Osobny problem w integrowanych metodach ograniczania liczebności uciążliwych stawonogów (roztocze, owady) stanowią wciąż pomijane za-



### *Profilaktyka*

gadnienia związane z szeroko rozumianą profilaktyką opartą na edukacji środowiskowej (ekologicznej) społeczeństwa, zwłaszcza mieszkańców miast. Profilaktyka oznacza w tym wypadku zapobieganie kontaktom ze szkodnikami i pasożytami, a jest tańsza i ważniejsza od wszelkich metod zwalczania, leczenia i naprawiania innych szkód wywołanych pasożytowaniem (Piotrowski 1990). Znaczenie profilaktyki uwidacznia się na przykład w związku z przepisami ruchu granicznego, tak ważnymi w organizacji turystyki. Poszczególne państwa zezwalają na wjazd osób i zwierząt dopiero po spełnieniu określonych wymogów: szczepienie, dezynsekcja, kwarantanna itp.

### *Walka z komarami*

Znane od lat działania ochronne w okolicach, w których występuje malaria, polegają na umieszczaniu siatek w oknach i moskitier nad łózkami, a także noszeniu odzieży chroniącej przed ukłuciami komarów, na przykład nasyczonej repelentem<sup>18</sup>. Do profilaktycznych działań zalicza się też przyjmowanie leków przeciwmalarycznych przez Europejczyków przebywających na terenach endemicznie występującej malarii (Afryka Środkowa, Indie, Pakistan, Bangladesz). Efektem ciągle poszerzanej wiedzy z zakresu ekologii zwalczanych owadów są przyjazne środowisku sposoby eliminacji przypadkowych miejsc rozwojowych, na przykład okresowych zbiorników wodnych dla larw uciążliwych gatunków komarów. Bardzo często skuteczne okazują się bardzo proste działania, prowadzące się do usuwania sezonowych, tymczasowych zbiorników, na przykład na terenach ogródków działkowych, regularnej wymiany wody w ozdobnych oczkach wodnych i przedmiotach gromadzących wodę do podlewania roślin (co najmniej raz w tygodniu), oczyszczania rynien (raz do roku) w altanach z resztek organicznych (rozkładające się liście, gałęzie), udrażniania i oczyszczania rowów melioracyjnych oraz likwidowania tymczasowych zastoisk wody deszczowej albo mechanicznego usuwania w okresie zimowym (styczeń, luty) hibernujących samic ze ścian i sufitów budynków gospodarczych, altanek, ograniczając tym samym wiosenny wylęg komarów. Możliwość kontaktu ze stawonogami minimalizuje też klimatyzacja pomieszczeń mieszkalnych, biurowych. Zapobiega ona wlatywaniu owadów, utrzymuje stosunkowo niską temperaturę, a dzięki szybkiej wymianie powietrza w pomieszczeniach nie gromadzą się zapachy przywabiające stawonogi hematofagiczne.

Oczywiste jest unikanie kontaktów z osobą zawszoną, czy chorą na świerzb. Nie należy też bawić się z psami i kotami, gdyż drobne roztocza

<sup>18</sup> Na komary repelencyjnie (odstraszańco) działa ftalan dwumetylowy i dwuetylotoluamid, a odpowiednie preparaty (płyny, kremy i aerozole) są ogólnie dostępne w handlu.

żyjące w sierści często bywają przyczyną stanów zapalnych skóry na tle uczuleniowym. Z uwagi na sanitarno-higieniczne znaczenie much i karaczanów wskazane jest hermetyczne zamykanie miejsc, w których gromadzone są odpady. Warto podkreślić, że w wypadku pasożytniczych stawonogów profilaktyce sprzyja ogólne podniesienie poziomu życia ludności. Na przykład występująca w krajach tropikalnych pchła piaskowa (*Tunga penetrans*) nie atakuje człowieka, jeśli nosi on obuwie, a wszy i świerzbowce nie szerzą się, gdy ludność ma pod dostatkiem środków czystości.

Znajomość ekologii jest wykorzystywana w praktyce do gospodarowania żywymi zasobami przyrody, ochrony przyrody oraz biologicznej walki ze szkodnikami i pasożytami. Skuteczne zwalczanie wielu szkodników, pasożytów i przenoszonych przez nich chorób stało się możliwe dzięki dokładnemu poznaniu ich biologii i ekologii, na których opiera się profilaktyka. Na przykład znajomość warunków rozwoju komarów – wektorów malarii – wpłynęła na zlikwidowanie lub ograniczenie ognisk tej choroby w wielu rejonach świata. Chorobotwórcze bakterie (podobnie jak wirusy, grzyby i nicienie) służą do produkcji biopreparatów stosowanych w zintegrowanym zwalczaniu niepożądanych populacji uciążliwych gatunków owadów. Znajomość takich wskaźników ekologicznych, jak temperaturowe zero rozwojowe lub suma temperatur efektywnych dla danego gatunku i jego stadium rozwojowego pozwala także na określenie rozwoju gatunków przenoszonych do nowych regionów geograficznych.

### Pytania i zagadnienia

1. Jakie jest praktyczne znaczenie poznania dynamiki populacji?
2. Omów prawa czynników ograniczających i wyjaśnij ich działanie na przykładzie procesu eutrofizacji.
3. Podaj przykłady różnorodności środowisk i form życia bezkręgowców.
4. Co wchodzi w zakres ekologii stosowanej człowieka?
5. Dlaczego biopreparaty są przyjazne środowisku – w przeciwieństwie do insektycydów chemicznych?

### Literatura uzupełniająca

- Jethon Z. (red.), 1997, *Ekologia człowieka w wychowaniu fizycznym i sporcie*, AWF we Wrocławiu. Nauki Przyrodnicze, Wrocław.
- Krebs J.Ch., 1997, *Ekologia. Eksperymentalna analiza rozmieszczenia i liczebności*, PWN, Warszawa.

Prawa i zasady ekologiczne dotyczące organizacji życia

Lonc E. (red.), 2001, *Parazytologia w ochronie środowiska i zdrowia*,  
Volumed, Wrocław.

Odum E.P., 1982, *Podstawy ekologii*, PWRiL, Warszawa.

---

# Ekosystem – struktura i funkcje

---

## BLOKI TEMATYCZNE

1. Ekosystem i jego jednostki.
2. Energia i biomasa w ekosystemach.
3. Cykle biogeochemiczne.
4. Zależności międzypopulacyjne ze szczególnym uwzględnieniem pasożytnictwa.
5. Ekosystem leśny.

### SŁOWA KLUCZOWE:

1. ekosystem – definicje, struktura i składniki funkcjonalne ekosystemu, typy ekosystemów,
2. produkcja pierwotna i wtórna, przepływ energii; rola człowieka w ekosystemie,
3. obieg materii, krążenie węgla, azotu i fosforu, kwaśny deszcz – cykl siarki,
4. rodzaje związków wewnątrz- i międzygatunkowych, pasożytnictwo jako przykład interakcji ujemnej, badania parazytologiczne ludzi,
5. charakterystyka ekosystemu leśnego, fito- i zoocenoza leśna, dynamika lasu, rodzaje lasów w Polsce, znaczenie lasu, źródła zagrożeń.

## 1. Ekosystem i jego jednostki

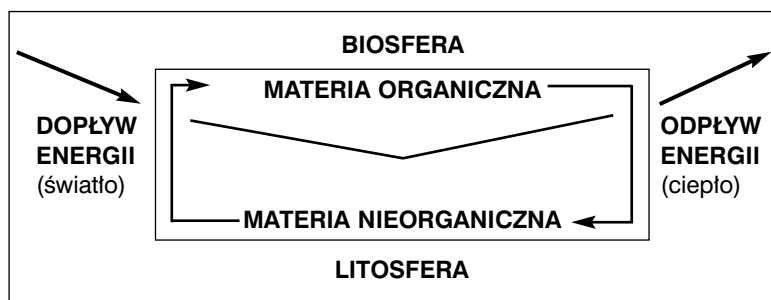
### SŁOWA KLUCZOWE:

ekosystem – definicje, struktura i składniki funkcjonalne ekosystemu, typy ekosystemów.

### Ekosystem – definicje

*Ekosystem* Nazwa ekosystem, wprowadzona przez angielskiego ekologa A. G. Tansley'a w 1935 roku ma długą historię, na którą składa się wiele prób określenia ogromnej złożoności i całościowej natury świata. Ekosystem jako jednostka ekologiczna obejmuje organizmy i cały zespół czynników abiotycznych. Systemem ekologicznym (czyli ekosystemem) jest więc każdy obszar naturalny, zawierający drobnoustroje, rośliny i zwierzęta zamieszkujące dane środowisko oraz substancje nieożywione (abiotyczne) współdziałające w wymianie materii między ożywioną i nieożywioną częścią systemu<sup>1</sup>. Tak zdefiniowany ekosystem można traktować w dowolnym wymiarze. Ekosystemem jest więc cała planeta – biosfera, a także kropla wody zamieszkała przez mikroorganizmy (bakterie, pierwotniaki, grzyby). Jednostkami strukturalno-przestrzennymi, które można klasyfikować i opisywać, są także pola uprawne, lasy, łąki, ale też pole pszenicy, kukurydzy, jezioro oligotroficzne i eutroficzne, podmokła łąka, bagno, wilgotne lasy tropikalne itp.

W każdym typie ekosystemu istnieją swoiste drogi krążenia substancji pokarmowych i określona intensywność przepływu energii (ryc. 4.1).



Ryc. 4.1. Przepływ energii przez ekosystemy (wg Kolarzyk, 2000)

<sup>1</sup> Umiejscowienie organizmów w ekosystemach uwarunkowane jest czynnikami fizycznymi: ukształtowaniem terenu, mikroklimatem, dostępnością pożywienia. Oprócz „adresu zamieszkania” – siedliska, organizmy pełnią w środowisku określone funkcje, czyli mają różne „zawody” – nisze ekologiczne. Współcześnie nisze określa się jako zbiór warunków ekologicznych, w ramach których gatunek może eksploatować zasoby, aby się rozmnażać i zajmować dalsze środowiska.

Żaden ekosystem nie jest zamknięty. Współzależność między ożywioną i nieożywioną częścią systemu oznacza też, że środowisko wpływa na organizmy, a te z kolei oddziałują na nie. Przykładem jest zależność między lasem a jego podłożem: zastąpienie drzew liściastych iglastymi w strefie umiarkowanej powoduje często przemiany gleby brunatnej w bielice (Simmons 1979).

Zbiorem ekosystemów o podobnych właściwościach jest biom. Nie jest to jednostka ekologiczna, lecz raczej biogeograficzna. Biom to największy obszar o względnie jednorodnych warunkach klimatycznych, glebowych i roślinnych. Na podstawie klasyfikacji przyjętej w Polsce i Europie można uznać, że główne biomy to: wiecznie zielone wilgotne lasy równikowe, lasy międzyzwrotnikowe zrzucające liście w porze suchej, sawanny, półpustynie i pustynie gorące, półpustynie i pustynie chłodne, lasy i zarośla twarolistne, wiecznie zielone lasy klimatu umiarkowanego, lasy liściaste zrzucające liście na zimę, stepy, borealne lasy iglaste, tundra.

*Biom*

### Struktura i składniki funkcjonalne ekosystemu

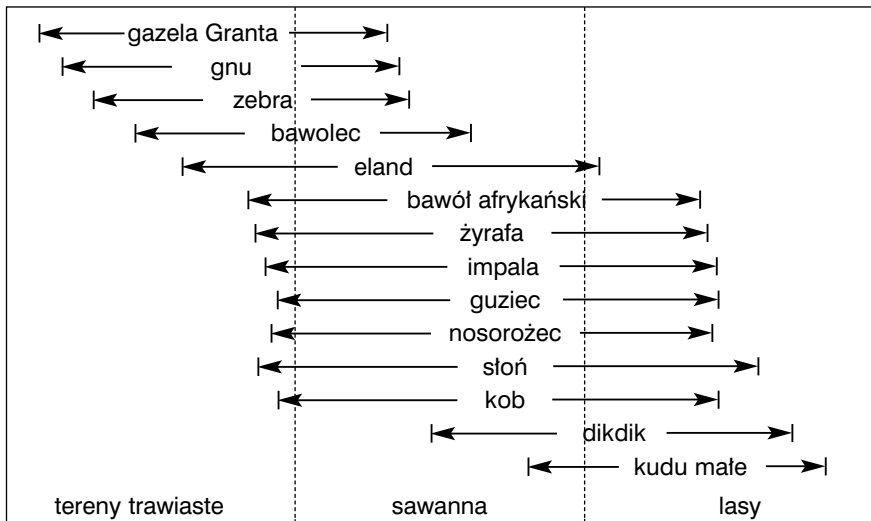
W ekosystemie panują warunki siedliskowe<sup>2</sup> (gleba, woda, klimat) z charakterystycznymi różnogatunkowymi zespołami, które określamy (jak już wielokrotnie wspomniano) mianem biocenozy. Siedlisko konkretnej biocenozy, przez nią zmodyfikowane, to biotop. Ekosystem składa się więc z biotopu i biocenozy, biocenoza zaś to fitocenoza wraz z zoocenozą i mikroczenozą. Istnieją naturalne ograniczenia, które sprawiają, że każdy ekosystem może utrzymać tylko pewną liczbę organizmów (ryc. 4.2, patrz str. 128). Zespolenie organizmów formujących biocenozę charakteryzuje się specyficznym składem gatunkowym oraz określoną dynamiką liczebności. Grupą gatunków charakterystycznych dla biocenozy są stenotypy, czyli organizmy o wąskim zakresie tolerancji ekologicznej, uzależnione od ściśle określonych warunków środowiskowych. Są one czułymi wskaźnikami, czyli bioindykatorami stanu i zmian w biocenozie oraz ekosystemie<sup>3</sup>.

*Składniki  
ekosystemu*

W obrębie ekosystemu istnieją określone powiązania pokarmowe między żywymi komponentami (biocenozą) a nieożywioną częścią śro-

<sup>2</sup> Siedlisko to abiotyczne warunki środowiska, natomiast miejsce występowania organizmu (w przestrzeni) to stanowisko albo lokalizacja lub też zasięg.

<sup>3</sup> Na przykład występowanie w środowisku wrzosu informuje o glebie kwaśnej, moczarki kanadyjskiej w zbiornikach wodnych – o obecności węgla wapnia, pokrzywy – o glebie bogatej w fosfor, ważnymi bioindykatorami stanu czystości powietrza są też porosty (skala porostowa).

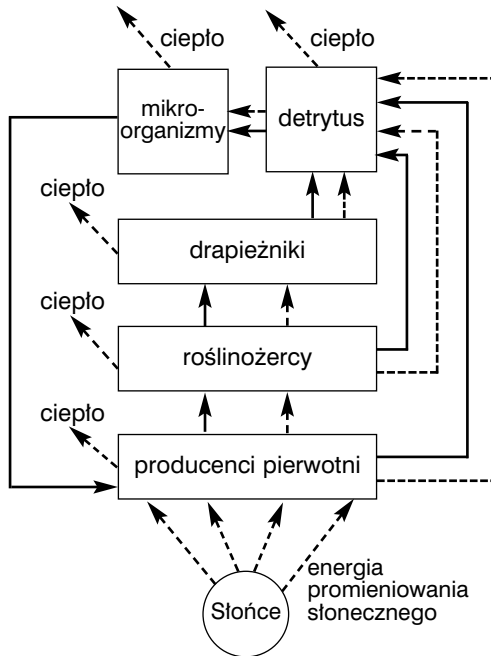


Ryc. 4.2. Wykorzystanie siedlisk przez zwierzęta kopytne w Serengeti, Tanzania (wg Krebsa, 1997).

dowiska (biotopem). Gatunki składające się na kolejne różnie odżywiające się ogniwa obiegu materii i przepływu materii tworzą poziomy troficzne. Producenci, czyli organizmy samożywne (autotrofy), wytwarzają w procesie fotosyntezy<sup>4</sup> materię organiczną z dwutlenku węgla i wody przy dopływie energii świetlnej. W ekosystemach lądowych autotrofami są głównie rośliny zielone, w wodnych glony i sinice, w specyficznych środowiskach (warunkach bezświetlnych) ważną rolę odgrywają bakterie chemosyntetyzujące (siarkowe, azotowe i żelazowe). Ich produkcja jest podstawą życia organicznego na Ziemi, producenci dostarczają bowiem energii wszystkim pozostałym organizmom, oni też ukształtowali biosferę w jej obecnym kształcie. Konsumenty, czyli organizmy cudzożywne (heterotrofy), żyją kosztem wyprodukowanej materii organicznej pochodzenia roślinnego (konsumenty pierwszego rzędu) lub zwierzęcego (konsumenty drugiego rzędu). Reducenci (destruenci) to drobnoustroje (heterotroficzne bakterie i grzyby), które, odżywiając się martwymi szczątkami organizmów, mineralizują substancję organiczną do prostych substancji nieorganicznych (dwutlenek węgla, woda) przyswajalnych przez rośliny. Układy pozbawione któregośkolwiek z poziomów troficznych nie spełniają kryteriów definicji ekosystemu. Decydującym czynnikiem wyznaczającym granice jest więc pełna realizacja obiegu materii

<sup>4</sup> Fotosynteza jest także źródłem (*nota bene* jedynym) tlenu w przyrodzie.

(ryc. 4.3). Granice ekosystemów mogą być również wyznaczone granicami biotopów (wodne i lądowe). Strefa graniczna (lub przejściowa) między dwoma sąsiadującymi ekosystemami nazywana jest ekotonem. W obrębie ekotonu cechy charakterystyczne dla jednego układu komponentów stopniowo zanikają, a pojawiają się typowe dla sąsiedniego układu.



Ryc. 4.3. Elementy łańcucha troficznego w krążeniu materii i przepływie energii w systemach przyrodniczych (wg Krebsa, 1997)

## Typy ekosystemów

Najstarsze i najbardziej pierwotne ekosystemy znajdują się w oceanach. Są one jednocześnie największe i najbardziej stabilne. Oceany i morza stanowią aż 98% powierzchni wód, natomiast wody śródlądowe (głównie jeziora i rzeki) to zaledwie 0,40%, pozostałe 1,6% przypada na lądolody i lodowce.

**Ekosystemy wodne** – dzielimy ze względu na stopień zasolenia – na morskie i słodkowodne<sup>5</sup>. Położenie geograficzne i związana z tym temperatura powierzchniowej warstwy wody jest kryterium podziału mórz na zimne (arktyczne i antarktyczne), północne i południowe, morza strefy

*Ekosystemy wodne*

<sup>5</sup> Średnie zasolenie w morzach i oceanach wynosi ok. 35%.





*Bentos*



*Plankton*

Ryc. 4.4. Ekosystemy słodkowodne: staw w Gołuchowie (fot. O. Żylińska) i jezioro w Karkonoszach (fot. J. Wolf).

*Nekton* cztery, widłonogi i inne skorupiaki, żebroplawy, osłonice). **Nekton** to zwierzęta czynnie przemieszczające się w wodzie (duże skorupiaki i owady, liczne gatunki ryb, żółwie oraz ssaki, foki i wieloryby, a także niektóre ptaki wodne). **Neuston** stanowią organizmy żyjące bezpośrednio na powierzchni wody lub tuż pod nią.

Podstawowymi czynnikami fizycznymi, które określają strukturę biocenotyczną w oceanach i morzach, są pływy (związane z oddziaływaniem Księżyca i Słońca), falowanie i prądy oraz temperatura, zasolenie, światło, i ciśnienie.

*Jeziora* Zbiorniki bez połączenia z morzem to **jeziora**, czyli naturalne zagłębienia terenu wypełnione wodą całkowicie lub częściowo, stale lub okre-

umiarkowanej oraz morza tropikalne. Ekosystemy śródlądowe dzieli się na stojące (jeziora, stawy i bagna – ryc. 4.4) oraz płynące, czyli cieki (źródła, strumienie, i rzeki). Sposób życia albo formy życiowe organizmów wodnych (w oceanie bytują przedstawiciele aż 60 gromad należących do kilkunastu typów zwierzęcych, głównie bezkręgowców) stanowią podstawę ekologicznej klasyfikacji<sup>6</sup>. **Bentos** to organizmy roślinne lub zwierzęce osiadłe na dnie zbiornika (w mule dennym żyją okrzemki, wiciowce, liczne bakterie), perifiton to organizmy osiadłe na przedmiotach nad dnem lub na liściach i łodygach makrofitów. Do **planktonu** należą organizmy unoszące się biernie w toni wodnej (bruzdnice, złotowiciowce i okrzemki oraz pierwotniaki, wielosz-

<sup>6</sup> W ekosystemach lądowych dominują dwie gromady bezkręgowców (pajęczaki i owady) oraz cztery gromady kręgowców (płazy, gady, ptaki i ssaki).

sowo. Pochodzenie jezior jest podstawą ich klasyfikacji<sup>7</sup>. Zawartość tlenu w jeziorach ma układ gradientowy, a zawartość soli mineralnych uzależniona jest od intensywności parowania. W zależności od ilości substancji odżywczych wyróżnia się jeziora skąpożywne, czyli oligotroficzne (zbiorowiska glonów i roślin naczyniowych są wyspecjalizowane, występuje duża różnorodność przy małej liczbie osobników, woda przezroczysta o wysokim stopniu natlenienia), dystroficzne (ubogie w biogeny o wodzie żółtobrunatnej od kwasów humusowych) oraz przeżyźnione – eutroficzne (informacje na temat eutrofizacji zawarto w rozdziale III). Te słabo natlenione wody są mało przezroczyste o barwie żółtozielonej, a charakteryzuje je bujna roślinność planktonowa i przybrzeżna. W strefie pelagialnej występuje bogata flora glonów planktonowych, w mule dennym okrzemki, sinice, wiciowce i bakterie. Strefę przybrzeżną zasiedlają łąki ramienic i rdestnic. Grzybień biały i grązel żółty to rośliny zakorzenione w dnzie z liśćmi pływającymi na powierzchni wody. Szuwały są zasiedlone (do głębokości 1 m) przez rośliny błotne (helofity), płycej przez turzyce, a na brzegu jeziora panują zbiorowiska mszysto-turzycowe. Częściowo związane z jeziorem są zbiorowiska leśne: bagienny las olszowy lub zbiorowiska łąkowe<sup>8</sup>. Głównymi gatunkami drzew lasów łąkowych są: topola biała i topola czarna, wierzba biała, wierzba krucha, jesion, wiąz pospolity, olsza czarna, dąb szypułkowy, czeremcha zwyczajna. Faunę wód stojących charakteryzuje strefowość. W bentosie reprezentowane są pełzające i grzebiące larwy ważek i niektóre jętki, równonogi. W litoralnym nektonie występują larwy i dorosłe wodne chrząszcze, pluskwiki, larwy i poczwarki muchówek oraz węże wodne, żółwie, żaby, salamandry i oczywiście ryby. Zooplankton tworzą wioślarki, małżoraczki, widłonogi i wrotki. Przy brzegu wody między ziarnami piasku, żyją pierwotniaki, nicienie, widłonogi, niesporaczki, liczne skąposzczety i małże (Styczyńska 1986).

*Lasy  
łąkowe*

**Rzeki** są naturalnymi ciekami wodnymi, ich wody płyną w wyodrębnionym korycie o określonym spadku<sup>9</sup>. Poziom wody zależy od stopnia

*Rzeki*

<sup>7</sup> Jeziora tektoniczne powstały w miejscach przesunięć skorupy ziemskiej, wulkaniczne w kraterach wulkanów, krasowe po wymyciu skał wapiennych, zalewowe lub przymorskie po zamknięciu laguny, przyrzeczne z zakola koryta rzecznego, zaporowe po przegrodzeniu doliny naturalną lub sztuczną zaporą, śródwymowe to wysychające rezerwuary wody deszczowej lub gruntowej, zaś bagiennie powstają na podłożu trudno przepuszczalnym. W Polsce jeziora mają charakter połodowcowy.

<sup>8</sup> Pierwotna roślinność lasów łąkowych (zwłaszcza w dolinach dużych rzek) została prawie doszczętnie zniszczona, a bardzo żyzne madowe gleby wzięte pod uprawę rolną. Pozostałości chronione są w rezerwatach, stanowią bowiem bogactwo gatunkowe roślin i zwierząt.

<sup>9</sup> Ponieważ źródłem wody są głównie opady, rzeki występują tam, gdzie suma opadów w ciągu roku nie jest mniejsza niż 250 mm. Wyjątkiem są tzw. rzeki tranzytowe, które przepływają przez obszary suche, tracąc wodę w wyniku parowania, ale zasilane są w innych, wilgotniejszych regionach (na przykład Nil).

zasilania opadami atmosferycznymi, charakteru dorzecza, przepuszczalności gruntu, obecności w okolicy lasów, które zwiększają retencję wody, a zmniejszają spływ powierzchniowy, obniżając w ten sposób poziom wody w rzece. Z energetycznego punktu widzenia rzeki nie są kompletnymi ekosystemami, znaczna część materii organicznej pochodzi zwykle z otaczających rzekę ekosystemów lądowych. W planktonie dominują okrzemki, latem pojawiają się zieleńce, a jesienią sinice. Na skałach i kamieniach występują bogate i różnorodne glony epifityczne, sinice zieleńce, krasnorosty oraz okrzemki. Osady drobnoziarniste i muł rzeczny przerosnięte są też okrzemkami sinicami i drobnymi zieleńcami, w wodzie zanurzone są rośliny naczyniowe i mchy. Strefy oddalone od rzeki zajmują łąki turzycowe lub podmokłe. Fauna wód płynących jest reprezentowana przez ryby oraz liczne bezkręgowce (skorupiaki, mięczaki, owady wodne, mniej liczne pierwotniaki, wirki, nicienie, pierścienice i wrotki).

#### *Ekosystemy lądowe*

**Ekosystemy lądowe** łączy się zwykle według koncepcji biomów w duże jednostki ekologiczno-biogeograficzne. W obrębie każdego biomu można wyróżnić podstawowe typy ekosystemów, które w wyniku sukcesji ekologicznej przystosowały się do panujących warunków glebowych, wodnych, a przede wszystkim klimatycznych. Najczęściej stosowanym kryterium jest szata roślinna, na przykład w biomie tajgi syberyjskiej ekosystemy tajgi modrzewiowej, świerkowej, limbowo-jodłowej, a w biomie europejskich lasów zrzucających liście na zimę ekosystemy grądów, buczyn, dąbrów itd. Charakterystyczna jest też dla poszczególnych ekosystemów obecność specyficznych gatunków zwierząt, np. w tundrze lemingi i sowy polarne, a na sawannie zwierzęta kopytne.

Poniżej omówimy kilka biomów: wiecznie zielone wilgotne lasy równikowe, sawanny, pustynie gorące i chłodne, lasy i zarośla twardestwiste, lasy liściaste zrzucające liście na zimę, stepy, borealne lasy iglaste (tajgę) oraz tundrę.

#### *Tundra*

**Tundra** to dwa biomy o zasięgu okołobiegunowym: palearktyczny (na obszarze Europy i Azji) i nearktyczny (w Ameryce Północnej). Czynniki ograniczającymi są niska temperatura i krótki okres wegetacji. Konsekwencją długiej i mroźnej zimy (od pół roku do 300 dni) jest wieczna zmarzlina nieco głębszych poziomów gleby. Tundra jest zbiorowiskiem złożonym głównie z traw, ziół, drobnych krzewinek, porostów mchów i turzyc, a gałęzie wierzby polarnej płożą się tu po ziemi. Ze względu na duży dopływ światła latem produkcja pierwotna jest jednak wysoka. Jest ona zmagazynowana w warstwie próchnicy glebowej, której zawartość w glebach tundrowych jest również wysoka, gdyż

bakterie z powodu niskiej temperatury nie są w stanie rozkładać całej martwej substancji organicznej. Tundra charakteryzuje się ubóstwem fauny reprezentowanej przez małą liczbę gatunków, licznie tu jednak reprezentowanych. Przez cały rok mieszkają tu stałocieplne ssaki (nearktyczne karibu i wół pizmowy i palearktyczny renifer). Można spotkać też niedźwiedzie polarne, lisy polarne, zające bielaki, lemingi, gronostaje, sowy śnieżne, pardwy górskie oraz wędrowne ptaki z południa. Charakterystyczny jest brak płazów i gadów. Pewne gatunki, na przykład znane gryzonie lemingi, wykazują gwałtowne oscylacje zmian gęstości populacji. Gdy wzrasta ich liczebność i spasanie trawy, wzrasta o kilkadziesiąt procent liczebność ptaków drapieżnych (sów polarnych i wydrzyków).

Na południe od pasa tundry rozciąga się **tajga**. Te północne lasy iglaste to zwarte wiecznie zielone kompleksy leśne, które porastają jodły, świerki, sosny, modrzewie i brzozy, a rzadziej topole i osiki. Ze względu na silnie rozwinięte piętro koron dopływ światła do wnętrza lasu jest utrudniony, a rozwój krzewów i runa ograniczony. Opadłe igły wolno się rozkładają i w podłożu powstaje próchnica typu mor, z dobrze wykształconymi poziomami profilu glebowego o niskiej wartości pH (stąd dużo grzybów saprofitycznych), małej liczbie bakterii i dużej liczbie bezkręgowych mikrofitofagów. Wśród typowych zwierząt wyróżnia się łosie, wilki, zające, wiewiórki, łasice, sobole, rosomaki, lisy rude, cietrzewie, głuszce, jarząbki, czyżyki, krzyżodzioby, zmijsie, jaszczurki żyworódki, traszki syberyjskie, żaby trawne. Zimą migrują z tundry karibu i renifery, a latem z południa przylatują ptaki.

**Lasy liściaste zrzucające liście na zimę** klimatu umiarkowanego o wpływach oceanicznych zajmują wschodnią część Nearktyki, zachodnią Palearktykę, część Japonii i Chin, część regionu australijskiego i kraniec krainy neotropikalnej (Ameryki Południowej). Pospolitymi gatunkami drzew tego biomu są dęby, lipy, klony, jesiony, wiązy, buki i inne. Czynniki ograniczającymi są temperatura (drzewa tracą liście w zimie), a także wilgotność, związana z nieregularnością opadów w ciągu roku (granica ze stepem). Drzewa pozbawione liści przez część roku umożliwiają rozwój warstwy krzewów i runa. Urozmaicenie roślinności z wyraźną strukturą warstwową otwiera zwierzętom nowe zasoby pokarmowe i siedliska. W lasach tych można spotkać następujące kręgowce: jelenie, wilki, dziki, bobry, łasice, rysie, wiewiórki, popielice, orzesznice, dzięcioły, kosy, słowiki rdzawe, rudziki, sikory, zięby, wilgi, gołębie. Dużo liczniej niż w tajdze występują tu bezkręgowce (owady, pajęczaki, ślimaki oraz płazy i gady).

Tajga

Lasy liściaste

*Step* **Step** to biom klimatu umiarkowanego kontynentalnego, w którym poziom opadów atmosferycznych jest niewystarczający, aby utrzymać leśną formację<sup>10</sup>. Trawy reprezentowane są przez wiele gatunków o zróżnicowanych wymaganiach temperaturowych. Układy korzeniowe są tak silne, że ich biomasa przewyższa znacznie biomasę części naziemnych. Na stepie występuje wyraźna strefowość produkcji pierwotnej związana z gradientem opadów (od trawy wysokiej przez mieszaną i niską do kępkowej). Jednowarstwowa roślinność stepowa umożliwia występowanie dużej liczby gatunków ryjących i biegających. Spośród ssaków wymienia się bizona, kilka gatunków antylopy, zające, liczne gryzonie (myszy, nornice, susły, skoczki), z drapieżnych – lisy, kojoty, borsuki, karakale, z ptaków – przepiórki, kuropatwy, dropie, a z bezkręgowców – szarańczę, pająki, solpugi, skorpiony. Stepy, podobnie jak lasy liściaste, są przykładami biomów, których powierzchnię zajęto pod uprawy (agrocenozy) i budownictwo (urbicenozy).

*Sawanna* **Sawanna** jest obszarem położonych w strefie okołorównikowej zbiorowisk trawiastych z kępami drzew lub drzewami pojedynczymi, na przykład akacjami i baobabami. Występuje głównie na kontynencie afrykańskim (w tzw. rejonie etiopskim) ale również w neotropiklanym i australijskim. Związana jest z klimatem międzyzwrotnikowym, zmiennym o niewielkich wahaniach temperatury, dość wysokiej ilości opadów rocznych (od 500 do 1500 mm) oraz dwóch porach – deszczowej (zielonej) i suchej, kiedy to zwierzęta wędrują stadnie w poszukiwaniu pastwisk i wodopojów, a w razie jej przedłużenia giną. Charakterystyczna jest fauna kopytnych reprezentowana przez antylopy, bawoły, nosorożce, słonie, lamparty, gepardy, hieny, zebry, żyrafy, lwy. Liczne są tu gryzonie i zającowate, z małp – różne gatunki pawianów; fauna ptaków jest podobna do stepowej, ale bogatsza (perliczki, stepówki, sekretarze, marabuty, sępy, strusie), z płazów można spotkać głównie żaby i ropuchy (brak salamander i traszek), z gadów – żółwie, jaszczurki i liczne węże. W faunie bezkręgowców dominują szarańczaki, pająki i solpugi, skorpiony.

*Pustynie* **Pustynie** występują w strefie zwrotnikowej i umiarkowanej na obszarach o bardzo skąpych opadach rocznych (poniżej 250 mm). W Afryce znajdują się słynna Sahara i Kalahari, w Azji – Gobi i Tybet, w Ameryce Południowej Atakama, a w Australii pustynne jest całe wnętrze kontynentu. Niska wilgotność powietrza powoduje znaczne różnice temperatury między dniem i nocą. Świat roślinny i zwierzęcy jest niepozorny i ubogi. W okresie opadów wodę magazynują sukulenty (kaktusy, opuncje)

<sup>10</sup> W Nearktyce step zwany jest prerią.

i krzewy pustynne. Ssaki pustyni to wielbłądy, skoczki pustynne, fenki, z ptaków można spotkać stepówki, pustynniki, a z gadów kilka gatunków jaszczurek i węży. Bezkęgowce reprezentują szarańczaki, chrząszcze, nieliczne ślimaki. Zwierzęta (z których większość prowadzi nocny tryb życia) posiadają specyficzne przystosowania. Niektóre ssaki nie używają wody do regulacji temperatury ciała, żyjąc w norach odżywiają się tylko suchymi nasionami i nie piją wody. Wielbłądy mogą magazynować wodę w tkankach ciała. W ekosystemach pustyń mineralizującą rolę drobno-ustrojów (reducentów) przejmują prawdopodobnie roślinożerne gryzonie, na podobieństwo zooplanktonu w ekosystemach morskich.

**Wiecznie zielone lasy równikowe**<sup>11</sup> są położone w pobliżu równika, w dorzeczu Amazonki i Orinoko (w Ameryce Południowej), w Afryce (w Kotlinie Kongo i zachodniej Afryce) oraz na Madagaskarze, w Indiach, w Malezji, na Wyspach Sundajskich i na Nowej Gwinei. Pór roku praktycznie nie ma, klimat jest równikowy z częstymi zenitalnymi opadami deszczu. Jedynym czynnikiem ograniczającym jest światło. Drzewa tworzą bowiem wielowarstwową strukturę. Pod warstwą koron najwyższych drzew (ponad 30 m) występują warstwy niższych drzew (mezofanerofity 8–30 m) oraz mikrofanerofity (2–8 m), czyli krzewa i rośliny zielne złożone z paproci, palm i ogromnej liczby roślin pnących ze zwisającymi koczuchami mchów, lian i epifitów (na przykład storczyków). Runa leśnego brak. Szybki obieg materii umożliwia występowanie ogromnej bioróżnorodności flory i fauny. Liczne ssaki (gerezy, koczkodany, gibbony, leniwece) prowadzą nadrzewny tryb życia, podobnie jak płazy (żaby, rzekotki, ropuchy) i gady (iguany, kameleony, gekkony, węże nadrzewne). Ptaki są głównie roślinożerne (tukany, dzioborożce, papugi, kolibry, nektarniki). Z bezkręgowców najobficiej reprezentowane są owady (termity, mrówki, motyle), pierścienice, skorupiaki i ślimaki. W biocenozie zachowały się prymitywne jednostki systematyczne roślin i zwierząt, przodkowie wielu gatunków, które potem rozprzestrzeniły się w innych ekosystemach.

**Lasy oraz zarośla wiecznie zielone twardolistne** występują u wybrzeży Morza Śródziemnego, na południowych wybrzeżach Australii oraz w Kalifornii i Meksyku, czyli tam gdzie klimat jest podzwrotnikowy typu śródziemnomorskiego z opadami skoncentrowanymi w zimie.

*Lasy  
równikowe*

*Lasy  
wiecznie  
zielone  
twardolistne*

<sup>11</sup> W ich strefie występują: na terenach dolin rzecznych – lasy galeriowe; w miejscach trwale lub okresowo zalewanych – lasy zalewowe albo bagienne, na obszarach górskich lasy mgliste z udziałem epifitów korzystających z wody zawartej w powietrzu, w strefie przypliwów lub odpływów lasy pływowe, czyli namorzyny (lasy mangrowe), których drzewa i krzewy wytwarzają korzenie przybyszowe podbierające rośliny oraz korzenie oddechowe (pneumatofory) wystające ponad muliste podłoże, co umożliwia pobieranie tlenu z powietrza atmosferycznego.

Roślinność klimaksowa składa się głównie z krzewów lub drzew z wiecznie zielonymi skórzastymi liśćmi zmniejszającymi transpirację w czasie suchego i gorącego lata. Faunę reprezentują daniela, muflony, króliki, ptaki śpiewające i kurowate (przepiórki, kuropatwa), dość liczne płazy i gady (jaszczurki), owady, pajęczaki, ślimaki. Lasy te zostały wytrzebione już w starożytności i dzisiaj przeważają zarośla krzewiaste zwane makią. Typowe dla Eurazji drzewa tego biomu to: oliwki, cyprys, granatowiec, migdałowiec, figa, dąb korkowy, dąb kamienny, pistacja, drzewo poziomkowe.

Ekosystem jest podstawowym pojęciem, dzięki któremu można określić powiązania biotycznych i abiotycznych elementów środowiska. W ujęciu przestrzennym wyróżnia się biomy, które są największą jednostką biogeograficzną, w skład której może wchodzić wiele ekosystemów. Poznanie struktury i funkcjonowania systemów przyrodniczych jest teorią nieodzowną dla praktycznych działań na rzecz ochrony przyrody i środowiska. Milion lub dwa milionów lat temu ekosystemy (wodne, lądowe) nie podlegały wpływowi człowieka, były one pierwotne lub dziewicze. Obecnie pozostało niewiele takich miejsc; najbardziej zmienione są ekosystemy lądowe, w tym leśne. Lasy, na przykład w Polsce, są naturalną formacją roślinną – w potencjalnych warunkach naturalnych zajmowałyby ponad 90% powierzchni kraju.

## 2. Energia i biomasa w ekosystemach

### SŁOWA KLUCZOWE:

produkcja pierwotna i wtórna, przepływ energii, rola człowieka w ekosystemie

### Produkcja pierwotna i wtórna

Życie na Ziemi nie mogłoby istnieć bez dopływu energii ze Słońca. Nawet nasze nieodtwarzalne zasoby energii (węgiel, ropa naftowa) pochodzą także pośrednio z tego źródła. Całkowita ilość energii słonecznej, która osiąga powierzchnię Ziemi, wynosi ok.  $3400 \text{ kcal/m}^2$  na dzień. Światło słoneczne jest niezbędne do fotosyntezy glonów i roślin, czyli pierwotnych producentów substancji organicznej. W procesie tym wychwytywane jest zaledwie ok.  $170 \text{ kcal/m}^2$  na dzień, czyli tylko kilka procent energii. Fotosynteza jest procesem dzięki któremu organizmy samożywne, czyli autotrofy (rośliny zielone, sinice i glony) wychwytyują energię i wbudowują ją w złożone związki organiczne, z których tworzą

*Fotosynteza*

potem pożywienie dla siebie i innych organizmów, tzw. cudzożywnych, czyli heterotrofów. W wyniku bardzo złożonego ciągu reakcji fotochemicznych dwutlenek węgla i woda tworzą cukry proste (glukoza), które potem mogą być przetwarzane w złożone węglowodany (skrobia) lub poprzez dołączenie składników nieorganicznych mogą tworzyć złożone cząsteczki organiczne, na przykład aminokwasy i białka będące podstawą życia.

Produkcją pierwotną brutto nazywamy więc ogół materii wytworzonej przez producentów w wyniku procesu fotosyntezy (ewentualnie chemosyntezy). Produkcja pierwotna netto to produkcja pierwotna brutto pomniejszona o ilość energii zużytej przez producentów w ich procesach życiowych. Jest to zatem ilość energii dostępna dla następnego poziomu troficznego. Produkcja żywej materii przez organizmy fotosyntetyzujące ma podstawowe znaczenie dla ekosystemów. Szybkość produkcji tej substancji organicznej (po odjęciu straty spowodowanej na przykład oddychaniem) zwana jest produktywnością pierwotną netto. Produkcja wtórna to magazynowanie energii w tkankach heterotrofów. Produkcja pierwotna jest największa w wilgotnym lesie tropikalnym i stopniowo zmniejsza się w stronę biegunów. Wielkość produkcji otwartych oceanów i mórz jest bardzo mała (mniej więcej taka sama jak arktycznej tundry), mimo że oceany zajmują około 71% powierzchni Ziemi. W tym samym rejonie geograficznym zbiorowiska trawiaste i obszary tundry są mniej produktywne niż lasy. Badania nad ekologią produkcji są niezbędnym elementem wiedzy o zasobach biologicznych środowiska i możliwości ich eksploatacji, co jest przedmiotem badań ekologii stosowanej (porównaj rozdział III).

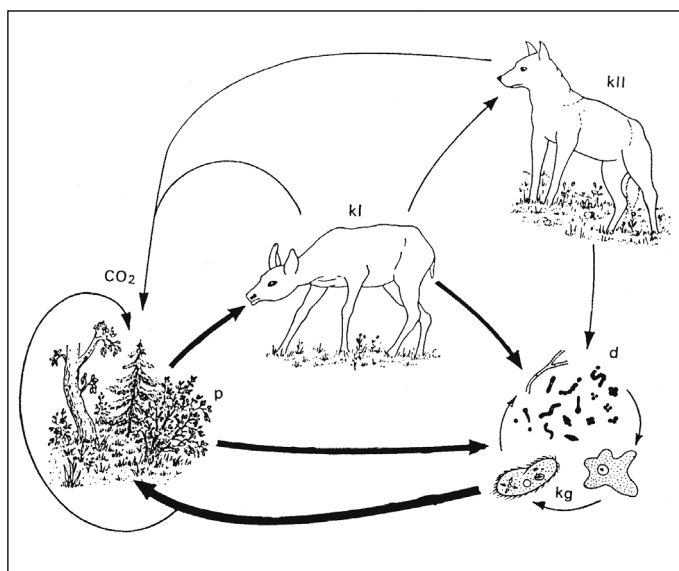
*Produkcja  
pierwotna*

*Produkcja  
wtórna*

## Przepływ energii

W naturalnych ekosystemach zwierzęta roślinożerne (na przykład przeżuwacze) zjadają wiele gatunków roślin. Same z kolei mogą być zjedzone przez zwierzęta mięsożerne, a te przez drapieżców. W ten sposób powstaje pojęcie prostego łańcucha pokarmowego, czyli troficznych zależności (ryc. 4.5, patrz str. 138). W rzeczywistym ekosystemie zależności pokarmowe są bardziej złożone, niektórzy konsumenci korzystają z kilku poziomów troficznych (na przykład niedźwiedź brunatny i dzik żywią się roślinami, padliną i upolowanymi zwierzętami zarówno roślinożernymi, jak i małymi drapieżnikami). Łańcuchy pokarmowe rozgałęziają się i tworzą raczej układ sieciowy, a ostatecznym efektem jest powrót rozłożonej materii do ponownego wykorzystania oraz rozproszenie energii.





Ryc. 4.5. Stosunek producentów (p) do konsumentów I i II rzędu (k I i k II) oraz destruentów (d) (wg Kunickiego-Goldfingera 1978)

W każdym ekosystemie, na każdym poziomie troficznym wraz z jego zmianą następuje przekazanie energii pierwotnej pobranej przez producentów w procesie fotosyntezy. Pobrana energia słoneczna przepływa przez dany ekosystem i ostatecznie rozprasza się w postaci ciepła. Podczas funkcjonowania takiego układu na każdym etapie łańcucha zależ-

ności troficznych traci się część energii<sup>12</sup>. Wydajność, z jaką przetwarzana jest energia na poszczególnych etapach (zwanach też poziomami troficznymi), jest również bardzo niska. Gdyby w cytowanym prostym typie zależności zwierzęta roślinożerne zjadły nawet cały materiał roślinny, zużycie energii (i stąd rozproszenie ciepła) sprawi, że znacznie mniejsza ilość energii zostanie przekształcona w tkankę zwierzęcą. Wszystkie wysokoenergetyczne substancje rozkładane są po śmierci organizmów, zarówno roślin, zwierząt, jak i mikroorganizmów. Wydzieliny, wydaliny żywych organizmów oraz ich szczątki zostają więc rozłożone, czyli zmineralizowane przez destruentów (bakterie, grzyby) na proste związki nieorganiczne z wynikającym stąd rozproszeniem energii. Odrębnym środowiskiem życia jest na przykład głębia oceanu, w której zupełnie inaczej przebiega proces wykorzystania energii słonecznej lub zielonej biomasy. Liczne przykłady piramid wartości energetycznych dla różnych sieci troficznych zawarte są w klasycznych podręcznikach z ekologii, np. Przemysława Trojana (1975), Eugena P. Oduma (1982), Charlesa Krebsa (1997).

<sup>12</sup> Jest to efekt działania drugiego prawa termodynamiki, które stwierdza, że przy każdej przemianie energii dąży ona do przekształcenia w energię cieplną. W ten sposób procesy metaboliczne organizmu rozpraszają energię potencjalną w formie ciepła w żywej tkance. Na podstawie chemicznej termodynamiki reakcji można określić energetyczne odpowiedniki miar fotosyntezy:  $6CO_2 + 12H_2O + 2966 \text{ kJ (energia promieniowania słonecznego)} \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$ .

## Rola człowieka w ekosystemie

Człowiek w strukturze troficznej biosfery określany jest mianem wszytkożercy. Jesteśmy typowymi mięsożercami i roślinożercami, których pokarm stanowią wszystkie części roślin (liście, nasiona i owoce, łodygi i korzenie). Wszytkożerność warunkuje przystosowanie anatomiczne i fizjologiczne człowieka (bogactwo enzymów trawiennych) oraz możliwości cywilizacyjne, które pozwalają na skomplikowane przygotowywanie pokarmu, a nawet spreparowanie organizmów trujących (na przykład muchomorów spożywanych przez mieszkańców Syberii). W naszym pożywieniu jest sporo związków chemicznych, sztucznie syntetyzowanych, jak barwniki, konserwanty. Ostatnio w laboratoriach biotechnologicznych produkuje się organizmy zmodyfikowane genetycznie. Na międzynarodowych konferencjach naukowych toczą się dyskusje, jakie warunki muszą być spełnione, aby zmodyfikowane genetycznie gatunki roślin, wykorzystywane jako pokarm człowieka można wprowadzić do środowiska. Inżynieria genetyczna stanowi obecnie potężne narzędzie, mogące kształtować środowisko i wywoływać jego zmiany.

Rola człowieka w ekosystemie wiąże się bezpośrednio z jego wpływem na procesy metaboliczne ekosystemu (przepływ energii i przemiana materii). W pierwszej kolejności chodzi o poziomy ograniczające i mechanizmy samosterujące tymi procesami metabolicznymi. Ekosystemy wyposażone są w różnorodne mechanizmy homeostazy, funkcjonujące podobnie jak znane z terminologii cybernetycznej, pętle sprzężeń zwrotnych, które pozwalają utrzymać system w stabilnych warunkach. Zdaniem ekologów działalność człowieka znosi mechanizmy homeostazy i wywołuje niestabilność ekosystemów, czasami prowadzącą do zupełnego ich zniszczenia. Z punktu widzenia ekologii zbieranie plonów oznacza usuwanie na danym terenie bogatej energetycznie materii z danego ekosystemu. Zasoby te zostaną potem zwrócone w innych ekosystemach. Człowiek czerpie pokarm zarówno na poziomie zwierząt roślinożernych, jak i mięsożernych, rzadziej na poziomie wyższych mięsożernych ze względu na stosunkową rzadkość tych gatunków. Samotnie żyjące zwierzęta mięsożerne często są wykorzystywane przy produkcji przedmiotów pożądaných z względów kulturowych (orle pióra, skóry leopardów).

Rola człowieka w ekosystemie polega więc na wprowadzaniu w systemy ekologiczne zarówno energii, jak i materii. Większość tzw. wkładu energetycznego ekosystemów (na przykład w agrosystemach) pochodzi obecnie z paliw kopalnych (węgiel, ropa, gaz). Cały proces produkcji

*Człowiek  
w ekosystemie  
– jego rola*

i zbierania żywności odbywa się przy zastosowaniu sterowanej przez człowieka energii i materii. W gospodarce żywnościowej ważne jest usunięcie konkurentów. Rośliny inne niż uprawiane gatunki stają się chwastami, zwierzęta konkurujące z sobą o paszę (na poziomie trawożernych) lub atakujące hodowany gatunek stają się szkodnikami i wrogami<sup>13</sup>. Systemowe zwalczanie chwastów i szkodników najczęściej za pomocą związków chemicznych (herbicydy i pestycydy) – niespecyficznych, czyli oddziałujących zabójczo także na gatunki nie będące obiektem zwalczania – prowadzi do zubożenia biocenozy.

Wymieranie różnych gatunków przedstawia się najczęściej jako przykład długofalowego współlistnienia systemów przyrodniczych z człowiekiem w warunkach jego przewagi ekologicznej. Zubożenie gatunków zmniejsza przepływ energii przez system i jego różnorodność. Za pomocą różnych metod (od bezpośredniego zabijania w celu spożycia lub dla przyjemności, aż po zmianę siedliska) usunięto wiele gatunków roślin i zwierząt w skali miejscowej, regionalnej lub światowej<sup>14</sup>. Zapoczątkowane w latach 60. XX wieku bardzo silne prądy kulturowe i ruchy proekologiczne, dążące do powstrzymania tego procesu znalazły swój wyraz w sformułowaniu koncepcji ekorozwoju, nazywanego dzisiaj rozwojem zrównoważonym (porównaj rozdziały I i VII).

Wszystkie procesy życiowe wymagają dopływu energii. Życie na Ziemi uzależnione jest od dopływu energii słonecznej niezbędnej w procesie fotosyntezy właściwej autotrofom. W kolejnych ogniwach łańcucha troficznego następuje pobieranie, magazynowanie i przekazywanie energii zmagazynowanej w pokarmie. W układzie producent – konsument (pierwszego, drugiego rzędu i dalszych rzędów) – destruent, przy przejściu z jednego poziomu troficznego do następnego, tylko 10% pobranej energii jest przyswajana, a 90% ulega rozproszeniu. Ilość i szybkość przemieszczania się materii i energii jest kontrolowana przez procesy rozwoju, rozmnażania, śmiertelności, imigracji i emigracji osobników oraz za pośrednictwem procesów, zachodzących w nieożywionej części ekosystemu. Człowiek z powodu swojej działalności gospodarczej ma przewagę ekologiczną i wywołuje znaczne zmiany w systemach przyrodniczych. Najczęściej konsekwencją jego posunięć jest zubożenie i uproszczenie ich struktury oraz funkcji.

<sup>13</sup> Warto zaznaczyć, że znaczenie tych pojęć („chwasty”, „szkodniki”) ukształtowała kultura, gdyż w naturalnych ekosystemach nie mają one zastosowania.

<sup>14</sup> O znanej i nieznannej wartości ekonomicznej gatunków i biocenozy pisze szczegółowo Ludwik Tomiałojć, *Różnorodność biologiczna, jej wartość i stopień zagrożenia. Biologia dla ekonomii*, „Wrocławski Biuletyn Gospodarczy” 2003, nr 30, s. 20–36.

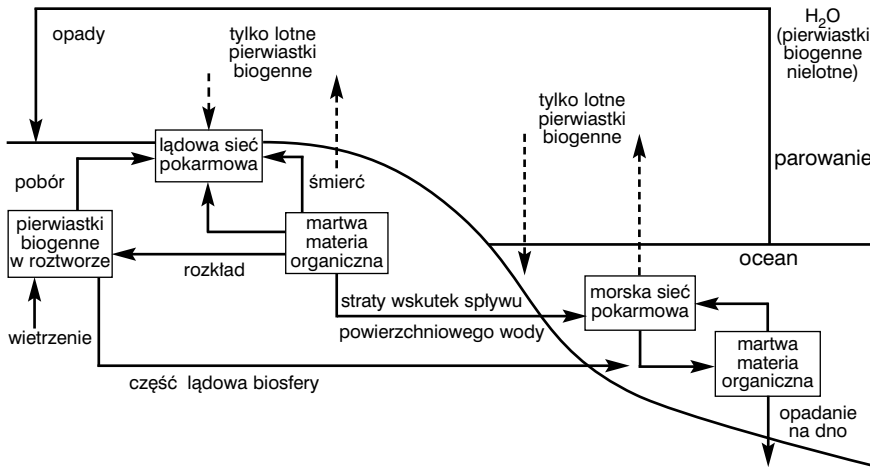
### 3. Cykle biogeochemiczne

#### SŁOWA KLUCZOWE:

obieg materii, krążenie węgla, azotu i fosforu, kwaśny deszcz – cykl siarki.

#### Obieg materii

Żywe organizmy potrzebują ok. 30–40 z ponad 100 występujących w przyrodzie pierwiastków. Drogi, którymi przemieszczają się pierwiastki chemiczne między środowiskiem nieożywionym a żywymi organizmami, to cykle biogeochemiczne<sup>15</sup> (ryc. 4.6). Pierwiastki pochodzą z różnych



Ryc. 4.6. Cykle biogeochemiczne w skali globalnej (wg Krebsa, 1997).

substancji i związków w różnym stopniu podlegających stałej cyrkulacji. Najważniejsze z nich noszą nazwę pierwiastków biogennych. Krążenie w przyrodzie węgla i tlenu, azotu, fosforu i siarki to podstawa zrozumienia przepływu substancji pokarmowych w warunkach naturalnych.

W tym krążeniu materii, przechodzącej z nieorganicznych (lub nieożywionych form) w połączenia protoplazmatyczne i z powrotem do abiotycznej części ekosystemu, wyróżniamy następujące procesy:

- humifikacja (martwa materia organiczna → humus → huminy → humiany → związki mineralne, czyli  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Me}_x\text{O}_y$ ),

<sup>15</sup> Przedrostek „bio-” odnosi się do organizmów, a „geo-” do skał, powietrza i wody. Biogeochemia zajmuje się badaniem wymiany albo przepływu materii między żywymi a nieożywionymi komponentami biosfery.

- mineralizacja (przemiana form organicznych pierwiastka w formy mineralne),
- immobilizacja (unieruchamianie, czyli przekształcanie nieorganicznej formy pierwiastka w złożone połączenia organiczne, wbudowanie pierwiastka w składniki komórkowe),
- przemiany red-ox, czyli utlenianie-redukcja (przemiany energetyczne komórki),
- wiązanie form gazowych pierwiastków biogennych (węgla, azotu),
- tworzenie się osadów (złoża siarki, siarczków, ropy naftowej, węgla, sorpcja mikroorganizmów na powierzchni tlenków i wodorotlenków żelaza).

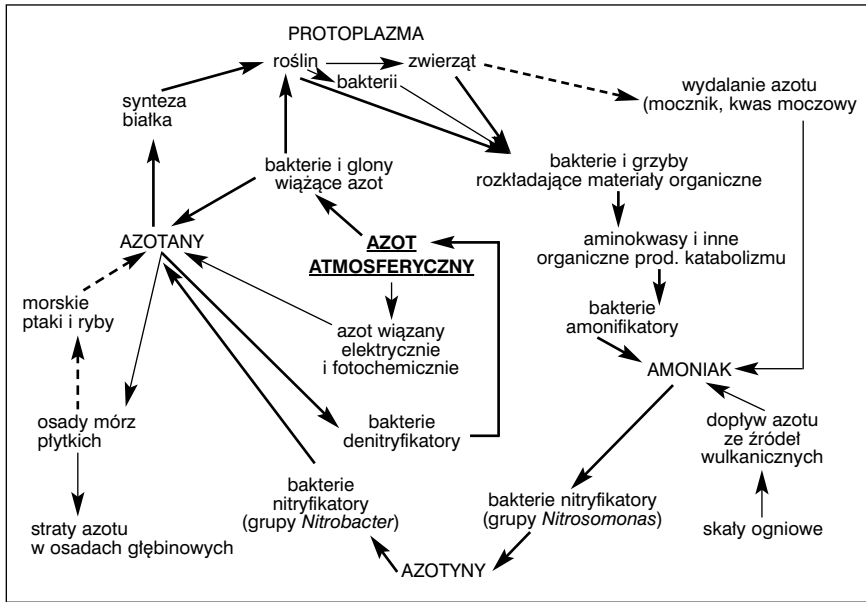
### Krążenie węgla, azotu i fosforu

#### *Obieg węgla*

Pierwiastkiem biogennym i, co oczywiste, podstawowym jest węgiel (C), który stanowi około 50% suchej masy materii organicznej<sup>16</sup>. W skorupie ziemskiej tworzy pokłady węglowe, roponośne, węglany wapnia ( $\text{CaCO}_3$ ) oraz węglany wapnia i magnezu ( $\text{MgCO}_3$ ), czyli dolomity. W oceanach występuje w formie rozpuszczonego dwutlenku węgla ( $\text{CO}_2$ ) jonów węglanowych ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) i wodorowęglanowych ( $\text{HCO}_3^-$ ). W atmosferze węgiel występuje jako dwutlenek węgla, który jest niezbędny w procesie fotosyntezy. Produktem fotosyntezy jest związek organiczny glukoza ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) oraz tlen ( $\text{O}_2$ ). Asymilacja (wiązanie) dwutlenku węgla umożliwia tak zwaną produkcję pierwotną, którą tworzą rośliny wyższe, fitoplankton, czyli glony (okrzemki, bruzdnice, zielenice) i sinice oraz bakterie fotosyntetyzujące (około 50 gatunków zamieszkujących specyficzne środowiska wodne). W trakcie procesu fotosyntezy wiązanie dwutlenku węgla jest równoważone przez jego uwalnianie podczas procesu oddychania i rozkładu martwej materii organicznej<sup>17</sup>. Drobnoustroje (bakterie i grzyby) biorą aktywny udział w procesie mineralizacji próchnicy glebowej (humusu), szczątków roślin i zwierząt oraz ich wydaliny i wydzielin, odpadów gospodarczych (ścieków).

<sup>16</sup> Rośliny i zwierzęta składają się przede wszystkim z wody, następnie z węgla, którego globalny cykl jest odzwierciedleniem produkcji pierwotnej i wtórnej. Wiązanie węgla przez autotrofy w procesie fotosyntezy (w skali czasu geologicznego) zmniejsza zawartość  $\text{CO}_2$  w atmosferze, a zachodząca jednocześnie hydroliza wody powoduje występowanie tlenu w atmosferze ziemskiej.

<sup>17</sup> Gdyby dwutlenek węgla nie był wciąż wytwarzany podczas oddychania i spalania związków organicznych, pokrywające świat rośliny wyczerpałyby jego zawartość z atmosfery mniej więcej w ciągu roku.



Ryc. 4.7. Cyrkulacja azotu w przyrodzie (wg Oduma, 1982)

Brak zdolności do rozkładu niektórych syntetycznych związków organicznych (detergenty, chemiczne insektycydy, na przykład DDT), nieznajdujących swych odpowiedników w przyrodzie, czyli ksenobiotyków, usiłuje się przełamać wprowadzając tzw. kometabolizm, czyli rozkład z udziałem mieszanych kultur mikroorganizmów (na przykład bakterie i grzyby) odpowiednio dobranych w laboratoriach.

Stała cyrkulacja azotu ( $N_2$ ) jest również niezbędna do zaspokojenia potrzeb życiowych organizmów (ryc. 4.7). Mimo że jego zawartość w powietrzu stanowi aż 78% objętości to zdolność wiązania azotu atmosferycznego posiada niewiele organizmów. Są to dość liczne, wolno żyjące glebowe bakterie azotowe (*Azotobacter*, *Clostridium*) i niektóre sinice oraz bakterie brodawkowe z rodzaju *Rhizobium*, żyjące w symbiozie z roślinami strączkowymi (łubin, wyka)<sup>18</sup>. Wiązanie azotu równoważy proces zwany denitrifikacją, który polega na redukcji azotanów do wolnego azotu cząsteczkowego przez bakterie glebowe z rodzaju *Achromobacter*, *Bacillus* i *Micrococcus denitrificans*. Nityfikatorami są z kolei bakterie z rodzaju *Nitrosomonas*, które utleniają amoniak do kwasu azotowego i *Nitrobacter*, który utlenia kwas azotowy do kwasu azotowego. W pro-

*Krążenie  
azotu*

<sup>18</sup> Biologiczne wiązanie azotu daje pewne korzyści w miejscach intensywnego stosowania nawozów azotowych, sprzyja bowiem zachowaniu właściwej struktury gleby i przeciwdziała eutrofizacji wód.

cesie mineralizacji związków organicznych (w tym białka strukturalne i enzymatyczne, które stanowią 60–75% suchej masy bakterii) biorą udział grupy fizjologiczne bakterii proteolitycznych. Amonifikację aminokwasów, czyli dezaminację, przeprowadzają liczne bakterie z rodzajów *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Proteus*, *Micrococcus*, *Trichoderma*, *Aspergillus* i promieniowce glebowe. W całkowitym bilansie ważną rolę odgrywa azot, który dopływa do atmosfery w trakcie wyładowań atmosferycznych i eksplozji wulkanów generujących znaczne ilości tlenków azotu ( $\text{NO}_x$ ).

Wietrzenie skał skorupy ziemskiej dostarcza podstawowych minerałów (z tzw. cyklem osadowym) takich jak wapń, magnez i fosfor, które są również ważne do wzrostu tkanek. Fosfor jest niezbędnym składnikiem nukleotydów oraz innych związków organicznych i odpowiada za przemiany energetyczne ATP-ADP. Źródłem fosforu dla drobnoustrojów są występujące w biosferze fosforany rozpuszczalne (ortofosforany  $\text{PO}_4^{3-}$ ). nierozpuszczalne fosforany łączą się z kationami Ca, Mg, Fe, tworząc tak zwany apatyt. Udział drobnoustrojów w mineralizacji polega na wytwarzaniu enzymów (fosfatazy, DN-azy, RN-azy, nukleotydazy), które przekształcają formy organiczne fosforu w prostsze połączenia nieorganiczne.

### Obieg fosforu

## Kwaśny deszcz – cykl siarki

*Kwaśne deszcze* Kwaśne deszcze są przykładem negatywnych skutków zaburzenia krążenia pierwiastka biogenego przez działalność gospodarczą człowieka. Emisje siarki powodowane spalaniem paliw kopalnych sięgają aż 160% emisji naturalnej, emisje dwutlenku węgla i azotu powodowane przez człowieka wynoszą tylko 5–10% emisji naturalnej (Krebs 1997). Przez kwaśne deszcze<sup>19</sup> rozumie się opady śniegu lub deszczu, a także mgły których pH jest niższe niż 5,6. Kwaśne deszcze powstają w wyniku uwalniania się do atmosfery tlenków siarki ( $\text{SO}_2$ ) i tlenku azotu ( $\text{NO}_x$ ), powstających w trakcie spalania paliw, głównie zasiarczonego węgla, w mniejszym stopniu ropy naftowej. Gazy te, reagując z wodą, mogą tworzyć odpowiednio kwas siarkowy ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) i kwas azotowy ( $\text{HNO}_3$ ).

Kwaśny deszcz obniża pH gleb i wód<sup>20</sup>. Zakwaszenie może wypłukiwać z gleb i osadów dennych toksyczne metale – glin i rtęć. Najwy-

<sup>19</sup> Wartość pH czystej wody wynosi 7, pH niezanieczyszczonej wody deszczowej – 6,5, w Polsce w ujęciu średniorocznym osiąga wartość około 4; notowano nawet  $\text{pH} < 3$ . Obniżenie o jedną jednostkę oznacza dziesięciokrotny wzrost kwasowości.

<sup>20</sup> Istnieją jeziora naturalnie zakwaszone, to jeziora dystroficzne, humitroficzne, które powstają jako specyficzna zlewnia (zwykle leśna), w której duża ilość związków humusowych dostaje się do wód (pH ok. 4,4). Kilka takich jezior znajduje się w obrębie Pojezierza Mazurskiego (na przykład jezioro Smolak i jezioro Flosek), charakteryzuje je mała ilość wapnia.

rażniej skutki kwaśnych opadów są widoczne w zmniejszeniu populacji ryb<sup>21</sup> w Skandynawii i wschodniej Kanadzie. Szacuje się, że w Szwecji istnieje około 3000 martwych jezior bez ryb i płazów, w których występują tylko glony (MacKenzie i in. 2002). Przyczyną kwaśnych wód w jeziorach Skandynawii są kwaśne deszcze, czemu sprzyja nieobecność wapnia (a także innych pierwiastków alkalicznych), który mógłby neutralizować kwasy, bowiem zlewnie jezior leżą na podłożu bezwapiennych skał krzemianowych (głównie granitu). Inne podłoże geologiczne polskich jezior powoduje, że wody mają większą zdolność przyjmowania jonów wodorowych ( $H^+$ ) i wodorotlenowych ( $OH^-$ ) bez zmiany wartości pH.

Skutki działania kwaśnych opadów na ekosystemy lądowe są bardziej złożone i trudniejsze do wyjaśnienia. Najbardziej znanym przykładem jest degradacja lasów w Europie, a zwłaszcza w regionie tzw. czarnego trójkąta. Opady te były przyczyną wymierania drzew, na przykład w Karkonoszach (ryc. 4.8). Uszkodzenia świerków (żółknięcie i utrata igieł) pod koniec lat 70. XX wieku przyciągnęły uwagę publiczną, opublikowano na ten temat setki prac naukowych. Obecnie wiadomo, że przyczyną wymierania lasów, także w Górach Izerskich, jest spiralny model choroby, w której współdziałające ze sobą czynniki związane z zanieczyszczeniem powietrza pełnią rolę tzw. czynników inicjujących (patrz rozdział III).



Ryc. 4.8. Zniszczone lasy w Karkonoszach (fot. J. Wolf)

<sup>21</sup> Niskie pH (<5,5) powoduje u ryb uszkodzenie nabłonka skrzelowego, co obniża wydajność oddechową, a spadek odporności umożliwia atak chorobotwórczych drobnoustrojów i pasożytów zewnętrznych, pierwotniaków i przywr monogenetycznych (tzw. skrzelowce).



Cykle biogeochemiczne, czyli drogi przemieszczenia się pierwiastków, są przejawem funkcji wiążącej ożywione i nieożywione elementy ekosystemu. Ponieważ na Ziemi istnieje skończona ilość pokarmu, jego składniki muszą nieustannie krążyć. Obieg azotu jest przykładem bardzo złożonego cyklu typu gazowego, krążenie fosforu to przykład prostszego, prawdopodobnie częściowo otwartego cyklu typu sedymentacyjnego. Oba te pierwiastki są często bardzo ważnymi czynnikami ograniczającymi lub regulującymi liczebność organizmów. Naruszenie obiegu pierwiastków w przyrodzie wskutek nadmiernej emisji gazów, na przykład dwutlenku węgla, metanu, tlenków siarki i azotu, może prowadzić do poważnych skutków, takich jak globalne zmiany klimatyczne, kwaśne deszcze. Rozwój technik badawczych w ciągu ostatnich dekad (znakowane atomy, spektrofotografii, metody automatycznej rejestracji i teledetekcji) umożliwił pomiar tempa obiegu materii w tak dużych ekosystemach, jak jeziora, stawy, a także rozpoczęcie badań cykli geochemicznych w skali całego globu ziemskiego.

#### 4. Zależności międzypopulacyjne ze szczególnym uwzględnieniem pasożytnictwa

##### SŁOWA KLUCZOWE:

rodzaje związków wewnątrz- i międzygatunkowych, pasożytnictwo jako przykład interakcji ujemnej.

##### Rodzaje związków wewnątrz- i międzygatunkowych

*Liczebność populacji*

**Liczebność osobników** w populacji jest wypadkową działających równocześnie (ale przeciwstawnych) procesów: dodatnich (rozrodczość i imigracja) i ujemnych (śmiertelność i emigracja)<sup>22</sup>. Populacje wyrównują straty liczebności albo nasileniem rozrodczości, albo zmniejszeniem śmiertelności osobników młodocianych. W ścisłym związku z liczebnością pozostaje zagęszczenie, czyli liczba (lub biomasa) osobników przypadająca na jednostkę powierzchni lub objętości danego siedliska. Liczbę osobników, która w danym środowisku może swobodnie egzystować (bez nieodwracalnego zniszczenia zasobów) określa tzw. pojemność środowiska. Wiąże się ona z wydolnością, która odnosi się do zasobów środowiska – pokarmu, pokrycia gleby roślinnością, dostępności wody, które mogą być wykorzystane przez populację bez nieodwracalnego zniszczenia.

*Pojemność środowiska*

<sup>22</sup> Różnorodność ekosystemu wyraża zazwyczaj stosunek liczby gatunków do liczby osobników lub też liczby gatunków do powierzchni.

Pierwsze efekty naruszenia wydolności środowiska uruchamiają mechanizmy obronne – zmniejszoną rozrodczość i zwiększoną śmiertelność.

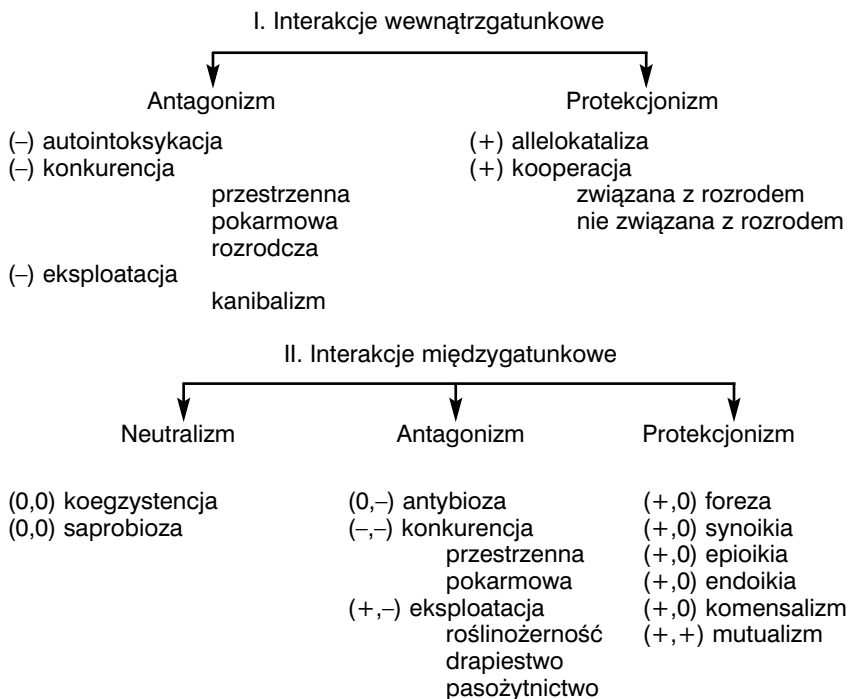
Możliwość wzrostu populacji zależy w znacznym stopniu od jej struktury wiekowej, czyli proporcji osobników zdolnych do rozrodu w stosunku do osobników starych. Wzrost liczebności może przebiegać według jednego z dwóch modeli, tzw. krzywych wzrostu w kształcie litery „J” lub „S”. Model esowatej krzywej wzrostu charakteryzuje populacje, które zwykle nie przekraczają granic wydolności środowiska i nie powodują jego degradacji w przeciwieństwie do tych, które powodują zaburzenia (model „J”). Przykładem podręcznikowym populacji, których krzywa wzrostu ma kształt litery „J”, są lemingi. Te znane gryzonie żyjące w tundrze, w miarę regularnych kilkurocznych cykli, osiągają taką liczebność, że zjadają i niszcą całą i tak skąpą roślinność. Następuje wówczas ostre załamanie populacji tych zwierząt, które masowo giną (często, usiłując migrować, spadają ze ścian fiordów do morza).

*Krzywe  
wzrostu*

Faza równowagi wzrostu charakteryzuje się w miarę poziomym przebiegiem krzywej wzrostu i może pokrywać się z granicą wydolności środowiska, albo przebiegać nieco poniżej. Populacje utrzymujące się przez dłuższe okresy w stanie równowagi, nie powodują obniżenia wydolności środowiska i dlatego określa się je zwykle jako przystosowane do środowiska. Przez wiele tysięcy lat nasi przodkowie jedynie lokalnie przekraczali możliwości środowiska, a tempo wzrostu demograficznego było wprawdzie systematyczne, ale aż do rewolucji przemysłowej, raczej powolne. Modelowym przykładem przekroczenia wydolności środowiska jest historia cywilizacji twórców tajemniczych i gigantycznych kamiennych posągów na Wyspie Wielkanocnej (na Oceanie Spokojnym) opisana m.in. przez Annę Kalinowską (2002). Kiedy w Wielkanoc 1722 roku na wyspę dotarł holenderski admirał Roggeveen, zastał tam kilka tysięcy mieszkańców wiodących nędzny żywot na ubogiej i kamienistej glebie. Wyspa była pozbawiona drzew, a źródłem słodkiej wody były nieliczne jeziora wypełniające wulkaniczne kratery. Tajemnicę monstrualnych kamiennych posągów wyjaśniły dopiero współczesne badania pyłków z osadów jeziornych, grup krwi tubylców i różnych elementów kultury. Przypuszcza się, że ok. 400 r. n.e. wyspę zasiedlili przybysze z Polinezji. Do klęski dobrze prosperującej cywilizacji przyczyniło się wyczerpanie lasów i rozwój kultury, w myśl której należało stawiać gigantyczne kamienne posągi, do przetaczania których potrzebne były kłody drzew. Wycięcie lasów spowodowało w krótkim czasie zachwianie stosunków wodnych (wszystkie strumienie i źródła na wyspie wyschły) i erozję gleb. Z powodu zmniejszenia się plonów rozpoczęły się walki

o ostatnie zasoby. Nie ocalały nawet drzewa na zbudowanie łodzi, by emigrować z umierającej wyspy.

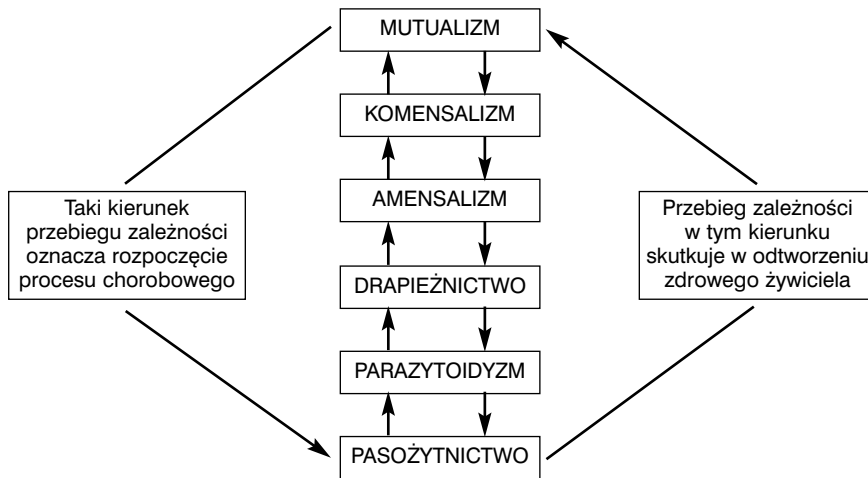
*Zależności między-populacyjne* W ekosystemach występują osobniki należące do różnych gatunków. Niektóre gatunki nie wpływają na siebie, inne pozostają we wzajemnych zależnościach (ryc. 4.9). Wyrazem tych zależności są zmiany w popula-



Ryc. 4.9. Zależności między populacyjne (wg Kadłubowskiego i Kurnatowskiej, 1999).

cji jednego gatunku w obecności drugiego. Tworzenie się związków międzygatunkowych jest uwarunkowane wymaganiami biologicznymi. Oddziaływania między gatunkami można klasyfikować według różnych kryteriów: mechanizm i skutki oddziaływania, stopień ich złożoności, liczebność populacji itp.<sup>23</sup> Ze względu na rodzaj zależności między różny-

<sup>23</sup> Wzajemne oddziaływanie na siebie dwóch gatunków wywołuje różne skutki. Oddziaływania międzygatunkowe, w których jedna populacja nie wywiera wpływu na drugą, określa się mianem obojętnych, neutralnych. Jeśli natomiast jedna populacja odnosi korzyść z obecności drugiej, to ten typ interakcji określa się jako dodatni. W wypadku niekorzystnego oddziaływania na daną populację innej, występuje interakcja ujemna (Odum 1982). Interakcje, które prowadzą do zwiększenia liczebności populacji, określa się protekcjonistycznymi. Natomiast interakcje zmniejszające liczebność populacji – antagonistycznymi (Kadłubowski 1983).



Ryc. 4.10. Międzygatunkowe oddziaływania w ekosystemach (wg Lonc, Okulewicz, 2003)

mi gatunkami wyróżnia się związki oparte na zależności metabolicznej (symbioza, pasożytnictwo) oraz takie, które ułatwiają zdobywanie pokarmu (różne formy komensalizmu), transport (foreza) (ryc. 4.10).

**Symbioza** to związek metaboliczny między osobnikami dwóch gatunków przynoszący obopólne korzyści. Zależność ta kształtuje się odmiennie w różnych układach. Aby łatwiej zorientować się w dodatknych interakcjach, można je uszeregować w pewien ciąg ewolucyjny: komensalizm (jedna populacja odnosi korzyści), protokooperacja (obie populacje odnoszą korzyści, ale pozostają w okresowym lub luźnym związku), mutualizm, czyli symbioza (obie populacje odnoszą korzyści i są od siebie trwale uzależnione).

*Symbioza*

Typowym przykładem bardzo ścisłego współżycia między drobnoustrojami są układy symbiotyczne glonów lub sinic z grzybami. Nazwano je porostami i uznano za niezależną jednostkę biologiczną, liczącą obecnie tysiące gatunków. Mutualizmem jest też współżycie roślin motylkowych (koniczyna, wyka) z bakteriami z rodzaju *Rhizobium*, wiążącymi azot atmosferyczny (nieдоступny dla organizmów eukariotycznych), czy też zjawisko mikoryzy, czyli współżycie grzybów z korzeniami drzew i wielu innych roślin, na przykład storczykowatych. Drzewa z lasu przesadzone do innego środowiska często nie mogą rosnąć, jeśli nie zostaną zaszczipione symbiontami grzybowymi. Sosny z dobrze rozwiniętą mikoryzą rosną znacznie lepiej nawet na glebie bardzo ubogiej. Grzyby potrafią bowiem metabolizować niedostępny w inny sposób

fosfor i związki mineralne, i przekazywać je roślinie. Natomiast roślina dostarcza grzybom niektórych związków powstających w procesie fotosyntezy. Mutualizm występuje również powszechnie między mikroorganizmami, które potrafią rozkładać celulozę i trudne do rozłożenia substancje roślinne, a zwierzętami (na przykład przeżuwaczami), które nie mają potrzebnych do tego enzymów.

*Komensalizm* Do powiązań nieopartych na zależności metabolicznej należą różne formy **komensalizmu**. Jest szczególnie pospolity zarówno wśród roślin i osiadłych zwierząt, jak i tych aktywnie się przemieszczających. Kraby i jamochłony są podręcznikowym przykładem protokooperacji, podobnie jak związek, który łączy skorupiaka-czyściciela z rybą, z której zbiera pokarm dla siebie. Rozprzestrzenianie się roślin kwiatowych gwarantuje m.in. proces zapylania, czyli przenoszenie pyłku na znamię słupka. Często w procesie tym uczestniczą owady, dla których nektar kwiatów stanowi pożywienie. Kontaktowi fizycznemu nie zawsze towarzyszy związek pokarmowy.

*Foreza* **Foreza** jest także związkiem fizycznym, w którym jeden organizm aktywnie szuka innego organizmu i przyczepia się do niego w celu przemieszczenia się w nowe miejsce w tym samym lub w innym siedlisku. Jest to zjawisko ważne dla gatunków żyjących w określonych typach środowiska lub w niekorzystnych warunkach środowiskowych (na przykład roztocza w dziuplach ptaków). Foreza jest bardzo skutecznym sposobem szybkiego kolonizowania specyficznych mikrosiedlisk, na przykład przez małe, bezskrzydłe owady i pajęczaki oraz niektóre pasożyty żab – larwy nicieni (*Rhabdias bufonis*), które transportowane są na chrząszczach.

Wiele współwystępujących gatunków nie wpływa na siebie nawzajem. Takie **neutralne interakcje** wynikają często z izolacji przestrzennej albo zajmowania oddzielnych nisz ekologicznych. Zależności o charakterze neutralnym to:

*Paroikia* ● **paroikia** – występuje, gdy dwa różne gatunkowo organizmy przebywają w pobliżu (w sąsiedztwie), ale nie ma między nimi bezpośredniego kontaktu fizycznego i metabolicznego,

*Synoikia* ● **synoikia** zachodzi, gdy dwa gatunki mieszkają w tym samym miejscu (na przykład w dziupli, norze, gnieździe, jaskini) bez występowania zależności między nimi, mogą jednak pojawić się pewne cechy **komensalizmu** – gdy jeden organizm wykorzystuje resztki pokarmowe pozostawione przez inny,

*Symfilia* ● **symfilia** polega na wykorzystywaniu przez jeden organizm wydzielin drugiego (wydzieliny mszyc są wykorzystywane przez mrówki, ale między nimi nie ma zależności).

Rozmaitość oddziaływań gatunkowych jest pochodną ogromnej różnorodności świata ożywionego i grup gatunków współbytujących w biocenozach.

**Konkurencja** zachodzi, gdy dwie populacje różnych gatunków starają się pozyskać te same zasoby środowiska, tę samą przestrzeń<sup>24</sup>. Na przykład dwa gatunki odżywiają się tym samym pokarmem, budują gniazda w podobnych miejscach, czyli zajmują tę samą niszę ekologiczną. Konkurencję o pokarm czy przestrzeń opisuje równanie Lotka i Voltera, oparte na krzywej logistycznej. Teoretyczne (matematyczne) modele wskazują, że w wypadku konkurencji między dwoma podobnymi gatunkami jeden z nich musi zostać wyparty lub też oba mogą występować w stanie równowagi. Możliwość wypierania jednego gatunku przez drugi spowodowała sformułowanie zasady konkurencyjnego wypierania, według której niemożliwe jest współwystępowanie gatunków identycznych ekologicznie. Interakcja konkurencyjna powoduje, że zmienia się gęstość populacji obu gatunków oraz dostosowanie osobników do eksploatacji zasobów. Zjawisko to nosi nazwę rozbieżności lub rozdzielania się cech. Przykład rozbieżności cech (różnej długości dzioba) u kilku współwystępujących gatunków zięb Darwina z Wysp Galapagos jest ilustracją przemian ewolucyjnych, zachodzących w populacjach pod wpływem konkurencji o pokarm (Krebs 1997). Konkurencję znosi na przykład zmiana pory i miejsca łowów, wystarczy, że jeden z konkurencyjnych gatunków będzie odżywiać się w nocy, a drugi w dzień. Konkurencja może być ograniczona wewnątrzgatunkową zmiennością, na przykład w cyklu rozwojowym komarów żyjące w zbiornikach wodnych larwy odżywiają się cząstkami organicznymi, samce żywią się sokami roślinnymi, a samice są krwio pijne (Lonc, Rydzanicz 1999). W naturalnych warunkach obserwuje się wspólną egzystencję gatunków choćby nieznacznie różniących się wymaganiami względem środowiska. Przykładem mogą być drobne (poniżej 6 mm) ślimaki, żyjące w mule lub piasku na mniej zasolonych płycznach Morza Północnego. Dwa gatunki *Hydrobia ventosa* i *H. ulvae* preferują ten sam pokarm. Gdy występują razem, wodożytką przybrzeżną (*H. ulvae*) żywi się większymi cząstkami pokarmu, co umożliwia koegzystencję obu tych gatunków.

**Drapieżnictwo** właściwe występuje, gdy drapieżniki polują na roślinnożerce lub inne drapieżniki. Osobniki jednego gatunku (drapieżcy) napadają, zabijają i od razu zjadają osobniki innego gatunku (ofiary). Specyficzną formą jest kanibalizm, w której i drapieżca, i ofiara należą do

*Konkurencja*

*Drapieżnictwo*

<sup>24</sup> Należy dodać, że konkurencja jest często interakcją międzyosobniczą, wewnątrzpopulacyjną.

tego samego gatunku. Roślinożerność jest swego rodzaju drapieżnictwem na roślinach, a równocześnie swoistym rodzajem pasożytnictwa. Przykładem mogą być owady minujące (niektóre błonkówki i muchówki) żyjące w liściach i odżywiające się tkanką miękką. Wszystkie te typy oddziaływań można zapisać za pomocą modeli matematycznych. Charles Elton, Lotka i Vito Volterra posłużyli się układem dwóch gatunków. Współczynnik narodzin drapieżców wzrasta wraz z zagęszczeniem ofiar, natomiast współczynnik śmiertelności ofiar wzrasta wraz z zagęszczeniem drapieżców. Analizując tę sytuację uzyskano przesunięte w fazie zmienne krzywe fluktuacji liczebności drapieżców i ofiar. W warunkach naturalnych podobne relacje występują w układach: roślinożercy – rośliny, planktonożercy – plankton.

*Pasożyty* Pasożyty różnią się od drapieżców tym, że przeważnie nie uśmiercają żywicieli, a jeśli to robią, mogą wcześniej wydać kilka generacji pasożytów. Pasożytnictwo jest więc związkiem o charakterze obligatoryjnym między dwoma gatunkami. Jeden gatunek (pasożyt) wykorzystuje drugi jako źródło pożywienia i miejsce zamieszkania, jest całkowicie zależny metabolicznie od drugiego gatunku (żywiciela). W obrębie różnych typów bezkręgowców (opisanych w rozdziale III) spotyka się zwarte grupy (gromady) organizmów wyłącznie pasożytniczych, na przykład przywry, tasiemce, kolcogłowy, lub pojedyncze rzędy, na przykład wszy, wszolę i pchły w obrębie gromady owadów – *Insecta*<sup>25</sup>.

W normalnych warunkach pasożyty wpływają na dynamikę populacji żywicieli. Eliminują bowiem osobniki słabsze. Pasożyty wraz z drapieżnikami i parazytoidami są reprezentantami tego samego, trzeciego poziomu troficznego. Parazytoidy łączy z pasożytami to, że żyją kosztem swego żywiciela. Szczegółowe różnice między parazytoidami i drapieżnikami Buczek (2002) zestawiała tabelarycznie.

Parazytoidy są licznie reprezentowane w świecie owadów, m.in. wśród błonówek (*Hymenoptera*) i muchówek (*Diptera*). Kilkadziesiąt tysięcy gatunków owadziarek (*Parasitica*) łączy biologia składania jaj do różnych stadiów rozwojowych różnych gatunków owadów i innych bezkręgowców. Samice parazytoidów mogą być przyciągane tylko do odpowiednich środowisk, w których żyje żywiciel, lub żywiciel może być atakowany przez poszczególne gatunki parazytoidów tylko w pewnych środowiskach. To, czy żywiciel jest atakowany przez parazytoidy, zależy

<sup>25</sup> Bardziej obszerne (ogólne i szczegółowe) opracowania na temat systematyki pasożytów można znaleźć w „Monografiach Parazytologicznych” (redagowanych przez Polskie Towarzystwo Parazytologiczne – PTP) i „Katalogach fauny pasożytniczej Polski” (opracowanych przez Komisję Faunistyczną PTP).

PARAZYTOIDY	DRAPIEŻNIKI
1. Uśmiercają swych żywicieli już w pierwszej generacji.	Uśmiercają wiele osobników w czasie swego życia.
2. Z reguły nie konsumują swych żywicieli (z wyjątkiem gatunków żerujących na żywicielach).	Konsumują ofiary.
3. Wielkość ciała parazytoidea zwykle jest mniejsza od żywiciela.	Wielkość ciała drapieżnika zwykle jest większa od ciała ofiary.
4. Tylko samice szukają żywicieli.	Samice, samce i postacie niedojrzałe szukają ofiary.
5. Samice składają jedno lub więcej jaj w/na żywicielu. Larwy w czasie rozwoju wykorzystują żywicieli jako źródło pokarmu.	Samice składają jaja poza ciałem ofiary. Do wytwarzania jaj potrzebują więcej niż jednej ofiary.
6. W cyklu życiowym występują dwie wyraźne fazy: w stadium larwalnym zachodzi trawienie pokarmu, w stadium dorosłym – szukanie pokarmu.	Obie fazy odbywają się jednocześnie.
7. Poziom przemiany pokarmu nie decyduje o uśmiercaniu żywiciela.	Poziom przemiany pokarmu jest najważniejszym czynnikiem decydującym o liczbie uśmiercanych ofiar.

Tab. 4.1 Różnice pomiędzy parazytoidami i drapieżnikami.

od wielu czynników, m.in. od jego wieku, wielkości, składu chemicznego wydzielin żywiciela, kondycji fizycznej itp. Parazytoidy mogą atakować jaja, poczwarki lub dorosłe owady. Nieraz wybór żywiciela jest bardzo precyzyjny. Na przykład owad *Telenomus beliothidis* pasożytuje tylko na zaokrąglonych obiektach konkretnej wielkości, pokrytych wydzieliną charakterystyczną dla żywiciela. Samice parazytoidów składają jedno lub więcej jaj wewnątrz ciała lub na zewnętrznych powłokach ciała żywicieli. Larwy wylęgające się z jaj odżywiają się kosztem owada – żywiciela. Wzrastają i osiągają dojrzałość w żywicielu, doprowadzając zazwyczaj do jego śmierci.

Parazytoidy – wykorzystywane w rolnictwie i leśnictwie w walce biologicznej<sup>26</sup> ze szkodnikami głównie roślin, na przykład liściożernymi gąsienicami motyli – są szczególnym przedmiotem badań ekologii stosow-

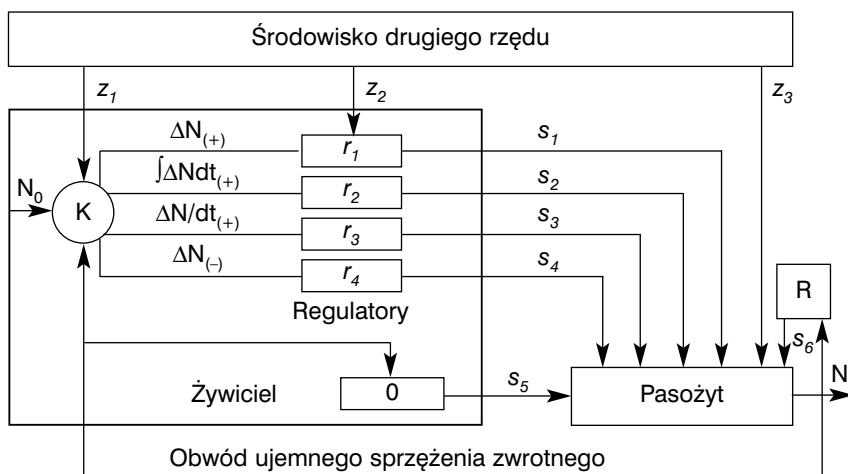
<sup>26</sup> Walka biologiczna bywa definiowana przez Światową Organizację Zdrowia jako wykorzystywanie naturalnych wrogów i ich metabolitów do zwalczania niepożądanych gatunków.



wanej. W kontekście ochrony środowiska ważne jest takie kształtowanie środowiska, aby stworzone warunki ekologiczne sprzyjały rozwojowi naturalnych wrogów niepożądanych w gospodarce gatunków, na przykład pasożytniczych stawonogów, i tym samym ograniczały ich liczebność.

### Pasożytnictwo – przykład interakcji ujemnej

Pasożytnictwo<sup>27</sup> powstało z innych form współżycia organizmów (ryc. 4.11). W rozumieniu ekologicznym organizm żywiciela jest dla pasożyta środowiskiem pierwszego rzędu (mikrośrodowiskiem), a środowisko życia żywicieli pasożytów nazywamy makrośrodowiskiem lub makrohabitem. Kontakt pasożyta ze środowiskiem drugiego rzędu odbywa się za pośrednictwem żywiciela, który łagodzi wahania czynników ekolo-



Ryc. 4.11. Pasożytnictwo jako forma interakcji międzygatunkowej (wg Kadłubowskiego 1988).

<sup>27</sup> Pasożytnictwem i pasożytami zajmuje się parazytologia, która (podobnie jak ochrona środowiska) jest ważną gałęzią wiedzy i interdyscyplinarną dziedziną nauki. Przedmiotem jej badań są bowiem pasożyty oraz pasożytnictwo, które obejmuje ok. 20% gatunków zwierząt i wywiera niewątpliwie istotny wpływ na procesy zachodzące w poszczególnych biocenozach, ekosystemach i całej biosferze. Parazytologią zajmują się systematycy i fauniści rejestrujący biologiczną różnorodność, ale przede wszystkim ekolodzy, badający pasożytnictwo jako przykład skrajnie ujemnych interakcji międzygatunkowych, w których organizm jednego gatunku wykorzystuje drugi jako źródło pożywienia i miejsce zamieszkania. Autekologiczne badania są ukierunkowane na poznawanie związków i zależności między czynnikami środowiskowymi a poszczególnymi przedstawicielami pasożytniczych gatunków, badania synekologiczne ujmują zaś całe zespoły, populacje pasożytów na tle populacji żywiciela w określonych środowiskach. Zmieniające się stosunki liczebnościowe i jakościowe w układach pasożyt-żywiciel mogą być bowiem wykorzystane do oceny stanu przyrodniczego środowiska.

gicznych. Nabyte w toku ewolucji różnorodne przystosowania biologiczne i fizjologiczne pasożytów doprowadziły do powstania szczególnego układu między nimi i żywicielami. Przystosowania te polegały na wykształceniu cech zapewniających znalezienie żywiciela, utrzymanie się na powierzchni lub wewnątrz jego organizmu, pobieranie pokarmu, wydanie potomstwa i rozpowszechnienie w środowisku. Przystosowaniom biologicznym i fizjologicznym do pasożytniczego trybu życia towarzyszą zmiany w budowie morfologicznej, a więc rozwój nowych struktur i hipertrofia lub redukcja pewnych struktur i organów<sup>28</sup>.

Pasożyty dzięki bogactwu gatunkowemu (ok. jedna czwarta opisanych dotychczas gatunków bezkręgowców) są rozmieszczone we wszystkich królestwach grupujących organizmy prokariotyczne i eukariotyczne. Bez względu na pasożytniczy tryb życia charakteryzuje *de facto* także wirusy – formy bezkomórkowe, które są przedmiotem badań oddzielnej nauki zwanej wirusologią, podobnie jak pasożytnicze (chorobotwórcze) bakterie, którymi zajmuje się mikrobiologia. Pasożytami *sensu stricto* są przede wszystkim pasożytnicze pierwotniaki, helminty (przywry, tasiemce i nicienie) i stawonogi (wolno żyjące gatunki owadów, będące żywicielami pasożytów i wektorami chorób, na przykład kleszcze, komary, meszki). Specjalnego znaczenia nabierają obecnie także problemy naturalnej ogniskowości chorób pasożytniczych (parazytoz). Na szczególną uwagę zasługują dane parazytologiczne o możliwości uzjadliwiania się w stosunku do człowieka niektórych wolnożyjących organizmów (na przykład pełzaków z rodzaju *Naegleria* czy *Acanthamoeba*) pod wpływem zmian czynników abiotycznych – temperatury wody. Ważna z punktu widzenia ochrony i promocji zdrowia jest możliwość zapobiegania, czyli profilaktyka jako ochrona przed chorobami, które w dużej mierze zależą od naszego zachowania podbudowanego rzetelną wiedzą o ekologii pasożytów, ich cyklach życiowych i sposobach rozprzestrzeniania się form inwazyjnych w środowisku. Powszechnie wiadomo, że chemiczne metody walki z pasożytami nie przynoszą zadawalających efektów, niektóre z nich wywierają bowiem wtórnie niekorzystny wpływ na środowisko. Szczęólnego znaczenia, w świetle ratyfikowanej przez parlament RP w listopadzie 1997 roku Konwencji o różnorodności biologicznej, nabierają metody biologiczne, przyjazne, bo bezpieczne dla środowiska biotycznego i abiotycznego, oparte na koncepcji zachowania różnorodności gatunków i ich związków oraz stabilności ekosystemów. Wykorzystanie

<sup>28</sup> Przystosowania pasożytów do żywicieli zostały szeroko omówione w książce K. Niewiadomskiej, T. Pojmańskiej, B. Machnickiej, B. Grabdy-Kazubskiej, *Zarys parazytologii ogólnej*, Warszawa 2001, s. 81–138.

technik manipulacji ekologicznych, na przykład poprzez wprowadzanie drapieżników, pasożytoidów, pasożytów i innych patogenów (głównie mikroorganizmów: wirusów, bakterii, pierwotniaków i grzybów) jako naturalnych wrogów organizmów będących obiektem zwalczania ma ogromne znaczenie w przyszłościowych, integrowanych, metodach kontroli środowiska przyrodniczego<sup>29</sup>.

*Rodzaje pasożytów* Ze względu na specyficzną żywicielską pasożytów wyróżnia się **pasożyty stenokseniczne** (wąskie spektrum żywicieli), na przykład tasemiec niezuzbrojony (*Taenia saginata*) i glisty (*Ascaris lumbricoides*) tylko u człowieka, *Melophagus ovinus* w runie owcy, oraz **eurykseniczne** (szerokie spektrum żywicieli), na przykład kleszcze pospolite (*Ixodes ricinus*) atakują ponad 237 gatunków zwierząt. W jeszcze innym podziale różnicowano pasożyty w zależności od liczby gatunków żywicieli na **monokseniczne** (pasożytują na jednym gatunku), **oligokseniczne** (na małej liczbie) i **polikseniczne** (na wielu gatunkach). Pytanie, dlaczego niektóre grupy pasożytów są bardziej specyficzne niż inne, jest przedmiotem wielu hipotez<sup>30</sup>.

*Rodzaje pasożytów* Pasożyty krążą w biocenozie między populacjami tego samego i różnych gatunków żywicielskich przenosząc różne patogeny. W większości opisanych infekcji i inwazji czynnikami chorobotwórczymi człowieka biorą udział zwierzęta. Infekcje te są zwane zoonozami. Rezerwuarami większości zoonoz są różne zwierzęta domowe i dzikie. Inwazje, w których pasożyty są przenoszone ze zwierząt na człowieka nazywa się antropozoonozami, czyli chorobami odzwierzęcymi. Do takich chorób należą m.in. toksoplazmoza, bąblowica, zespół larwy trzewnej wędrującej i inne. Na terenach Afryki Wschodniej, gdzie istnieje zwyczaj oddawania po śmierci ciał ludzkich do pożarcia hienom, możliwe jest zarażenie zwierząt pasożytami człowieka. Inwazje, w których pasożyty normalnie są przenoszone z jednego na drugiego człowieka, ale mogą również być przenoszone na zwierzęta, nazywa się zooantropozoonozami. Dużą rolę

<sup>29</sup> Różnorodność związków pasożyt–żywiciel na wszystkich poziomach organizacji życia oraz ich następstwa (mające ogromne znaczenie w przyrodzie, także dla zdrowia człowieka i jego gospodarki) rolę pasożytów jako biologicznych indykatorów oraz metody najczęściej stosowane do wykrywania pasożytów w żywicielach, ich stadiów rozwojowych skażających glebę, wodę i powietrze omówiono w podręczniku *Parazytologia w ochronie zdrowia i środowiska człowieka*, red. E. Lonc, Wrocław 2001.

<sup>30</sup> Jedną z hipotez zakłada, że specyficzność jest węższa lub szersza w zależności od tego, na jakim szczeblu ewolucji jest usytuowany pasożyt (Combes 1999). Na przykład wśród płazińców tasemiec są zwykle uważane za bardziej specyficzne niż przywry digentyczne, co wynika z długotrwałego ewolucyjnie przystosowania się tych helmintów do życia w określonym mikrośrodku (utrata przewodów pokarmowego, oddechowego).

w rozprzestrzenianiu chorób pasożytniczych i infekcyjnych odgrywają migracje żywicieli. W ten sposób na półkulę zachodnią przeniosły się i rozprzestrzeniły liczne choroby z Afryki – febra, dżuma, gorączka tyfusowa, malaria, filariozy i inne. Pchła piaskowa (*Tunga penetrans*) z ciepłych rejonów półkuli zachodniej została przeniesiona do Afryki, gdzie obecnie należy do najgroźniejszych pasożytów skóry i jest ważniejszym pasożytem niż w swojej ojczyźnie. W wyniku północnych i południowych migracji ludności, szczególnie z Chin i północnych Indii na Archipelag Malajski, rozprzestrzenił się nicien *Necator americanus* – pasożyt jelita cienkiego człowieka i niektórych zwierząt. Inny nicien – tęgoryjec dwunastnicy (*Ancylostoma duodenale*) – został przeniesiony w podobny sposób na północ, do klimatu umiarkowanego. Arbowirusy mogą rozprzestrzeniać się interkontynentalnie za pośrednictwem ptaków lub kleszczy przyczepionych do ptaków-żywicieli (pewne gatunki *Passeriformes* i inne ptaki pokonują dystans 2400 km z Europy do tropikalnych części Afryki i mogą przenosić wirusy).

Do organizmu żywiciela chorobotwórcze drobnoustroje i postacie inwazyjne pasożytów mogą wnikać różnymi drogami, najczęściej pokarmową (*per os*), a także inhalacyjną, płciową oraz przez uszkodzoną błonę śluzową jamy ustnej, skórę, spojówkę i rogówkę oraz do płodu przez łożysko. Miejscami wnikania pasożytów (wrotami inwazji) są naturalne otwory: jama ustna, jama nosowa, cewka moczowa, pochwa i odbył.

Droga pokarmowa. Przez jamę ustną (*per os*) dostają się do organizmu żywicieli cysty pierwotniaków oraz jaja i larwy robaków. Jaja lub larwy helminatów są aktywowane przez czynniki fizyczne i substancje chemiczne działające w jelicie żywiciela.

Droga inhalacyjna. Wraz z wdychanym powietrzem do organizmu żywiciela mogą wnikać niektóre pasożyty unoszące się z pyłami, jak formy przetrwalne grzybów pasożytujących w układzie oddechowym (*Pneumocystis carinii*), cysty jelitowych pierwotniaków (*Giardia*, *Cryptosporidium*, *Isospora*, *Entamoeba*), oocysty (*Toxoplasma gondii*), jaja niektórych helminatów (owsików, *Enterobius vermicularis*) i fragmenty ciała stawonogów, zwłaszcza roztoczy, będące silnymi alergenami. Do nosogardzieli ludzi kąpiących się w jeziorach lub rzekach dostają się także wegetatywne postacie patogenicznych szczepów pełzaków *Naegleria* i *Acanthamoeba*. Szczepy *Naegleria gruberi* oraz *Acanthamoeba culbertsoni* izolowano także z powietrza w czasie harmatanu (gorących, suchych wiatrów w Afryce), zaś pełzaki z rodzaju *Hartmanella* (*Acanthamoeba*) z powietrza i powierzchni boksów, w których przebywały dzieci chore na zapalenie oskrzeli (Kasprzak 1985).

*Drogi  
wnikania  
pasożytów*

Droga płciowa. Tą drogą człowiek zaraża się na przykład rzęsistkiem pochwowym (*Trichomonas vaginalis*) a konie świdorcem końskim (*Trypanosoma equiperdum*). Rzęsistek pochwoy występuje u kobiet w pochwie, szyjce macicy i cewce moczowej, u mężczyzn umiejscawia się w napletku, cewce moczowej i gruczołach krokowych.

Zarażenie przez skórę. Stadia rozwojowe pasożytów mogą aktywnie wnikać przez skórę żywiciela lub mogą być wprowadzone dzięki aktywności swoich żywicieli. Proces aktywnego wnikania wiąże się z wydzielaniem enzymów i innych substancji ułatwiających przedostawanie się w głąb skóry i pobieranie pokarmu. Larwy przywr *Schistosoma* wnikają przez skórę człowieka dzięki enzymom proteolitycznym, które rozmiękczają jej głębsze warstwy. W skórze właściwej wnikają one do naczyń krwionośnych lub limfatycznych.

Zarażenia przez łożysko. Biernie do płodu wraz z erytrocytami dostają się zarodźce malarii, świdorce i niektóre larwy nicieni (na przykład *Dirofilaria immitis*). Z łatwością przez łożysko przechodzą także pasożyty wewnątrzkomórkowe, na przykład *Toxoplasma gondii*. Obniżona odporność u ciężarnych kobiet może prowadzić do reaktywacji chorób utajonych: pełzakowicy, malarii i toksoplazmozy. Noworodki mogą zarażać się od matki przez siałę w czasie ssania mleka. Tą drogą przechodzą także do ssących mleko szczeniąt i kociąt glisty *Toxocara spp.*

### Badania parazytologiczne ludzi

Zakres badań wykonywanych w pracowniach parazytologicznych (w stacjach sanitarno-epidemiologicznych oraz laboratoriach analitycznych w szpitalach, przychodniach i prywatnych jednostkach) obejmuje:

- bezpośrednie rozpoznanie morfologiczne pasożyta jako czynnika etiologicznego,
- pośrednie wykazanie obecności pasożyta w organizmie żywiciela, głównie metodami immunologicznymi,
- dostarczanie dodatkowych informacji pomagających w rozpoznawaniu choroby pasożytniczej.

Badania epidemiologiczne dotyczące rozpowszechnienia inwazji pasożytniczych przewodu pokarmowego są jednorazowe. W razie rozpoznania amebozy, lambliozy, owsicy i hymenolepidozy należy zbadać wszystkie osoby, z którymi chory miał kontakt. Szczególne postępowanie obowiązuje po leczeniu tasiemczyc: w wypadku zarażenia tasiemcem nieuzbrojonym (*T. saginata*), uzbrojonym (*T. solium*) i bruzdogłowcem szerokim (*D. latum*) badania kontrolne powinny być wykonywane trzy-

krotnie w odstępach dwutygodniowych. Oprócz tasiemczyc ludzi (wraz z wągrzycą u bydła i świń) obowiązkowi zgłaszania przez lekarzy do właściwej stacji sanitarno-epidemiologicznej należą inne choroby inwazyjne: pełzakowica, toksoplazmoza, włośnica, świerzb oraz malaria. Rocznie, jak już wspomniano, do Polski przenoszonych jest kilkadziesiąt przypadków zimnicy. Osoby wracające z krajów tropikalnych są zazwyczaj kierowane do laboratoriów klinik akademii medycznych, na przykład Kliniki Chorób Pasożytniczych i Tropikalnych AM w Poznaniu lub w Gdańsku (Pawłowski, Stefaniak 2004). Badania parazytologiczne osób wyjeżdżających do krajów o odmiennych warunkach klimatycznych są wykonywane trzykrotnie w odstępach od 3 do 5 dni.

W obrębie gatunku i międzygatunkami osobnicy mogą wpływać na siebie w dwojaki sposób: pośrednio przez modyfikację środowiska albo przez działanie bezpośrednie. Rozpatrując pasożytnictwo i inne formy powiązań między osobnikami odmiennych gatunków zauważa się, że czasami więzi te są bardzo ścisłe, a czasami luźne lub zgoła nieobowiązujące. Brak oddziaływania (czyli neutralizm) jest skutkiem izolacji przestrzennej lub odrębnych nisz ekologicznych. Pasożytnictwo i symbioza (czyli mutualizm) cechuje ścisłą zależność metaboliczną. Inne formy interakcji dodatnich (protokooperacja, komensalizm, foreza) cechuje brak uzależnień pokarmowych. Z biologicznego, a zarazem medyczo-weterynaryjnego punktu widzenia najważniejsze znaczenie mają pasożyty człowieka i zwierząt gospodarskich. W naturalnych biocenozach regulują one liczebność populacji, w sztucznych, w zagęszczeniu (na przykład wielkostadnie hodowle) są przyczyną chorób.

## 5. Ekosystem leśny

### SŁOWA KLUCZOWE:

charakterystyka ekosystemu leśnego, fito- i zoocenoza leśna, dynamika lasu, rodzaje lasów w Polsce, znaczenie lasu, źródła zagrożeń.

### Charakterystyka ekosystemu leśnego

Ekosystem leśny tworzy biocenoza leśna (fitocenoza, zoocenoza i mikrobiocenoza) wraz z zespołem czynników abiotycznych tworzących siedlisko. Specyfika zbiorowiska roślinnego (rozumianego jako zbiór populacji różnych gatunków roślin) polega na tym, że na wspomniane zależności decydujący wpływ wywierają drzewa. Ich korony tworzą mniej lub bar-

*Ekosystem  
leśny*

dziej zwartą najwyższą warstwę roślin. Dlatego lasem nazywa się najczęściej zwarte skupiska drzew. W ustawie o lasach z dnia 28 września 1991 roku (Dz.U. 2000, nr 56) las definiuje się jako „grunt o zwartej powierzchni co najmniej 0,1 ha, pokryty roślinnością leśną (uprawami leśnymi) – drzewami i krzewami oraz runem leśnym – lub przejściowo jej pozbawionym”, który:

- przeznaczony jest do produkcji leśnej, stanowi rezerwat przyrody lub wchodzi w skład parku narodowego, wpisany jest do rejestru zabytków,
- związany jest z gospodarką leśną, zajęty pod wykorzystywane na potrzeby gospodarki leśnej: budynki i budowle, urządzenia melioracji wodnych, linie podziału przestrzennego lasu, drogi leśne, tereny pod liniami energetycznymi, szkółki leśne, miejsca składowania drewna, a także wykorzystywany na parkingi leśne i urządzenia turystyczne.

Z czynników abiotycznych – siedliskowych – w środowisku leśnym ważne jest powietrze atmosferyczne, jako źródło tlenu (oddychanie), dwutlenku węgla (fotosynteza) i azotu (odżywanie roślin). Środowisko leśne w znacznym stopniu utrzymuje naturalną jonizację powietrza. Las o powierzchni 1 ha asymiluje rocznie ok. 3600 kg węgla zawartego w ok. 16 000 000 m<sup>3</sup> powietrza. Do wyprodukowania 1 m<sup>3</sup> drewna i liści drzewostan zużywa ok. 820 m<sup>3</sup> dwutlenku węgla. Obliczono, że lasy Ameryki Północnej, zachodniej Europy i Azji absorbują 1,0–1,2 x 10<sup>9</sup> ton węgla rocznie, co stanowi 20–60% ilości węgla emitowanego do atmosfery ze spalania paliw kopalnych na świecie.

Światło wpływa na pokrój drzew w lesie, z powodu ocienienia młode drzewa rosnące pod osłoną wyższych ulegają zwykle różnym deformacjom. Wymagania świetlne drzew zmieniają się w zależności od wieku, stanu rozwoju fizjologicznego i ekotypu. Światło odgrywa również istotną rolę w życiu zwierząt leśnych (na przykład większości owadów, wielu rodzin ptaków i ssaków), wpływając na ich aktywność, rytm dobowy, rozwój, determinację płci.

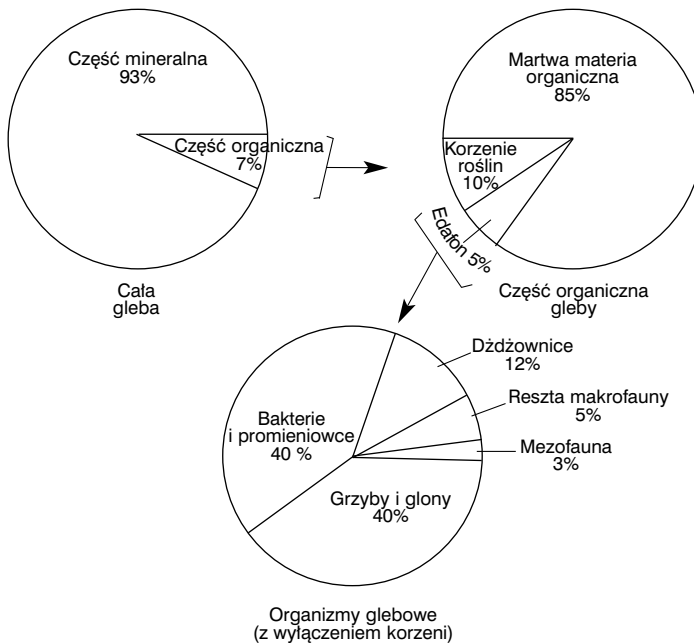
Tempo procesów życiowych w biocenozie (fotosynteza, oddychanie, transpiracja, wzrost, rozwój organizmów) reguluje ciepło. Drzewa o dużych wymaganiach cieplnych to lipa szerokolistna, jodła, buk jawor, dąb bezszypułkowy (na nizinach), olsza czarna, wiąz polny, grab i sosna (w górach i na pogórzu). Drzewa o małych wymaganiach cieplnych to świerk, modrzew, osika (na nizinach) oraz limba, świerk i jarząb pospolity (w górach i na pogórzu).

Na kształtowanie stosunków wodnych w lesie wpływają opady i osady atmosferyczne (deszcz, śnieg, grad, rosa, mgła, sadź), wilgotność powietrza i zawartość wody w glebie. Bardzo mało śniegu zatrzymują drze-

wostany liściaste, na przykład brzozowe (4–5%), więcej sosnowe (20–30%), a najwięcej świerkowe (50–60%). Wynika to z faktu, że część opadów zatrzymuje się w koronach drzew i w dużej części wyparowuje, nie dociera więc do gleby. Natomiast bezlistne zimą drzewa liściaste przepuszczają prawie cały opad do dna lasu, co działa korzystnie na warunki wilgotnościowe w glebie. Las, w porównaniu z innymi ekosystemami, charakteryzuje się znacznie większą transpiracją. Ocenia się, że ilość wody wyparowanej przez drzewostan może być większa od ilości wody wyparowanej przez morze o tej samej powierzchni.

Na transpirację i na inne czynniki środowiskowe (temperatura, gleba, parowanie, rozkład opadów) wpływa wiatr. Często z powodu wysuszającego działania wiatru na drzewa dochodzi do deformacji pni i koron. Na stanowiskach wystawionych na wiatry drzewa osiągają mniejszą wysokość i produkują mniej drewna niż w miejscach osłoniętych. Dzięki ruchom mas powietrza dokonuje się jednak zapylenie i rozsiewanie nasion.

Dla rozwoju i funkcjonowania lasu gleba ma najważniejsze znaczenie. Uczestniczy w produkcji i rozkładzie biomasy, magazynowaniu próchnicy (substancje organiczne i mineralno-organiczne), stabilizuje rośliny, dostarcza im wody i pokarmu (ryc. 4.12).



Ryc. 4.12. Abiotyczne i biotyczne elementy gleby łąkowej w procentach suchej masy (wg Oduma, 1982).



## Fitocenoza leśna

### Fito- i zoocenoza leśna

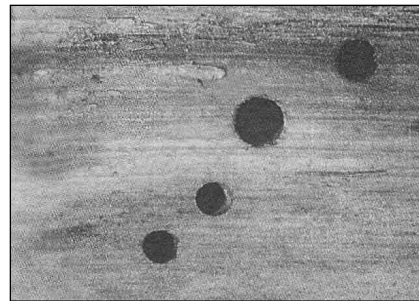
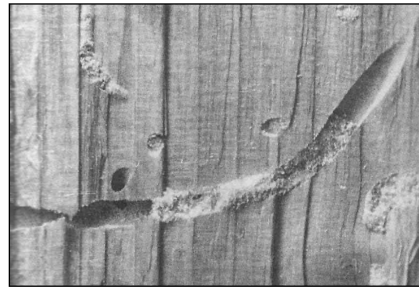
---

Biotyczną część ekosystemu leśnego tworzą rośliny, zwierzęta i drobnoustroje. W Polsce w warunkach naturalnych występuje 40 gatunków drzew i ponad 200 gatunków krzewów i krzewinek. Do najważniejszych naszych drzew lasotwórczych należą następujące gatunki: sosna zwyczajna (*Pinus sylvestris* L.), świerk pospolity (*Picea abies* L. Karst.), jodła pospolita (*Abies alba* Mill.), dąb szypułkowy (*Quercus robur* L.), dąb bezszypułkowy (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.), buk zwyczajny (*Fagus sylvatica* L.), jesion wyniosły (*Fraxinus excelsior* L.), olsza czarna (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), olsza szara (*Alnus incana* (L.) Moench), brzoza brodawkowata (*Betula pendula* Roth.), brzoza omszona (*Betula pubescens* Ehrh.), grab pospolity (*Carpinus betulus* L.), klon jawor (*Acer pseudoplatanus* L.). Drzewa tworzą drzewostan – najważniejszy strukturalny i funkcjonalny element fitocenozy leśnej. Wyróżnia się drzewostany naturalne (powstałe samorzutnie) oraz sztuczne (powstałe w wyniku sadzenia i siewu). Poniżej warstwy drzew znajduje się warstwa krzewów o wysokości od 0,5 do 5 m. Runem leśnym nazywamy dwie najniższe (poniżej 0,5 m wysokości) warstwy: zielną (jednoroczne, dwuletnie i wieloletnie rośliny zielne) oraz niskie, najczęściej młode drzewa i krzewy, przyziemną (mszaki i porosty). W glebie, głównie w powierzchniowych poziomach próchnicznych, występuje edafon. Są to przedstawiciele drobnoustrojów (bakterie, grzyby, glony, pierwotniaki) oraz liczne bezkręgowce – przedstawiciele tzw. mezofauny (wrotki, nicienie, roztocze), makrofauny (ślimaki, pajęczaki, owady), w glebie żyją też kręgowce (gryzonie, krety). Organizmy glebowe aktywnie uczestniczą w przemianie materii, a rolą mikroorganizmów jest mineralizowanie substancji organicznej. Szczególnie ważne są grzyby, które wchodzą w związki symbiotyczne z krótkimi korzeniami roślin nasiennych. Mikoryza ta przyczynia się do zwiększenia powierzchni chłonnej korzeni i łatwiejszego przyswajania składników pokarmowych. W skład zoocenozy wchodzi grupa zwierząt (sarny, jelenie, łosie, dziki, lisy), które przez całe życie związane są ze środowiskiem leśnym. Relacje między roślinami i zwierzętami w lesie są wielostronne. Te dwie grupy organizmów łączą przede wszystkim zależności pokarmowe: zjadanie roślin przez zwierzęta. Część owadów jest na tyle wyspecjalizowana w rodzaju pobieranego pokarmu, że występuje tylko na określonych gatunkach drzew, a nawet ich częściach lub tkankach, na przykład z sosną zwyczajną związane są konkretne owady-szkodniki m.in. zwójka sosnoweczka (pąki), strzygonia chojnowka (igły), cetyniec mniejszy (tkanki znajdujące się pod korą), żerdzianka sosnowka (drew-

no i tkanki pod korą), trzpiennik sosnowiec (drewno) – ryc. 4.13.

### Dynamika lasu

Jedną z najważniejszych właściwości układów ekologicznych jest ich zmienność w czasie. Naturalny proces powstawania i rozwoju zbiorowiska roślinnego w miejscach, które nie były wcześniej zajęte przez rośliny lub inne szczątki organiczne (na przykład na podłożu lawy wulkanicznej, na utworach morenowych po ustąpieniu lodowca, na obrywach skalnych) nazywamy sukcesją pierwotną<sup>31</sup>. W miejscach, w których występująca uprzednio roślinność uległa zniszczeniu, a siedlisko zostało przekształcone (często na ugorach, porzuconych łąkach, pożarzyskach) zachodzi sukcesja wtórna. Odnawianie lasu rozpoczynają gatunki pionierskie. W spontanicznym długotrwałym procesie sukcesji



Ryc. 4.13. Trzpiennik sosnowiec (*Sirex noctilio*). Larwa drążąca w drewnie sosny chodniki o przekroju okrągłym (wg Schnaider 1991).

pojawiają się najpierw światłolubne drzewa (brzoza, wierzba, olsze), potem gatunki wymagające dużo światła w początkowym okresie wzrostu (dęby, klony, wiązy), a na końcu gatunki zdolne do kiełkowania i wzrostu w młodocianej fazie pod okapem innych drzew (na przykład buk, jodła, świerk, cis). Proces ciągłych zmian o różnym czasie trwania, dokonujących się w zbiorowisku mozaikowo, bez zakłócenia właściwej mu struktury i funkcji, to fluktuacja. Polega głównie na wymieraniu starych drzew i powstawaniu luk, w których pojawiają się drzewa młode o zbliżonych do poprzednich wymaganiach ekologicznych. W lesie zachodzą nie tylko zmiany fluktuacyjne. Badania przeprowadzone w górskich lasach wykazały, że cykl rozwojowy lasu składa się z trzech różnej długości stadiów: dorastania, optymalnego rozwoju i rozpadu. Na przykład w lasach z przewagą jodły poszczególne stadia trwają od 100 do 120 lat, a pełny cykl

*Sukcesja*

<sup>31</sup> Sukcesja ekologiczna jest procesem ciągłych i kierunkowych zmian struktury gatunkowej naturalnych biocenoz. Wczesne stadia sukcesyjne biocenoz charakteryzują się występowaniem gatunków pionierskich, niskim stanem biomasy i niską liczbą związków pokarmowych. W miarę postępowania procesu zwiększa się różnorodność gatunkowa, a ustabilizowana biocenoza kończąca sukcesję nosi nazwę klimaksu.

rozwojowy ok. 350–400 lat. Nagłe zamieranie drzewostanów na dużym obszarze pod wpływem czynników zewnętrznych (na przykład borów w Sudetach Zachodnich z powodu klęski ekologicznej) określa się mianem regresji. Degeneracją nazywamy natomiast odkształcanie struktury i składu gatunkowego w zbiorowiskach roślinnych spowodowane działaniami człowieka lub wewnętrznymi czynnikami biocenotycznymi, na przykład silne uszkodzenia przez zwierzęta, wydeptywanie runa.

## Rodzaje lasów w Polsce

*Rodzaje lasów* Biorąc pod uwagę kryterium biomów obszary leśne w Polsce to zrzucające liście na zimę lasy liściaste strefy umiarkowanej. Charakterystyczne dla tego biomu są:

- lasy bagienne z dominującą olszą czarną – lasy olszowe rozwijają się głównie na niżu w zagłębieniach o utrudnionym odpływie wody,
- lasy łęgowe w dolinach dużych i średnich rzek w strefie corocznych zalewów, na przykład łęg wierzbowo-topolowy na piaszczystych madach, przysrumykowy łęg jesionowo-olszowy,



Ryc. 4.14. Lasy bukowe (buczyny) tworzące „baldachim” listowia (wg Dreyera 1990).

- lasy jaworowe w niższych piętrach górskich,
- lasy bukowe, na przykład żyzna buczyna sudecka (ryc. 4.14),
- grądy (dębowo-grabowe) wysokie, typowe i niskie,
- świetliste dąbrowy – w centrum i na wschodzie kraju porastają tereny pagórkowate moren czołowych,
- bory mieszane sosnowo-dębowe na glebach średnio żyznych.

Lasy niezrzucające liści na ziemię:

- bory sosnowe – na glebach ubogich,
- bory świerkowe – sudeckie oraz karpackie dolnoreglowe bory jodłowo-świerkowe i górnoreglowe bory świerkowe, zasiedlające z reguły podatne na bielicowanie ubogie i kwaśne gleby.

## Znaczenie lasu

Z punktu widzenia przyrodniczego najważniejsze są funkcje ekologiczne, czyli ochronne lasu. Ekosystemy leśne zapewniają stabilizację obiegu wody w przyrodzie, przeciwdziałają powodziom, lawinom i osuwiskom, stanowią ochronę gleb przed erozją, a krajobrazu przed stepowaniem. Drzewostany stanowią także dom dla setek, a nawet tysięcy gatunków roślin i zwierząt niezbędnych w zachowaniu potencjału biologicznego i tym samym życia na Ziemi. Funkcje społeczne lasu to kształtowanie korzystnych warunków zdrowotnych i rekreacyjnych dla społeczeństwa. Związane z tym funkcje gospodarcze (produkcyjne) sprowadzają się do zachowania odnawialności i trwałego użytkowania drewna, pozyskiwania produktów leśnych, w tym łowiectwa, a także dochodów z turystyki.

## Źródła zagrożeń

O stanie lasów decydują głównie czynniki pogodowe i klimatyczne, pożary, biotyczne gradacje (czyli masowe pojawianie się szkodników – owadów, roztoczy) i patogeniczne grzyby oraz wpływy antropogeniczne.

Związki między człowiekiem i lasem mają długą historię, w której las stanowił dla ludzi nie tylko miejsce życia i źródło pokarmu lecz wpływał także na ich tożsamość kulturową. Przez wiele wieków człowiek jako nieodłączny element ekosystemu leśnego żył we względnej „przyjaźni” z tym środowiskiem i w zasadzie nie naruszał globalnej równowagi ekologicznej. Ogromny przełom nastąpił dopiero na przełomie XVIII i XIX wieku<sup>32</sup>. Zastosowanie maszyn parowych w przemyśle oraz rewolucja w komunikacji spowodowały niespotykane wcześniej na taką skalę zapotrzebowanie na drewno w Europie Zachodniej, a później także Środkowej (na przykład podczas budowy pionierskiej linii Kolei Warszawsko-Wiedeńskiej). Doprowadziło to do wyrębu naturalnych lasów mieszanych i wprowadzania szybciej rosnących gatunków drzew iglastych (sosna i świerk), na które otwierały się duże rynki zbytu (tzw. kopalniaki do budowy chodników podziemnych, tarcica, podkłady kolejowe, meble, papierówka itd.). W miejsce wielogatunkowych i różnowiekowych drzewostanów, tworzących naturalne ekosystemy leśne o wysokich zdolnościach samoregulacyjnych, powstawały zbiorowiska sztuczne o małej stabilności ekologicznej i dużej podatności na szkodniki, głównie gradacje owadów.

*Zagrożenia lasów*

<sup>32</sup> Stopień zalesienia w Polsce: X–XI wiek: ok. 90%; XIV wiek: 43–45%; XIX wiek: 30–32%; 1946 rok: 21%; 2 poł. XX–XXI wiek: ok. 28%, plany na przyszłość: 30%.

W Polsce w 1918 roku (po 123 latach niewoli) powierzchnia kraju była o połowę mniejsza, a lasów 3,5 raza mniej niż w okresie przedrozbiorowym. Przed wybuchem II wojny światowej na 22% powierzchni lasów tylko jedną czwartą stanowił starodrzew, który częściowo znajduje się na terenie Białowieskiego Parku Narodowego (utworzonego w 1932 roku). Rabunkowa gospodarka leśna w czasie okupacji i kolejna zmiana granic spowodowały, że Polska pozostała z niespełna 6,5 mln ha lasu, które zajmowały tylko 20,8% powierzchni. Po wojnie w latach 1945–1975 zalesiono aż 3,5% powierzchni kraju, były to jednak monokultury sosnowe. W latach 80. XX wieku tempo zalesiania gwałtownie się zmniejszyło. Dodatkowo w ostatnich dziesięcioleciach podatność lasu na choroby zwiększyła się z powodu narastania procesów destrukcyjnych w środowisku, będących wynikiem zanieczyszczeń pyłowych i gazowych atmosfery (kwaśne deszcze), efektu cieplarnianego oraz zaburzeń w krążeniu wody i składników mineralnych.

Mimo że biura turystyczne reklamują nasz kraj jako oazę pierwotnej przyrody i leśnych ostępów, należy pamiętać, że w Polsce zarówno stopień zalesienia (ok. 28,4% powierzchni kraju)<sup>33</sup>, jak i kondycja drzewostanów i struktura wiekowa są niekorzystne w porównaniu z innymi krajami europejskimi. Udział drzew zdrowych (klasa defoliacji 0) w polskich drzewostanach jest ciągle najniższy w Europie, a udział drzew silnie uszkodzonych wyższy jest tylko w Czechach. Stopień zalesienia Polski, czyli pokrycie powierzchni lasem, jest również niższy od średniej europejskiej, wynoszącej ok. 30% (bez krajów Wspólnoty Niepodległej Państw). Częściowo jest to rekompensowane większą różnorodnością biologiczną. Obecnie 45 wielkich obszarów leśnych w Polsce ma charakter puszczański, resztę stanowią małe i średnie kompleksy. Puszcze znajdują się w części północno-wschodniej oraz na zachodzie kraju. Pod względem struktury wiekowej dominują drzewostany średniej klasy wiekowej (przeciętny wiek wszystkich drzewostanów wynosi 51 lat), a w strukturze gatunkowej przeważają lasy iglaste.

Prawie połowa (ponad 3,4 mln ha lasów państwowych, czyli 49% powierzchni) została uznana przez ministra środowiska za lasy ochronne, które mają szczególne znaczenie dla ochrony środowiska i dla zaspokajania ważnych potrzeb społecznych (dane – Agenda 21 w Polsce, 2002

<sup>33</sup> Obecnie stopień zalesienia poszczególnych województw jest zróżnicowany i wynosi od 20,4% w województwie łódzkim do 48,1% (woj. lubuskie), stopień zalesienia gmin waha się od 0,1% do 98,6% (dane – Agenda 21). Lasy publiczne stanowią 83%, a prywatne 17% łącznej powierzchni leśnej (ich przeciętna wielkość wynosi 1,3 ha).

rok)<sup>34</sup>. Są to m.in. lasy doświadczalne, z drzewostanami nasiennymi, dydaktyczne, ważne dla obronności i bezpieczeństwa państwa, zwykle lasy stare o zróżnicowanym składzie gatunkowym, dostosowanym do warunków geo-klimatycznych, z bogatą florą i fauną.

W podsumowaniu należy stwierdzić, że las jest najwyżej zorganizowanym ekosystemem lądowym kształtującym biosferę. Przez wiązanie energii słonecznej i wydzielanie tlenu wpływa na krążenie pierwiastków i obieg wody w przyrodzie. Jest istotnym zasobem puli genowej. Dla ludzi miejscem rekreacji, niewyczerpanym tematem wielu badań naukowych i twórczości artystycznej.

### Pytania i zagadnienia

1. Omów sposoby klasyfikacji systemów przyrodniczych.
2. Dlaczego mówimy o krążeniu materii, a przepływie energii przez ekosystemy?
3. Podaj przyczyny i skutki naruszenia obiegu węgla w przyrodzie.
4. Które interakcje międzygatunkowe wykorzystuje człowiek w biologicznym zwalczaniu szkodników?
5. Jakie znaczenie ma ekosystem leśny dla środowiska i człowieka?

### Literatura uzupełniająca

- Kornaś J., Medwecka-Kornaś A., 1986, *Geografia roślin*, PWN, Warszawa.
- Marszałek T., 1990, *Dziedzictwo leśne Polski i świata*, SGGW, Warszawa.
- Strzałko J., Mossor-Pietraszewska T., (red.), 2003, *Kompendium wiedzy o ekologii*, PWN, Warszawa–Poznań.

<sup>34</sup> Przykładem lasu ochronnego jest Leśny Pas Ochronny Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego, o powierzchni 32 tys. ha (docelowo 180 tys. ha). Pas ten wyznaczono uchwałą rządu już w 1968 roku w celu poprawy stanu środowiska w GOP i stworzenia obszarów rekreacyjnych dla jego mieszkańców.

---

# Biosfera jako środowisko życia. Zasoby biotyczne Ziemi

---

## BLOKI TEMATYCZNE

1. Historia biosfery.
2. Antropogeneza.
3. Rola człowieka w biosferze.
4. Przyroda i zasoby.
5. Ochrona przyrody.

## SŁOWA KLUCZOWE:

1. biosfera – struktura i właściwości, dzieje środowiska Ziemi.
2. ewolucja człowieka, kulturowa odrębność człowieka.
3. społeczności prehistoryczne, okres łowiecko-zbieracki, rolniczy, przemysłowy i postindustrialny.
4. zasoby naturalne, żywe zasoby przyrody, zagrożenia bioróżnorodności.
5. cele ochrony przyrody, prawne i instytucjonalne uwarunkowania ochrony przyrody, formy ochrony przyrody, strategie i programy.

## 1. Historia biosfery

### SŁOWA KLUCZOWE:

biosfera – struktura i właściwości, dzieje środowiska Ziemi.

### Biosfera – struktura i właściwości

---

*Biosfera* Biosfera to przestrzeń ziemską, w której istnieją warunki do życia organizmów. Jej górną granicę w atmosferze wyznacza szczyt Mount Everest (8848 m.n.p.m.), a dolna znajduje się na 200 m głębokości w litosferze. Na styku trzech sfer – wody, ziemi i powietrza – jest obszar, w którym organizmy występują najliczniej. Współczesną biosferę ukształtowały organizmy w długim procesie ewolucyjnego rozwoju, przystosowując do swoich potrzeb pierwotną hydrosferę i atmosferę, wzbogacając ją w tlen, który w całości jest produktem fotosyntezy roślin zielonych. Ponad 90% skał osadowych powstało przy udziale organizmów. Jednakże wszystkie żywe organizmy – w swej ogromnej różnorodności – stanowią zaledwie jedną dziesięciomiliardową część masy całej planety. Biorą jednak aktywny udział w krążeniu pierwiastków, w biosferze odbywa się bowiem nieustanny obieg materii połączony z przemianami biogeochemicznymi oraz z przemianami energii słonecznej docierającej do Ziemi. Energia ta tylko w niewielkim procencie jest zatrzymywana przez organizmy samożywne, na lądach głównie przez rośliny, a w wodach – glony i sinice<sup>1</sup>.

Fundamentalną właściwością biosfery jest różnorodność – od genów do osobników, przez populacje i gatunki do ekosystemów – charakteryzujących się mnogością środowisk i mikrośrodków abiotycznych i czynników biotycznych. Zrozumienie tej różnorodności nie jest możliwe bez znajomości historii naturalnej Ziemi. W przeszłości geologicznej środowisko życia zmieniało się nieustannie. Czasem był to proces powolny, niekiedy nagły, spowodowany katastrofami klimatycznymi i geologicznymi, a nawet kosmicznymi (uderzenia meteoroidów). Gatunki czy nawet grupy gatunków, które nie nadążały z przystosowaniem do zmian środowiska, zwykle ginęły. Ewolucyjny proces zmian w przyrodzie trwa do dziś. Zmieniała się jednak skala czasowa. Obecne zmiany w środowisku zostały przyśpieszone, głównie działalnością człowieka, który od początku istnienia zmieniał środowisko. Z ostatnich badań wynika, że nawet tzw. pierwotni ludzie (uważani za żyjących w harmonii z naturą) przyczynili się do wyginięcia wielu gatunków zwierząt.

---

<sup>1</sup> Obieg energii w ekosystemach został szczegółowo omówiony w rozdziale IV.



## Dzieje środowiska Ziemi

Historię Ziemi geolodzy podzielili na ery i epoki. Najstarsza era, trwająca od powstania Ziemi ok. 4,5 mld lat temu aż do ok. 600 mln lat temu (do kambru) nazywana jest erą prekambryjską. Ziemia w swym najwcześniejszym stadium jest nam równie obca, jak inne planety. Na początku swego istnienia była kulą kosmicznego rumoszu, bez lądów i mórz, bez dolin i gór, bez wiatrów i bez życia. Po upływie 700 mln lat istniała już prawdopodobnie skorupa kontynentalna<sup>2</sup>, podlegające procesom wietrzenia lądy i morza, w których składane były osady. Wskazuje na to najstarsze poznane skały, których wiek określono pomiarami izotopowymi na około 3,8 mld lat. Istniało wówczas prawdopodobnie tylko 5–10% dzisiejszej objętości skorupy kontynentalnej, która przyrastała podczas wielkich faz wzrostowych: 3–2,5 mld lat temu, tuż po 2 mld oraz około 1 mld lat temu (van Andel 1991).

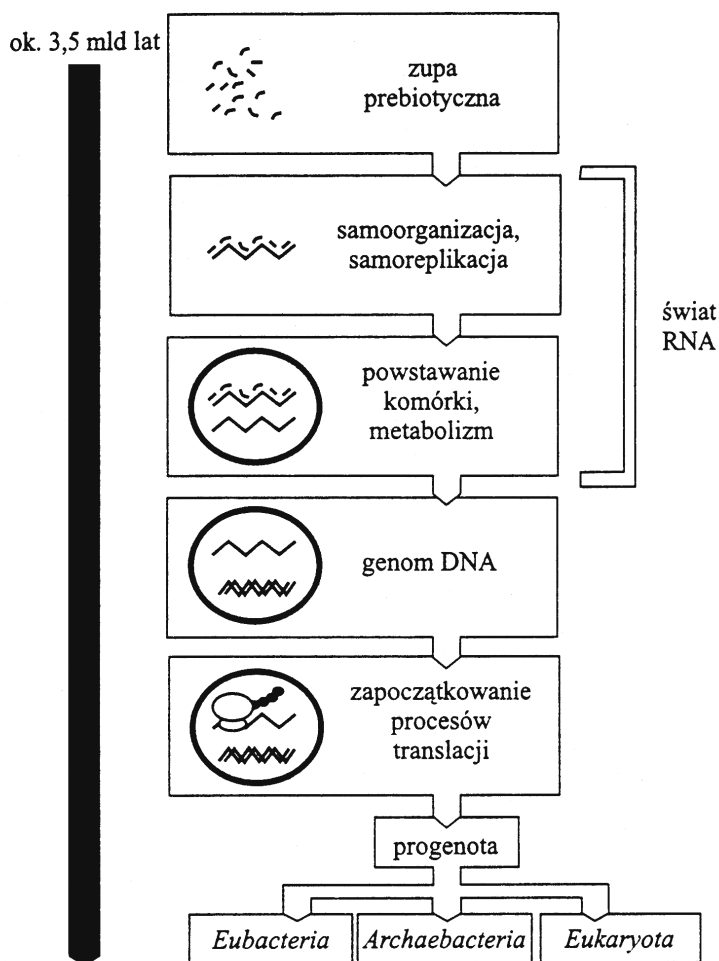
*Historia  
Ziemi*

W miarę jak płyty skorupy kontynentalnej ulegały pogrubieniu, a kontynenty rosły, mogła też nastąpić zmiana stylu tektonicznego od tektoniki mikroplyt, poprzez wewnętrzne deformacje płyt, w kierunku znanego nam dziś klasycznego stylu tektoniki płyt zaczynającego się powstawaniem nowej skorupy oceanicznej (dlatego nie ma dzisiaj skorupy oceanicznej starszej niż 200 mln lat) w ryftach grzbietów śródoceanicznych, a kończącego się „konsumpcją” w strefie subdukcji (ponowne zagłębianie się skorupy w płaszczu).

Dość rozległe lądy i płytkie morza z całym bogactwem środowisk istniały już około 2,5 mld lat temu. Układ ten miał duże znaczenie dla ewolucji życia, ponieważ płycizny i wybrzeża zahamowały globalną cyrkulację, wzmagając jednocześnie działanie prądów oddolnych na brzegi, zaś rzeki mogły już odwadniać dość duże obszary, znosząc dzięki temu zwiększone ilości soli pokarmowych do płytkich wód przybrzeżnych. Wody były prawdopodobnie mniej zasolone, zawierały natomiast więcej dwutlenku węgla i węglanów. Zarówno atmosfera, jak i górne warstwy hydrosfery były silnie naświetlane promieniowaniem ultrafioletowym. Cząsteczki wody poddane działaniu promieniowania ultrafioletowego o fali krótszej niż 259 nm ulegają fotolizie (rozpadowi na tlen i wodór).

<sup>2</sup> Istnieją dwa rodzaje skorupy ziemskiej, różniące się wiekiem, grubością i budową oraz składem. Skorupa kontynentalna, grubości 20–70 km, jest zbudowana z warstwy bazaltowej, granitowej i osadowej (Sial, od powszechnych w niej pierwiastków krzemu – Si, oraz glinu – Al), cieńsza (5–12 km) i młodsza (najstarsze fragmenty mają ok. 200 mln lat) skorupa oceaniczna zbudowana jest głównie ze skał bazaltowych (Sima, od pierwiastków Si i Mg) przykrytych cienką (<1,5 km) warstwą skał osadowych.

W takich warunkach następowała abiogenna synteza związków organicznych i powstawały pierwsze istoty żywe. Niezwykle bogactwo życia powstało i rozwinęło się z niewielkiej liczby związków chemicznych, wśród których największe znaczenie miały 2 kwasy nukleinowe: RNA – kwas rybonukleinowy oraz DNA – kwas dezoksyrybonukleinowy (ryc. 5.1). Przedstawiony schemat ewolucji od „zupy prebiotycznej” do trzech głównych linii współczesnych organizmów (*Eukaryota* oraz *Prokaryota*, czyli *Eubacteria* i *Archaeobacteria*) utożsamia pierwsze ożywione systemy z genomami RNA, zdolnymi do przeprowadzania stosunkowo prostych reakcji biochemicznych (Kubicz 1999). Systemy te z kolei ewoluowały w kierunku powstania komórek z genomami DNA. Hipotetyczny praprzodek komórki – progenota – to otoczony błoną układ



Ryc. 5.1. Ewolucja życia na Ziemi (wg Kubicz 1999).

zawierający genom złożony z DNA, zdolny do replikacji, transkrypcji oraz translacji<sup>3</sup>. Z upływem czasu powstawały inne typy komórkowe o wzrastającej złożoności, z których potem wyłoniły się podstawowe grupy organizmów prokariotycznych (drobnoustrojów nieposiadających wyraźnego jądra) i eukariotycznych (komórki drobnoustrojów i wyższych organizmów posiadające właściwe jądra, otoczone błoną jądrową).

Zebrane dotąd materiały świadczą, że pierwsze organizmy, podobne do dzisiejszych jednokomórkowych organizmów prokariotycznych *Prokaryota* (bakterie, sinice), żyły na Ziemi już ok. 3 mld lat temu. Były one beztlenowymi heterotrofami, tak jak przewidywała hipoteza Haldane'a-Oparina. W kambrze (trwającym ok. 100 mln lat) pojawiły się już wszystkie grupy zwierzęce, z wyjątkiem owadów i kręgowców. W następnej epoce (ordowiku trwającym 50–75 mln lat) wzrastała różnorodność zwierząt bezkręgowych, pojawiły się wtedy graptolity. Z piaskowców ordowiku pochodzą najstarsze skamieliny strunowców, nazwane *Ostracodermi*. Były to zwierzęta pokrewne znanym dziś bezzuchwowcom – minogom. Dla syluru (20–30 mln lat) charakterystyczne były wieloraki i skorpiony (wodne); pojawiły się też ryby pancerne *Placodermi*. W morzach rozwijały się najróżniejsze glony i pierwotniaki. Z późnego prekambriu pochodzą szczątki kopalne pierwotniaków (także jednokomórkowców) oraz prostych tkankowców, takich jak gąbki, jamochłony i helminty (przywry, robaki płaskie i obłe).

Na łąd, poza mchami, wyszły pierwsze rośliny naczyniowe – psylofity<sup>4</sup>. **Dewon** był epoką ryb, łącznie z dziś spotykanymi chrzęstnoszkieletowym (żarłacz) i kostnoszkieletowymi, pod koniec dewonu wykształciły się pierwsze wodne płazy (podobne do traszek). Łądy zostały opanowane przez rośliny typu paprotników. Długa epoka **karbonu** odznaczała się bujnym rozwojem roślinności lądowej (paproci, widłaków, skrzypów i pierwszych roślin nagozalążkowych<sup>5</sup>). Jej szczątki naniesione

Dewon

Karbon

<sup>3</sup> Replikacja to złożony proces genetyczno-biochemiczny; w sensie biologicznym pojęcie to odpowiada określeniu rozmnażania się. Transkrypcja i translacja to etapy w syntezie białek komórkowych.

<sup>4</sup> Psylofity, które pojawiły się w sylurze (430–400 mln lat temu) wymarły w karbonie (360–290 mln lat temu) to najbardziej pierwotne, pozbawione jeszcze korzeni, lądowe (przybrzeżne), nieduże (do 50 cm) rośliny zielne, widlasto rozgałęzione o zaczątkowych liściach, należące do klasy kopalnych paprotników. Również w sylurze pojawiły się pierwsze widłakowate (*Lycophyta*).

<sup>5</sup> Utworzyły one bogate i wielowarstwowe lasy karbońskie, nazywane też lasami węglowymi. Najwyższa warstwa składała się z wysokich 38-metrowych widłaków-łuskodrzewów (*Lepidodendron*) i pieczęciowców (*Sigillaria elegans*) oraz z drzewiastych paproci nasiennych (*Medullosa*). Na niższym poziomie rosły drzewiaste, dwudziestometrowe skrzypy (*Calamites suckowi*). Pojawiły się też pierwsze drzewa iglaste (*Cordaites – Coniferophyta*), które utworzyły florę tzw. tajgi kordaitowej.

do ujść rzecznych, płytkich lagun i zalewów, przykryte odkładającymi się na nich osadami ulegały zwęgleniu i dały początek obecnie przez nas eksploatowanym pokładom węgla kamiennego. Z płazów powstały gady (kotylozaury).

*Perm* **Perm** był erą świadkiem bujnego rozwoju roślin nagozalążkowych oraz silnego zróżnicowania płazów i gadów. W tym czasie wyginęły jednak dawne formy jamochłonów i licznych pierwotniaków, trylobity, wiele skorupiaków, mięczaków i szkarłupni; zginęły też ryby pancerne, psylofity, liczne paprocie, skrzypy i lepidodendrony<sup>6</sup>. Era paleozoiczna przechodziła w mezozoiczną, a podczas tego przejścia nastąpiła jedna z największych modyfikacji biosfery.

*Trias* Pierwsza epoka nowej ery mezozoicznej – **trias** – to okres bujnego rozwoju roślin nagozalążkowych, a wśród zwierząt czas dominacji gado-

*Jura* dów (dinozaury). Również kolejna epoka – **jura** – jest czasem panowania gadów lądowych, morskich i latających, z których wykształciły się pierwsze ptaki. Rozwinęły się też pierwsze ssaki, małe i niepozorne w porównaniu z olbrzymimi gadami. Świat dinozaurów był uderzająco bogaty i zróżnicowany, obejmował zwierzęta różnej wielkości, chodzące, pływające i latające (ryc. 5.2)<sup>7</sup>. Łądy wciąż pokryte były bujną roślinnością nagozalążkową, ale już zaczęły się pojawiać pierwsze rośliny okrytozalążkowe. W **kredzie** (surowszy klimat) wyłoniły się Andy i Góry Skaliste, a w morzach rozwinęły się amonity, głowonogi tworzące muszle, teraz stanowiące obfite złoża skamielin w skałach pochodzących z jury i kredy. Wymarły wielkie gady.

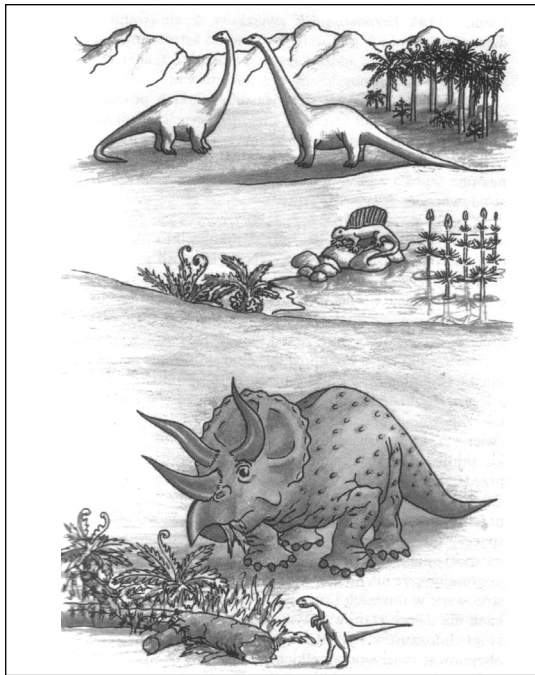
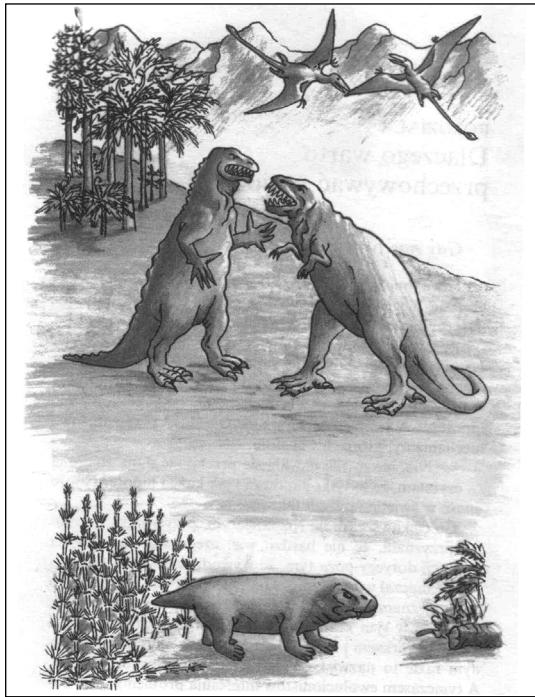
*Kreda*

<sup>6</sup> Działo się to pod wpływem zmian środowiska przyrodniczego, które następowały także jako skutek ruchu płyt litosfery. Wielkością i kształtem kontynenty ery paleozoicznej nie przypominały dzisiejszych. W środkowym paleozoiku aż do karbonu, istniały dwa duże kontynenty: Gondwana na półkuli południowej, a na przeciw niej, od równika na północ do 60<sup>0</sup>–70<sup>0</sup> szerokości geograficznej rozciągała się Laurussia oraz małe kontynenty łączące się i rozdzielające w różnych okresach (Kazachstan, Syberia, Chiny). Gondwana, w skład której wchodziła dzisiejsza: Afryka, Ameryka Południowa, Indie, Antarktyda i Australia, rozciągała się od bieguna południowego aż po szerokości równikowe. Obydwa wielkie obszary lądowe rozdzieliał ocean Prototetydy (Orłowski, Szulczewski, 1990). W czasie dwóch orogenezy, wcześniejszej kaledońskiej i późniejszej hercyńskiej, powstały łańcuchy górskie, m.in. Appalachey i Ural. W permie obydwa obszary utworzyły superkontynent o nazwie Pangea, przedzielający praocjan (Panthalassa) na całej niemal długości geograficznej Ziemi. Takie położenie kontynentów spowodowało, że wzrosły kontrasty klimatyczne i w tym samym okresie warunki środowiska były inne nad równikowym brzegiem morza w Laurussii, gdzie rozwijały się karbońskie lasy węglowe, niż w podbiegunowym położeniu dzisiejszej południowej Afryki, czy Ameryki Południowej. Tam już w karbonie rozwinęło się wielkie zlodowacenie, które trwało również w permie (patrz tab. 2.1). Superkontynent permski zaczął się rozdzielać około 200 mln lat temu.

<sup>7</sup> Paleontologowie stwierdzają, że za czasów rozkwitu dinozaurów ciepłokrwiste ssaki zajmowały bardzo skromną pozycję. Najokazalszy przedstawiciel nie przewyższał wielkością dzisiejszego szczura. Ich siedliskiem były podziemne kryjówki.

Wczesny trzeciorzęd (era kenozoiczna) był ciepły i wilgotny, a potem klimat stopniowo się oziębiał aż do początku czwartorzędowej epoki lodowej. W czasie orogenezy alpejskiej ostatecznie wydzwignięte zostały najwyższe góry: Alpy, Pireneje, Karpaty, Kaukaz, Himalaje. Nadeszła era ssaków i ptaków, żyjących wśród lasów i łąk pokrytych roślinami kwiatowymi. Przez cały trzeciorzęd następowało różnicowanie się roślinności Ziemi, które nabrało jeszcze większego tempa w czwartorzędzie. Dryf kontynentów przyczynił się do rozerwania zasięgów roślin, w momencie zaś zbliżenia różnych kontynentów następowało mieszanie się zbiorowisk roślinnych o różnym pochodzeniu i historii. Tak właśnie powstały bogate zbiorowiska roślinne Azji równikowej o różnowiekowych nawarstwieniach. Wypiętrzenie wielkich łańcuchów górskich powiększyło kontrasty klimatyczne i spowodowało powstanie ośrodków kserofityzacji roślinności i rozwój przystosowań roślin do warunków pustynnych. Na początku trzeciorzędu (eocen) zarówno w niskich, jak i wysokich szerokościach geograficznych przeważały lasy, ale w cieplejszej strefie po zachodniej, bardziej suchej stronie kontynentów powstały niewielkie ob-

*Era  
keno-  
zoiczna*



*Eocen*

Ryc. 5.2. Świat dinozaurów  
(wg Jerzmanowskiego 1994).

mln lat	ery i okresy rozwoju zwierząt		ery i okresy rozwoju roślin
0 2 23 65	kenozoiczna	(czwartorzęd) neogen  paleogen (trzeciorzęd)*	kenofityczna rośliny okrytozalążkowe  górna kreda
135 203 250		mezozoiczna	
295 355 410 435 500 543	paleozoiczna	perm  karbon dewon sylur ordowik kambr	paleofityczna paprotniki  sylur
ok. 2700		prekambr	eofityczna (górną część) glony

\*W nowym podziale zatwierdzonym przez międzynarodowe komisje znikają tradycyjne i wygodne w stosowaniu terminy takie, jak „trzeciorzęd” i „czwartorzęd”. Dolny trzeciorzęd nazywa się teraz paleogen (obejmuje paleogen, eocen i oligocen), zaś górny to neogen (obejmujący miocen oraz liocen). Dwa najmłodsze okresy – plejstocen z epoką lodową oraz współczesny holocen zostały po likwidacji czwartorzędu włączone do neogenu.

Tab. 5.1. Periodyzacja historii świata zwierząt i roślin (wg Kuźnicki, Urbanek 1970, Stanley 2002).

szary roślinności sawannowej. Powierzchnia sawanny i innych zbiorowisk trawiastych powiększała się i kolejno tworzyły się formacje suchych zarośli (23–5 mln lat temu) i formacje roślinności pustynnej (5–1,8 mln lat temu). Mniej więcej 20 mln lat temu powstała też tundra, która największą powierzchnię zajmowała w czasie czwartorzędowych zlodowaceń (Kornaś, Medwecka-Kornaś, 1986). Pod koniec trzeciorzędu pojawili się pierwsi ludzie.

Właściwy okres rozwoju człowieka przypada jednak na **czwartorzęd**, trwający od 2 milionów lat (tab. 5.1). Większą jego część stanowi **pleistocen**, w którym następowały liczne zlodowacenia. Olbrzymie czapy lodowcowe, które dziś pokrywają Antarktydę i Grenlandię, nasuwały się na północną Europę i Azję oraz północną Amerykę. W wysokich górach rozwijały się lodowce górskie. Okresowo lodowce cofały się, klimat się ocieplał, po czym następowało kolejne zlodowacenie. Obecny, współczesny nam okres – **holocen** – trwający niewiele więcej niż 10 000, jest znowu cieplejszy (por. tab. 2.1 w rozdziale II).

*Czwartorzęd  
Pleistocen*

*Holocen*

Życie na Ziemi istnieje już ponad 3,5 miliarda lat, a czas człowieka to tylko 0,0001 tego okresu. O prawdziwym sukcesie ewolucyjnym można mówić w odniesieniu do bakterii, które pojawiły się najwcześniej i dzisiaj zajmują wszystkie nawet bardzo ekstremalne środowiska. W biosferze, na poziomie reakcji chemicznych wszystko co żyje, jest identyczne. Wszystkie istoty realizują dwa najważniejsze zadania: utrzymanie się przy życiu i rozmnażanie. Informacje na temat wymierania gatunków w czasie geologicznym uzyskuje się analizując skamieniałości. Najlepiej zachowały się szczątki zwierząt morskich, głównie bezkręgowców, mających trwale silnie zmineralizowane szkielety zewnętrzne. Często wymieranie zwierząt bezkręgowych i kręgowych zbiegało się w czasie. Z zapisu paleontologicznego wynika, że różnorodność gatunkowa mogła się zmniejszyć nawet o 96% w trakcie masowego wymierania w ordowiku (440 ml lat temu), dewonie, permie, triasie i kredzie. W okresie pleistocenu wszędzie tam, gdzie pojawiły się grupy ludzi, dochodziło do wybijania lokalnej fauny. W Eurazji człowiek rozprzestrzenił się ok. 100 000 lat temu i przyczynił się do zaniku ogromnych roślinozerców, m.in. mamutów, leśnych słoń.

## 2. Antropogeneza

### SŁOWA KLUCZOWE:

ewolucja człowieka, kulturowa odrębność człowieka.

## Ewolucja człowieka

---

Historia człowieka jest szczególnie fascynującym działem biologii człowieka, dzięki której możemy poznać przeszłość gatunku *Homo sapiens* i dowiedzieć się, jak wyglądali i żyli nasi odlegli przodkowie. Przyszłość naszej biosfery zależy od gruntownej edukacji, czyli od poznania oraz wyjaśniania skomplikowanych relacji między środowiskiem i człowiekiem, który pod względem systematycznym należy do królestwa zwierząt (*Zoa*) gromady ssaków (*Mammalia*) i rzędu naczelnych (*Primates*).

Naczelne pojawiły się na Ziemi ok. 70 mln lat temu<sup>8</sup>. W eocenie żyły już małpy, a mniej więcej od 30 mln lat istnieją małpy człekokształtne<sup>9</sup>. Rodzina człowiekowatych (*Hominidae*) – wspólnych przodków człowieka współczesnego (*Homo sapiens*) – pojawiła się prawdopodobnie około 5 do 10 mln lat temu w wyniku ewolucji. Zagadnienie rozwoju rodowego, czyli filogenezy gatunku *H. sapiens*, który od ok. 25 tysięcy lat panuje niepodzielnie na Ziemi, należy do najbardziej interesujących i kontrowersyjnych we współczesnej biologii. Zgodnie z najnowszymi odkryciami szczątki kostne najstarszych hominidów<sup>10</sup> – zaklasyfikowane do nowego taksonu *Sabelanthropus tchadensis*<sup>11</sup> – są datowane na 6–7 mln lat (Nowaczka 2003). Zasadniczym problemem jest ustalenie, który gatunek hominidów jest wyjściowym dla pierwszych przedstawicieli ro-

---

<sup>8</sup> Filogenezę człowieka można wywodzić od strunowców bezczaszkowych poprzez poszczególne etapy rozwoju kręgowców, a w ich obrębie ssaków. Zasadnicze znaczenie miało pojawienie się w końcu ery mezozoicznej (lub na początku ery kenozoicznej) naczelnych, nasze DNA podobne jest w 85% do ich DNA.

<sup>9</sup> Dzisiejsze małpy człekokształtne (goryle, szympany) nie są żyjącymi przodkami człowieka.

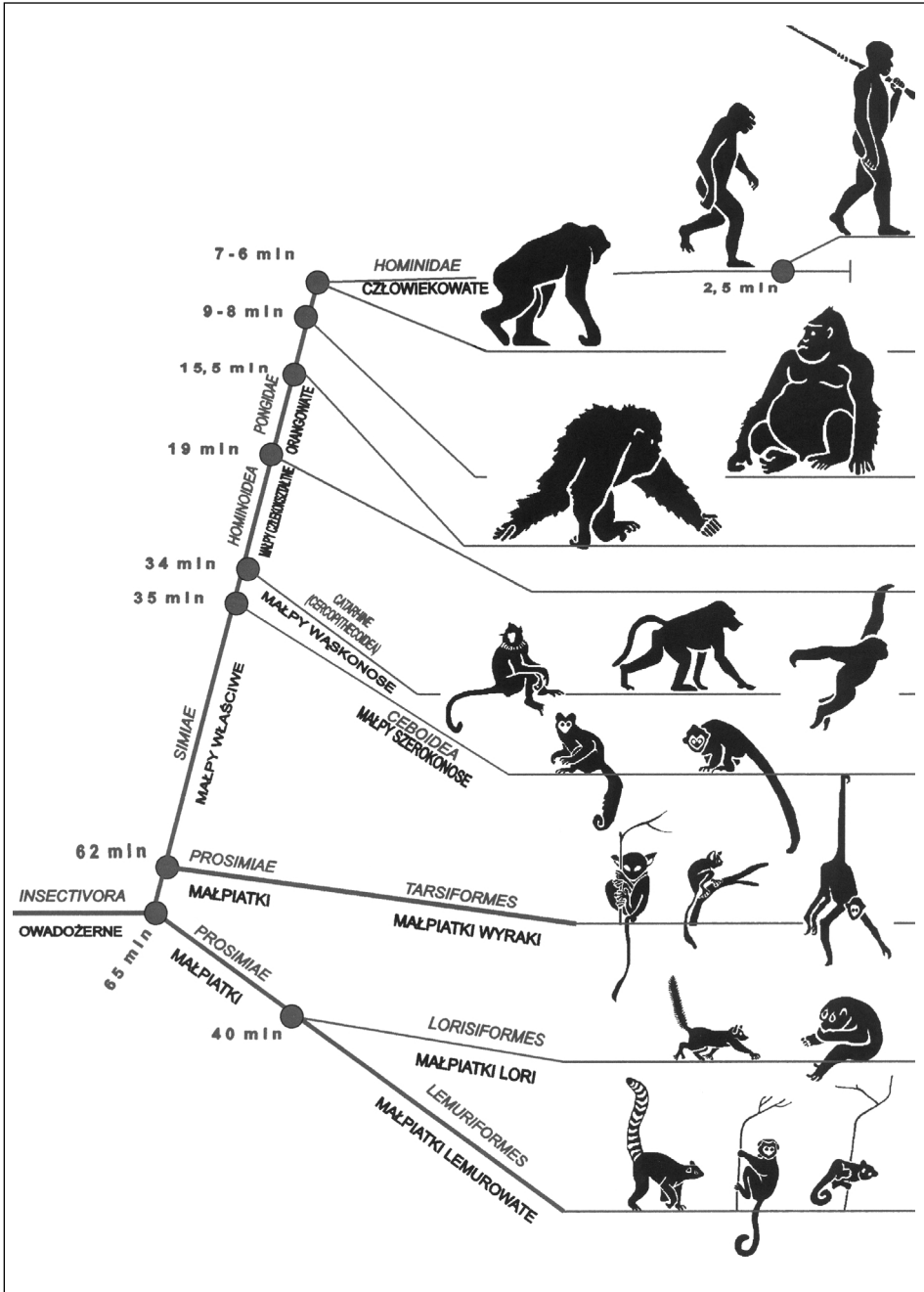
<sup>10</sup> Hominidy, czyli człowiekowate – nazwa ta obejmuje wszystkie ssaki naczelne poruszające się w pozycji wyprostowanej.

<sup>11</sup> Czaszka tego najprawdopodobniej najstarszego znanego gatunku hominida – sahelantropa – pochodzi ze środkowo-zachodniego Czadu.

<sup>12</sup> Wykryte w znacznej liczbie szczątki, głównie czaszki człekopodobnych istot pochodzące sprzed 3 do 4 mln lat, należą do dwóch gatunków australopiteków – *A. africanus* i *A. robustus*. *Australopithecus robustus* (roślinożerca zaliczany do hominidów) mierzył ok. 150 cm wysokości, pojemność jego czaszki wynosiła ok. 500 cm<sup>3</sup>, zmarł ok. 600 000 lat temu. Równocześnie z nim, choć przypuszczalnie nie w identycznym środowisku, żył od przeszło 3 mln lat *A. africanus*, o podobnej pojemności czaszki. Była to jednak istota delikatniejsza (120 cm wysokości ciała) w miarę możliwości korzystająca z diety mięsnej, zmarła ok. 800 000 lat temu. *Australopithecus afarensis* (nazwa utworzona dla szczątków szkieletu, które odkryto w 1979 roku w Hadar w Etiopii, australopiteka płci żeńskiej „Lucy”, uznawanej też początkowo za pramatkę całej ludzkości) był także dwunożny, co świadczyłoby o jego przynależności do człowiekowatych. Zdaniem Lewine’a (1993) „zewnątrznie przypominał małpę człekokształtną od karku w górę, natomiast człowieka od karku w dół”. Około 3-3,5 mln lat temu zasięg tego gatunku był szerszy (nawet 2500 km na zachód od Strefy Rowów Wschodnioafrykańskich).



dzaju *Homo*. Dotychczas paleoantropolodzy zaliczali bezpośrednich przodków rodzaju *Homo* do rodzaju *Australopithecus* (ryc. 5.3)<sup>12</sup>.



Ryc. 5.3. Drzewo geneologiczne naczelnych (autor Z. Wiktor-Sztromswasser)

W latach 90. XX wieku odkryto nowe gatunki australopiteków: *Australopithecus ramidus* (zaliczonego później, w 1995 roku do rodzaju *Ardipithecus*) oraz *A. anamensis*, których kości świadczą o dwunożności. Ardipitek (*Ardipithecus ramidus*), którego skamieniałości sprzed 4,4 mln lat pochodzą ze stanowiska Aramis w Etiopii, uznawany jest obecnie za najstarszy znany gatunek hominida. Lepiej poznany młodszy *Australopithecus anamensis* (ze stanowisk w północnej Kenii datowanych na jakieś 4,2 mln lat) wykazuje podobieństwo do żyjących 3,8 mln lat temu australopiteków *A. Afarensis* (ryc. 5.4). Wielu naukowców sądzi, że dwunożny sposób poruszania się mógł rozwinąć się jako reakcja na zmiany środowiska, które przyczyniły się do innego rozmieszczenia źródeł pokarmu.

Ślady przystosowania się do zwiększonego żucia (twardej roślinności trawiastej jaka pojawiła się w pliocenie ok. 2,5 mln lat temu) odkryto w żuchwie przypisanej do gatunku *Homo rudolfensis*. Przedstawiciele rodzaju *Homo* (*H. habilis*, *H. erectus*), które oddzieliły się od wspólnego pnia z małpami człekosształtymi ok. 2,5 mln temu, mieli większy mózg o pojemności ok. 600 cm<sup>3</sup> (współczesny człowiek – 1000–2000 cm<sup>3</sup>). Gatunki tych hominidów żyły obok siebie na terenach dzisiejszej północnej Kenii ok. 1,8 mln lat temu i poszukiwały pożywienia w tej samej okolicy, wokół afrykańskiego jeziora Turkana. *Homo habilis* (człowiek zręczny) został tak nazwany, gdyż uznano go za twórcę narzędzi kamiennych (ok. 1,8 mln lat temu), znalezionych w wąwozie Olduvai w Tanzanii, wytwarzał ostre odłupki, uderzając jednym kamieniem o drugi. Wynalazek ten stanowił wielki skok i miał dla hominidów dalekosiężne skutki, był bowiem początkiem rozwoju technicznego.



Ryc. 5.4. Czaszki australopiteków: *robustus* z lewej, *africanus* z prawej (www.dentalgain.org).

Inny przodek – człowiek wyprostowany *Homo erectus* (o pojemności mózgu ok. 850–1100 cm<sup>3</sup>) – charakteryzował się wydłużoną do tyłu czaszką i szkieletem podobnym (w ogólnych zarysach) do naszego. Niewątpliwie jadał mięso i miał niezbyt du-

że zęby policzkowe<sup>13</sup>. Był pierwszym przedstawicielem rodu ludzkiego, który opuścił Afrykę i wywędrował do innych części świata<sup>14</sup>. Milion lat temu zadomowił się w Chinach i na Jawie, gdzie znaleziono jego szczątki. Potem wykryto je w Europie i Afryce, m.in. na tym samym stanowisku w wąwozie Olduvai, gdzie znajdowano szczątki kostne australopiteków. Najbardziej znanym okazem tego gatunku jest szkielet młodego osobnika – „chłopca znad jeziora Turkana” sprzed 1,6 mln lat. Najpóźniejsze szczątki pochodzą sprzed 400 tys. lat. Obecność wielu narzędzi kamiennych świadczy o organizowaniu grupowych polowań i przejściu z padlinożerstwa na myślistwo (polowania również na dużą zwierzynę).

W Afryce odkryto liczące ok. 600 tys. lat ślady bytności człowieka heidelberskiego (*H. heidelbergensis*), gatunku znanego też ze stanowisk europejskich i prawdopodobnie chińskich (500–200 tys. lat temu). W Europie człowiek heidelberski (lub jego krewniak) dał początek endemicznej grupie hominidów, której najbardziej znanym przedstawicielem jest neandertalczyk, gatunek zamieszkujący Europę i zachodnią Azję 200 tys. lat temu (wyginał 30 tys. lat temu). Ubogie wprawdzie znaleziska kopalne z Afryki pozwalają jednak sądzić, że i tam niezależnie powstały nowe gatunki, w tym człowiek rozumny – *Homo sapiens*. Chociaż jego rodowód nie jest jasny, wiele faktów wskazuje na to, że żył ok. 200–150 tys. lat temu. Nowoczesne wzorce zachowań pojawiły się znacznie później.

Najwcześniejsze europejskie stanowiska ze szczątkami ludzi rozumnych pochodzą sprzed ok. 40 tys. lat. Czaszki znalezione w Swanscombe (Anglia) i Steinheim (Niemcy) odznaczają się jeszcze niskim czołem i silnie rozwiniętymi łukami brwiowymi. Są to jakby formy przejściowe do człowieka neandertalskiego (*Homo neanderthalensis*)<sup>15</sup>, żyjącego od 100 do

Neander-  
talczyk

<sup>13</sup> Uczeni oszacowali, że mający większe rozmiary *H. erectus* potrzebował 8-, 10-krotnie rozleglejszego arealu osobniczego niż australopiteki, co uzasadniałoby nagle rozprzestrzenienie się tego hominida poza Afrykę. Pewną rolę odegrały też zapewne migracje zwierząt.

<sup>14</sup> Pogląd o pierwszej ekspansji poza Afrykę przedstawicieli gatunku *H. erectus* (określany jako „pierwsze wyjście”, ang. *out of Africa I*) jest powszechnie akceptowany przez paleoantropologów, jednak dalsze etapy ewolucji i jego populacji są już różnie interpretowane. W modelu tzw. „afrykańskiego zastąpienia” (ang. *African Replacement, recent African Origin, out of Africa*) afrykańskie populacje *Homo erectus* sensu lato dały początek – prawdopodobnie na drodze specjacji we wczesnym pleistocenie, formom ludzkim reprezentującym gatunek *Homo heidelbergensis*. Gatunek ten jest uznawany za macierzysty dla *Homo sapiens* oraz *H. neanderthalensis*. Zwolnicy modelu „multiregionalnej ewolucji” (ang. *multiregional model, multiregional evolution*) uznają gatunek *H. erectus* za politypowy, który w czterech głównych obszarach Starego Świata (Europie, Afryce, Azji Wschodniej i Australazji) stopniowo ewoluował w człowieka współczesnego poprzez tzw. formy ludzkie przejściowe. Innym modelem powstania gatunku *H. sapiens* jest tzw. stopniowa neandertalizacja.

<sup>15</sup> Nazwa praludzi – neandertalczyk (*Homo neanderthalensis*) – pochodzi od znaleziska w Neanderthal (czaszka i kości kończyn) w Niemczech.

35 tys. lat temu, który mierzył ok. 165 cm, miał dosyć niskie czoło i małą brodę, ale stosunkowo dużą pojemność czaszki. Ostatnie znaleziska kopalne z Europy Zachodniej ożywiły dawne dyskusje na temat możliwości krzyżowania się neandertalczyków ze współwystępującymi *H. sapiens*. Człowiek neandertalski<sup>16</sup> był sprawnym myśliwym, polującym nawet na grubego zwierza (nosorożce), zamieszkiwał jaskinie, wytwarzał już wiele narzędzi z kamienia, rogu, kości oraz ozdoby. O systemie wierzeń świadczy sposób chowania zmarłych (posypanych ochrą) w specjalnie wykopanych grobach. Neandertalczyk żył równoległe z człowiekiem współczesnym, *Homo sapiens*, który, jak już wspomniano, pojawił się w Europie ok. 40 tys. lat temu<sup>17</sup>. Takie współwystępowanie neandertalczyków i wczesnych ludzi rozumnych przez kilka tysięcy lat stwarzało wiele możliwości kontaktów. Prawdopodobnie neandertalczycy przegrali walkę o ten teren, bo przedstawiciele *H. sapiens* byli bardziej pomysłowi, lepiej adaptowali się do gwałtownych zmian środowiska, przeważali liczebnie, mieli bardziej rozbudowaną strukturę społeczną i potrafili mówić.

*Człowiek  
rozumny*

Człowiek rozumny, który opanował Europę, pozostawił liczne świadectwa w pełni rozwiniętej, wyjątkowej wrażliwości estetycznej. Ludzie (na przykład kromanińscy) uprawiali sztukę – tworzyli figurki, malowali ścienne<sup>18</sup>. Niektórym zmarłym urządzały uroczyste pogrzeby, a zróżnicowanie pochówków świadczy o rozwarstwieniu społecznym i wierze w życie pozagrobowe. Dysponowali nowymi, „górnopaleolitycznymi” technikami obróbki kamienia, wyrabiali narzędzia z kości i poroży. Ich siedziby zdradzają wyraźną organizację i zawierają świadectwa zaawansowanego myślistwa i rybactwa. Ludzie rozumni górnego paleolitu różnili się zdecydowanie od neandertalczyków. Zdaniem Tattersalla (2000) neandertalczycy długi czas radzili sobie świetnie w trudnych warunkach ostatnich zlodowaceń, ale „zabrakło im tej iskry twórczej, która wyróżnia człowieka rozumnego”. Brak jednoznacznych dowodów ilustrujących charakter stosunków między oboma gatunkami. Brakuje też przekonujących dowodów krzyżowania się przybyszów z tubylcami

<sup>16</sup> Żyjący w Europie podczas ostatnich zlodowaceń neandertalczyki, byli jednymi z pierwszych ludzi, którzy zasiedlili tereny o klimacie arktycznym. Do przetrwania potrzebowali wiele kalorii. Analizy izotopów węgla i azotu w kościach wykazały, że prawie całe przyswajalne białko pochodziło z pokarmów zwierzęcych, na przykład mięsa renów.

<sup>17</sup> Większość badaczy sądzi, że populacje wczesnych *Homo sapiens* z Bliskiego Wschodu wkroczyły do Anatolii i dalej na Balkany, następnie w doliny i na równiny Europy Środkowej, a w końcu dotarły do Europy Północnej i Zachodniej.

<sup>18</sup> W jaskiniach (na wapiennych ścianach) człowieka z Cro-Magnon (Francja) odkryto bardzo dobrze zachowane malowidła.

gdziekolwiek w Europie, mimo że obie populacje przez ponad 10 tys. lat współżyły na tych samych terenach. W różnych stanowiskach archeologicznych powtarza się natomiast zapis gwałtownego zastępowania jednych drugimi. W związku z nagłym zniknięciem neandertalczyków i późniejszą nie zawsze chwalebnią historią ludzi rozumnych, można przypuszczać, że ich kontakty nie były przyjazne. Niektórzy paleoantropology uważają, że ważną rolę odegrało oziębienie, w czasie którego ostatnie zlodowacenie osiągnęło w Europie maksymalny zasięg (35–18 tys. lat temu). W tych ekstremalnych warunkach większy przyrost naturalny utrzymywała populacja człowieka współczesnego niż neandertalczyka.

Najstarszy pewny ślad obecności człowieka w Ameryce (ostrza z krzemienia wykonane przez myśliwych kultury Clovis) polującego na duże zwierzęta trawożerne (mamuty, mastodonty) pochodzi sprzed ok. 12 tys. lat. Przypuszcza się, że ci myśliwi-zbieracze przywędrowali z Azji przez Cieśninę Beringa, która w tym czasie stanowiła jeszcze pomost lądowy między Syberią a Alaską.

### Kulturowa odrębność człowieka

Najważniejszymi czynnikami w ewolucji człowieka były umiejętność posługiwania się narzędziami (praca) i rozwój mowy połączony z życiem społecznym oraz długa opieka nad potomstwem. Kierunek ewolucji prowadzący do zwiększenia inteligencji wpłynął równocześnie na możliwość zmniejszenia siły fizycznej niezbędnej do zdobywania pożywienia i zwalczania wrogów.

Nasza biologiczna przeszłość (ostatnie 5 mln lat) składa się z wielu przypadkowych zdarzeń, prób i eksperymentów ewolucyjnych. Liczne gatunki wymarłych hominidów (niektórzy autorzy wskazują na liczbę ok. 20 gatunków) współwystępowały i konkurowały ze sobą. Kolebką ludzkości, jak wspomniano, był obszar dzisiejszego Parku Narodowego Serengeti i otaczających go masywów wulkanicznych oraz rowów tektonicznych wielkiej strefy ryftowej, przecinającej Afrykę Wschodnią od Morza Czerwonego i Etiopii do jeziora Niasa w południowej części kontynentu: południowa Etiopia, północna Kenia, Olduvai, okolice Jeziora Wiktorii oraz przyrównikowe części Wyżyny Wschodnioafrykańskiej. Przodkowie współczesnych ludzi zajmowali później nowe środowiska, gdzie odnosili częściowe sukcesy lub porażki.

Ian Tattersall – kustosz działu antropologii w nowojorskim American Museum of Natural History, a zarazem autor wielu cenionych podręczników z ewolucji człowieka – uważa, że wyjątkowość człowieka rozum-

### Narzędzia

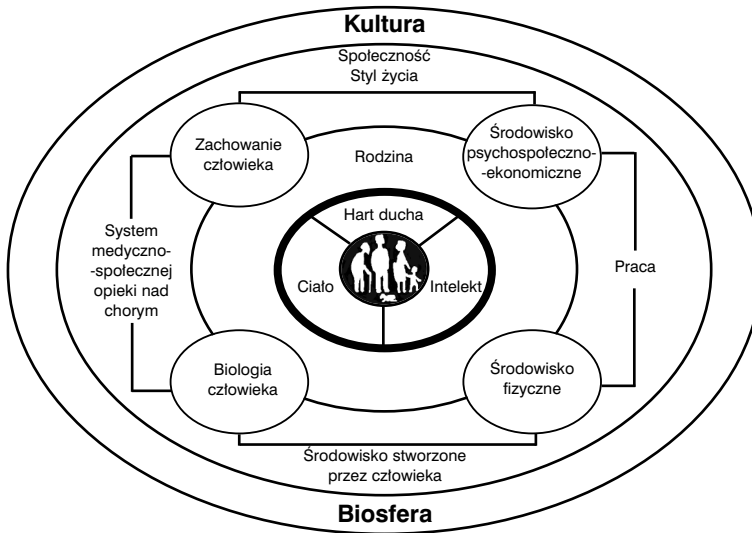
nego *Homo sapiens* ma charakter etologiczny, czyli polega na odmiennych zachowaniach. Pierwszym archeologicznym zapisem (sprzed mniej więcej 2,5 mln lat) są najstarsze rozpoznawalne narzędzia kamienne (proste odłupki odbijane z macierzystych rdzeni), które wynalazł prawdopodobnie australopitek. Był to początek postępu technicznego, którego miłym krokiem były późniejsze (ok. 1,5 mln lat temu) symetryczne narzędzia uzyskiwane z dużych rdzeni kamiennych, tak zwane pięściaki, nimi posługiwał się człowiek wyprostowany, zwany czasem afrykańskim *Homo erectus*. Milion lat później człowiek heidelberski (lub jego krewniak) poddawał wstępnej obróbce kamienny rdzeń, aby jednym uderzeniem otrzymać z niego praktycznie gotowe narzędzie. Technika tą posługiwali się sprawnie neandertalczyki. W kilku jaskiniach portugalskich odkryto bogaty, datowany na 29 tys. lat p.n.e. zestaw narzędzi krzemiennych, reprezentujących, przypisywaną neandertalczykom, kulturę mustierską.

### Mowa

Ludzie rozumni wczesnego górnego paleolitu<sup>19</sup> różnili się zdecydowanie od neandertalczyków – byli bogatsi kulturowo. Postęp techniczny nie polegał jak poprzednio na sporadycznie dokonywanych wynalazkach, lecz na nieustannym doskonaleniu już istniejących zdobyczy (tak jak dzieje się to współcześnie). Nastąpiły wówczas znaczne zmiany w sposobie zdobywania pożywienia i budowy siedlisk ludzkich. Skutecznym – nowoczesnym – aparatem poznawczym okazał się rozwój myślenia. Przypuszcza się, że hominidy wytworzyły nowe zachowanie – myślenie symboliczne – zaczynając od stanu pojmowania niesymbolicznego. Podstawowe znaczenie dla myślenia miała zdolność mowy. Język okazał się skutecznym narzędziem wyrażenia myśli i doświadczeń w kontaktach z innymi osobnikami. Podstawą naszych zdolności twórczych jest właśnie umiejętność kreowania symboli mentalnych, dopiero po ich wytworzeniu możemy je dowolnie przekształcać i zadawać pytania. Zależność ludzi od środowiska przyrodniczego jest więc zjawiskiem biologicznym i społeczno-kulturowym<sup>20</sup>. W miarę rozwoju cywilizacji środowisko kulturowe stawało się ważniejsze i odgradzało ludzi od przyrody. Kultura zachodnia, stanowiąca połączenie wpływów grecko-rzymskiej oraz judeo-chrześcijańskich, ukształtowała w świadomości ludzi stereotyp, że człowiek jest stworzeniem wyjątkowym, ma prawo pełnej dominacji i ingerencji w życie przyrody (ryc. 5.5). Obraz człowieka jako składowego elementu świa-

<sup>19</sup> Termin paleolit odnosi do starszej epoki kamienia, czyli okresu pradziejów od kiedy człowiek zaczął wytwarzać kamienne narzędzia do końca ostatniego zlodowacenia ok. 14 tys. lat temu.

<sup>20</sup> Neurobiolodzy przyjmują, że za ludzkie zachowania w połowie odpowiadają geny, w 20 % życie płodowe i w 30% środowisko. W 2005 roku planuje się ukończenie Projektu Ludzkiego Genomu i tym samym skompletowanie biblioteki ludzkich genów.



Ryc. 5.5. Środowisko człowieka: przyrodnicze i społeczno-kulturowe (wg Kolarzyk 2000).

ta, podporządkowanego jego prawom, zachowały wielkie kultury Wschodu – chińska i indyjska, a w pewnym stopniu także klasyczna kultura Grecji. Kultura europejska natomiast przejęła od starożytnych kultur Bliskiego Wschodu światopogląd dualistyczny i teistyczny. W światopoglądzie tym człowiek złożony z materii i ducha, uformowany celowo przez Stwórcę na swoje podobieństwo, utracił naturalny, genetyczny związek z naturą, stanął poza nią i ponad nią (antropocentryzm). Pomimo wskazywanych przeszkód stan świadomości społecznej w zakresie wiedzy o przyrodzie i potrzebie jej ochrony zdecydowanie się poprawia.

Linia rozwojowa człowiekowatych *Hominidae* sięga swymi korzeniami kilka milionów lat wstecz. Miejscem ewolucji były wschodnie obszary Afryki, bogate w rośliny i zwierzęta. Antropolodzy przyjęli klasyczne następstwo: *Australopithecus afarensis* (żyjący około 3,5 mln lat temu), *Homo habilis* (2 mln lat temu) i *H. erectus* (1,2 mln lat temu). Człowiek współczesny (*Homo sapiens*) rozwinął się z grupy praludzi, którzy żyli ponad 200 tys. lat temu. Od zarania dziejów człowiek świadomy był swojej łączności z całym światem ożywionym, a zarazem odrębności. Poglądy na to zagadnienie kształtowały się odmiennie w różnych epokach i kulturach. Obecnie biolodzy, odkrywając nowe dowody ewolucji człowieka i tworząc nowe systemy filogenetyczne, próbują odpowiedzieć na pytanie kim jest człowiek. Wiele zachowań współczesnych ludzi tłumaczy się ich biologicznym dziedzictwem niezmiennym od paruset tysięcy lat. Niewątpliwie cechami wyróżniającymi człowieka spośród zwierząt jest dwunożność oraz bardzo silnie rozwinięty mózg i skomplikowane relacje społeczne, które umożliwiły powstanie kultury.

### 3. Rola człowieka w biosferze

#### SŁOWA KLUCZOWE:

społeczności prehistoryczne, okres łowiecko-zbieracki, rolniczy, przemysłowy i postindustrialny.

#### Społeczności prehistoryczne

---

Zdolność człowiekowatych (*Hominidae*), najpierw do wykorzystywania zasobów środowiska przyrodniczego, a później do jego modyfikacji, wiązała się ściśle z umiejętnością wytwarzania narzędzi, która została nabyta ok. 2,5 mln lat temu. Dowody wykorzystywania środowiska naturalnego w paleolicie czyli epoce kamienia łupanego, są jednak bardzo skromne. Dodatkowo interpretację znalezisk archeologicznych utrudnia ich nieprecyzyjne datowanie i niedokładna rekonstrukcja warunków paleośrodowiskowych. Do naszych czasów zachowały się głównie kamienne narzędzia wytwarzane przez człowieka i szczątki szkieletów ludzkich lub zwierzęcych, bardziej trwałe od wyrobów drewnianych i szczątków roślinnych.

W paleolicie wytwarzano i ulepszano głównie narzędzia kamienne. Dopiero ok. 9 tys. lat p.n.e. opanowano technologię wytopu metali i wówczas powstały pierwsze narzędzia miedziane. Paleolit nie był jednak okresem stagnacji i monotonnego rozwoju (Mannion 2001). Spędzanie dziko żyjących zwierząt i przetrzymywanie ich wokół ludzkich siedzib w późniejszym paleolicie i mezolicie (środkowa epoka kamienia) zakończyło się ich udomowieniem. Dzięki udomowieniu dostępna stała się siła zwierząt roboczych, którą wykorzystywano w rolnictwie. Nieożywione źródła energii sprowadzały się przez długi czas do wiatru i wody, która nadal spełnia dużą rolę w elektrowniach wodnych. Zapoczątkowana w tym okresie na Bliskim Wschodzie uprawa roślin (tzw. rewolucja neolityczna) doprowadziła do rozwoju wczesnego rolnictwa w neolicie, czyli epoce kamienia gładzonego. Wykorzystywanie (poprzez dobór) określonych roślin do uprawy, a zwierząt do hodowli przyczyniło się do większych nawet zmian w środowisku przyrodniczym niż później wprowadzone technologie wytopu metali. Narzędzia z miedzi, brązu i żelaza były bardziej efektywne i służyły do intensyfikacji procesów rozpoczętych w neolicie.

Dzieje człowieka współczesnego są więc długie, a znana nam współcześnie historia kultur, licząca ok. 10 tys. lat, stanowi tylko mały i póź-



ny ich wycinek<sup>21</sup>. Człowiek, najpierw głównie zbieracz, potem łowca, rozwijał się i powoli zaludniał Ziemię. Do najważniejszych punktów zwrotnych w historii człowieka i jego środowiska należy więc, trwająca do dziś, hodowla roślin i zwierząt oraz zdobycie umiejętności wzniesienia ognia i wynalezienie koła.

### **Okres łowiecko-zbieracki, rolniczy, przemysłowy i postindustrialny**

---

Historię wzajemnego oddziaływania człowieka i środowiska można podzielić na etapy rozwoju kulturowego, w których wiodącą rolę grała dostępność źródeł energii<sup>22</sup>. Pierwszym etapem, jaki można wyróżnić, był okres łowiecko-rybacko-zbieracki. W Europie przypadł na czasy paleolitu i mezolitu<sup>23</sup>. Przy użyciu broni (łuki, proce) ludzie wykorzystywali zasoby swego środowiska do zdobycia pokarmu. Korzystano z wielu źródeł pożywienia (małe ssaki, ptaki, jagody i owoce, przy czym wiele grup ludzkich wolało polować na wielkie ssaki i ryby). Wydaje się, że tego typu skupiska ludzkie nie zmieniały w istotny sposób swego środowiska. Jednakże częściowe opanowanie niektórych źródeł energii, zwłaszcza ognia, wpłynęło bez wątpienia na zmianę warunków ekologicznych na zamieszkiwanych terytoriach.

Pojawienie się człowieka rozumnego (*Homo sapiens*) było procesem ewolucyjnym, a przyswojenie przez niego umiejętności udomowienia zwierząt i uprawy roślin – rewolucją. Zwłaszcza wczesne gospodarstwa neolityczne w Azji Zachodniej i w Europie przynoszą ludziom wyraźną zmianę bazy zasobów. Początkowo czerpano energię jedynie z siły mięśni

<sup>21</sup> Jak już wspomniano w poprzednich rozdziałach, aby ułatwić obrazowe przedstawienie historii Ziemi w skali miliardów lat, zwykle w podręcznikach przyrównuje się wiek Ziemi do jednego roku kalendarzowego. W ten sposób każda sekunda odpowiada 143 latom, a każdy dzień to 12,35 mln lat ziemskiej historii. Koniec ostatniego zlodowacenia to 80 sekund przed północą 31 grudnia, a początek naszej ery (2000 lat) to zaledwie 14 sekund przed północą.

<sup>22</sup> Jak już podkreślano, energia stanowi środek łączności między człowiekiem i jego środowiskiem. Pierwszą najbardziej oczywistą jest siła robocza człowieka, która podlegała przemianom wynikającym z różnej organizacji społeczeństw.

<sup>23</sup> Ludzie uprawiający łowiectwo i zbieractwo na początku XVI wieku zajmowali już tylko 15% powierzchni Ziemi. Do dzisiaj przetrwało jedynie niewiele grup łowców i zbieraczy, a kultura ich uległa znacznym zmianom z powodu kontaktu z cywilizacją Zachodu. Niektóre grupy Indian i Eskimosów w Ameryce Północnej żyją głównie z tego, co upolują, mimo kontaktów z białymi. Jeszcze mniejszym wpływom podlegają prawdopodobnie tak odizolowane ludy jak Buszmeni (kilka tysięcy w Południowej i Południowo-Zachodniej Afryce), plemiona Pigmejów (Afryka Środkowa) oraz Aborygeni (Australia) i pewne grupy Indian (Brazylia i Wenezuela). Łącznie stanowią prawdopodobnie ok. 0,001% obecnej populacji świata (Simmons 1979)

ludzkich, używając motyki, jednakże wynalezienie lekkich pługów umożliwiło wykorzystanie zwierząt pociągowych. Ponieważ weszły w użycie metale (miedź, brąz, żelazo), pojawili się specjaliści od ich wydobywania, wytwarzania i dystrybucji. Docenianym zasobem stała się ziemia, a także lasy, stepy i sawanny, które umożliwiły rozwój wczesnego rolnictwa o typie gospodarki żarowo-odłogowej.

*Kultura  
rolna* Sukcesy rolnictwa wraz z rosnącymi umiejętnościami przechowywania nadwyżek żywności łatwo mogły prowadzić do poniechania ograniczenia wielkości rodzin w grupie (tak jak to stało się w społecznościach łowieckich). Wynikiem tego był znaczny przyrost populacji wszędzie tam, gdzie zaistniała lub rozwijała się kultura rolna. W okresie rewolucji neolitycznej (ok. 8 tys. lat p.n.e.), gdy zaczęto uprawiać ziemię i hodować zwierzęta, liczba ludzi prawdopodobnie nie przekraczała kilku milionów. Dalszy postęp kultury rolnej (typowej dla starożytnej Mezopotamii, a potem średniowiecznej Europy) przyczynił się do stałego zwiększania zasobów pożywienia. Użytkowanie energii poprawiło się znacznie dzięki wynalezieniu koła. W systemie lennym Europy średniowiecznej przedmiotem grupowego decydowania i zarządzania były zasoby glebowe. Pokonanie niedoborów wody dzięki wprowadzeniu nawadniania jest przejawem zarządzania środowiskiem i jego kształtowania. Sukcesy w nawadnianiu w starożytności (w Egipcie i na Bliskim Wschodzie), doprowadziły do akumulacji stałych nadwyżek żywności, co z kolei wpłynęło na rozwój miast<sup>24</sup>. W wyniku procesu urbanizacji duża liczba ludzi straciła kontakt ze swoim naturalnym środowiskiem. Równocześnie ludzie ci stali się władcami społeczności cechujących się centralizacją władzy. Zasadnicze znaczenie dla scentralizowania władzy miał rozwój pisma. Dzięki temu obwieszczenia, w tym także dotyczące środowiska i jego wykorzystania, mogły być oficjalnie publikowane. Dowody archeologiczne dotyczące pozycji religii w Egipcie wskazują na wysoki stopień podporządkowania rolnictwa hydrologii i ekologii Nilu.

Kultura rolna Europy była w swych układach środowiskowych dość stabilna. Społeczeństwa rolnicze zaczęły więc szybciej wzrastać. Liczba ludności podwajała się, na przykład w średniowieczu czas jej podwajania się wynosił 500 lat, a w XX wieku już tylko ok. 40 lat<sup>25</sup>. Okres użytko-

<sup>24</sup> Przypuszcza się, że zasolenie nawadnianych pól oraz zapchanie kanałów irygacyjnych mułem z nadmiernie wypasanych działów wodnych mogło stać się przyczyną upadku wielkich miast, na przykład w Mezopotamii.

<sup>25</sup> W 1850 roku ludność świata wynosiła 1 mld. Rozwój przemysłu, udoskonalenie uprawy roli, postępy medycyny spowodowały znaczne przyspieszenie tempa przyrostu naturalnego. W 1930 roku żyło nas już ok. 2 mld, a obecnie ponad 6 mld.

wania paliw kopalnych, który na większą skalę rozpoczął się w XVIII i XIX wieku zmienił w sposób istotny relacje, wnosząc wielkie zmiany zarówno jakościowe, jak i ilościowe do układu środowisko-człowiek. Dostęp do energii zmagazynowanej w węglu i ropie naftowej, wraz z późniejszym wykorzystaniem energii hydroelektrycznej, umożliwił wykorzystywanie zasobów przyrodniczych na niewyobrażalną dotychczas skalę. Stałe doskonalenie technologii oznacza bowiem korzystanie z coraz to uboższych surowców energetycznych. Wykorzystanie źródeł energetycznych, minerałów i innych materiałów ze skorupy ziemskiej wywiera silny wpływ na środowisko. Obszar przemysłowy znakowany jest milionami dziur i hałd.

*Rewolucja  
przemysłowa*

Skutki, jakie na środowisko wywarła rewolucja przemysłowa, są ogromne i dosyć dobrze znane. Industrializacja i urbanizacja (i związany z nimi transport) przysparzają źródeł intensywnego zanieczyszczenia powietrza, co, łącznie ze ściekami przemysłowymi i komunalnymi, wpływa na środowisko (oraz na ludzi) nawet na terenach znacznie odległych od miejsca ich powstawania. Wiąże się z tym wiele innych skutków. Do najważniejszych należy pustoszenie lasów w celu dostarczania budulca i miazgi celulozowej na papier. Skuteczne metody polowania sprawiły, że wiele gatunków zwierząt jest zagrożonych wyginięciem (na przykład walenie). Uprzemysłowiona kultura rolna oznacza zmechanizowanie siania, sadzenia i obróbki roślin. Nawozy przemysłowe zastąpiły zamknięty cykl zbiorów i nawożenia. Ich pozostałości wraz z ogromną ilością chemicznych środków ochrony roślin stanowią kolejne źródło zanieczyszczenia gleby i wody.

Rok 1945 stał się początkiem ery atomowej i broni jądrowej. Energia rozszczepienia jądra atomowego (o straszliwej sile niszczenia) używana jest też w celach pokojowych do wytwarzania siły, na przykład do napędu statków (głównie podwodnych) oraz produkcji energii elektrycznej. Potencjalne skutki środowiskowe zastosowania energii jądrowej są olbrzymie. W razie nieograniczonej wojny atomowej ogromna część życia na powierzchni Ziemi zostałaby zniszczona. Awaria elektrowni atomowej w Czarnobylu (w 1986 roku) jest sygnałem potencjalnych zniszczeń środowiskowych zarówno w sensie fizycznym (pył radioaktywny) jak i genetycznym (mutacje)<sup>26</sup>.

*Era  
atomowa*

Wynalazczość oraz wszechstronność zastosowań techniki w XIX i XX wieku zakładała także, że zasoby światowe były nieskończone. W trakcie

<sup>26</sup> W wyniku awarii elektrowni 26 kwietnia 1986 roku promieniotwórczy obłok przesunął się nad Białorusią, Szwecją, Polską i Austrią. W trakcie próby opanowania wycieku i wkrótce potem zginęło kilkudziesięciu pracowników, kilka tysięcy ludzi uległo napromieniowaniu, a 100 tys. ewakuowano. Katastrofa pogłębiła lęk przez energetyką atomową.

*Zrównoważony  
rozwój*

ostatnich kilkudziesięciu lat środowisko bytowania człowieka zmieniło się bardziej niż w wiekach poprzednich. Człowiek uważał, że zdolny jest przekształcić świat stosownie do swoich planów. Postawa w stosunku do przyrody polegała na maksymalizacji zysku ekonomicznego w najszybszym tempie. Paradygmaty takiego rozwoju społecznego i cywilizacji zostały zakwestionowane przez opinię publiczną społeczeństw zachodnich już na początku lat 60. ubiegłego wieku. Wyrazem tych postaw są liczne dokumenty dotyczące potrzeby ochrony środowiska człowieka (patrz rozdział I) i wypracowanie modelu społeczno-ekonomiczno-ekologicznego, czyli tzw. zrównoważonego rozwoju. W opinii ekspertów ochrony środowiska w okresie postindustrialnym świadoma, racjonalna polityka demograficzna, w skali całego globu, skojarzona z racjonalną polityką społeczną i gospodarczą, ze sprawiedliwym rozdziałem dóbr i możliwości jest dla ludzkości koniecznością biologiczną.

Jak widać stosunek człowieka do otaczającego środowiska ulegał istotnym zmianom w dziejach ludzkości. W stadium łowiecko-zbierackim (stanowiącym 99% historii człowieka) gatunek ludzi rozumnych (*Homo sapiens*) był ściśle związany z przyrodą. Wprawdzie człowiek korzystał z przyrody bez ograniczeń, ale z powodu niewielkiej liczebności populacji i niedoskonałych narzędzi nie naruszał w sposób zasadniczy równowagi ekologicznej ekosystemów. Narodziny wszelkiej cywilizacji i wyższej kultury związane były z uprawą roli i rozwojem hodowli w okresie rewolucji neolitycznej (ok. 10 tys. lat temu). Z uwagi na ograniczoną ilość dóbr i eksploatowanych zasobów szerokie rzesze ludności żyły na pograniczu warunków biologicznej egzystencji. Począwszy od XVIII wieku – wraz z rozwojem działalności przemysłowej opartej na nieograniczonej eksploatacji paliw kopalnych i surowców mineralnych – rozpoczyna się gwałtowny rozwój nowych stosunków społecznych (kapitalizm), przyrost ludności i poprawa sytuacji społeczno-ekonomicznej. Postęp, charakterystyczny dla cywilizacji przemysłowej, stał się kluczowym pojęciem w teoriach socjologicznych i ekonomicznych. W czasach współczesnych wzrasta znaczenie dyskusji na temat zrównoważonego rozwoju i konieczności ochrony środowiska życia człowieka.

Człowiek jako element biosfery, od początku swojej historii podlegał jej wpływom i sam na nią oddziaływał. Modyfikujący efekt ludzkiej działalności w czasach prehistorycznych (przed rewolucją neolityczną) ograniczał się głównie do wypalania stepu. Zmiany w środowisku stały się większe, gdy człowiek zaczął uprawiać rolę i wypalać lasy. Pierwotna gospodarka rolnicza opierała się bowiem na karcz-

waniu, a następnie wypalaniu partii lasu i uprawianiu tak uzyskanej ziemi aż do czasu jej wyjałowienia, potem przenoszono się w inne miejsca. Te powolne i niewielkie zmiany środowiska przyspieszyły się gwałtownie po rewolucji naukowo-technicznej w XIX wieku oraz po powstaniu bardziej demokratycznych społeczeństw, w których dostępność do dóbr materialnych i kulturalnych stała się powszechna.

## 4. Przyroda i zasoby

### SŁOWA KLUCZOWE:

zasoby naturalne, żywe zasoby przyrody, zagrożenia bioróżnorodności.

### Zasoby naturalne

Przyroda zaspokaja wszystkie potrzeby życiowe człowieka. Wszystko, co zużywamy, począwszy od pożywienia niezbędnego do utrzymania się przy życiu po produkty, które wytwarzamy (także w celach duchowych i rozrywkowych), jest zbudowane z materiałów znajdujących się na naszej planecie. Odpadki wracają do układów biologicznych i nieożywionej części przyrody. Sposób zużywania substancji w organizmach jest określony genetycznie i biologicznie, a pozbywanie się osobników martwych i odpadów odbywa się w różny sposób, zależnie od obyczajów kulturowych. Życie i jakość życia człowieka zależy od zasobów przyrody.

Zasoby przyrody, czyli zasoby naturalne, to według klasycznej definicji Zimmermana (1933) środowisko przyrodnicze:

*Zasoby  
przyrody*

- rozpatrywane z punktu widzenia użyteczności dla człowieka,
- widziane w relacji do potrzeb i umiejętności człowieka,
- funkcjonujące w celu zaspokojenia jego potrzeb.

Zauważmy, że jest to kolejne ujęcie definicji środowiska przyrodniczego (patrz rozdz. I), które dowodzi, że interpretacja zakresu pojęcia zasobów jest zmienna w czasie i zależy od poziomu rozwoju społeczeństw.

We współczesnym świecie zasoby tworzą następujące składniki przyrody: grunty, gleby, surowce mineralne, wody, lasy, pastwiska, zwierzęta i rośliny, ekosystemy. Są one przedmiotem gospodarczego użytkowania bezpośrednio lub w sposób pośredni. Wiele z tych materiałów to zasoby niemożliwe do ponownego odzyskania. Zasoby nieodnawialne powstały bowiem w długotrwałym procesie ewolucyjnego formowania się Ziemi i biosfery. Są to przede wszystkim surowce mineralne. Niektóre z nich

(węgiel, ropa naftowa, gaz ziemny, czyli surowce energetyczne) mogą być użyte tylko raz, inne (na przykład rudy metali) można użyć ponownie po przetworzeniu.

Niektóre z materiałów użytkowanych przez człowieka, na przykład drewno i produkty z drewna (papier) pochodzą z zasobów możliwych do odnowy. Zasoby odnawialne, w skład których wchodzi zasoby biotyczne (czyli flora i fauna) i woda, także mogą się wyczerpać, ulec zmniejszeniu lub zwiększeniu, zależnie od tego jak człowiek je użytkuje. Wśród żywych, odnawialnych zasobów przyrody szczególne znaczenie mają pulle genowe (rośliny, zwierzęta, drobnoustroje) zawarte w biologicznej różnorodności.

Do trzeciej grupy zasobów niewyczerpywalnych lub ciągłych (ang. *continuous*) należą te, których człowiek nie zmniejsza pod względem ilości w trakcie ich użytkowania. Należy tu przede wszystkim energia słoneczna, powietrze i przestrzeń. Niektóre z nich (np. energia słoneczna) są z natury niewyczerpywalne i nie podlegają wpływowi działalności człowieka. Inne zmieniają swoją jakość pod wpływem użytkowania. Są to:

- gleba, a zwłaszcza jej warstwa próchniczna, łatwo ulegająca erozji chemicznej i fizycznej degradacji,
- przestrzeń, zwłaszcza nadająca się do zamieszkania i zagospodarowania. O przestrzeń konkurują budownictwo, rolnictwo i przemysł, a w ostatnim stuleciu także w coraz większym stopniu turystyka. Pogodzenie sprzecznych zwykle interesów jest trudne, a narzędziem wykorzystywanym w tym celu jest planowanie przestrzenne (O'Riordan 1971).

### Żywe zasoby przyrody

*Żywe zasoby przyrody* Ożywiona, biotyczna część przyrody jest nośnikiem informacji genetycznej (genów) zakodowanej w komórkach żywych organizmów: drobnoustrojów, roślin, zwierząt i człowieka. Zasoby genowe są podstawą różnorodności biologicznej<sup>27</sup> i warunkiem ciągłości życia na Ziemi, a jej ochrona jest najpilniejszym zadaniem w XXI wieku (Tomiałojć 2000). W toku ewolucji zasoby genowe ulegały zmianom, ale ich ogólny wymiar wzrastał wraz ze zwiększaniem się liczby gatunków oraz liczby osobników i stopnia złożoności organizmów. Człowiek wykorzystywał je przede wszystkim do produkcji żywności i produkcji surowców. Droge

<sup>27</sup> W opracowaniu B. Andrzejewskiego i A. Weigle'a (2003) przyjęto, że „różnorodność biologiczna oznacza zmienność wewnątrzgatunkową (bogactwo puli genowej) wszystkich żyjących populacji, międzygatunkową (skład gatunków) oraz ponadgatunkową (różnorodność ekosystemów i krajobrazów)”.

zasobów od stanu naturalnego poprzez okres styczości z człowiekiem aż po ich usunięcie (niszczenie lub pozostawianie w postaci nadającej się do ponownego użycia) określa się mianem przetwarzania zasobów.

Zasoby biotyczne szacowane są obecnie na kilka milionów gatunków (por. tab. 6.6 w rozdz. VI, z których dotychczas poznano i opisano zaledwie ok. 1,75 mln, czyli nieco więcej niż 10%<sup>28</sup>. Niedokładność danych uwarunkowana jest taksonomicznie nierozpoznaną do końca grupą bezkręgowców (głównie nicieni i owadów) oraz bakterii i grzybów.

Siedliska tropikalne, mimo że stanowią mniej niż 10% powierzchni Ziemi, są zamieszkiwane przez największą liczbę gatunków roślin, zwierząt i drobnoustrojów (ponad 90% wszystkich opisanych gatunków). Obok tropików do najbogatszych formacji świata żywego należą rafy koralowe, na przykład z Morza Czerwonego.

Różnorodność biologiczna Polski – rozumiana jako całe bogactwo przyrodnicze – należy wciąż do największych w Europie. Decydują o tym zarówno dogodne warunki naturalne, jak i charakter oddziaływań antropogenicznych: nierównomierne uprzemysłowienie i urbanizacja kraju, tradycyjne rolnictwo zachowane na znacznych obszarach oraz rozległe historyczne lasy, puszcze. Łączna liczba zarejestrowanych krajowych gatunków wynosi ok. 72–75 tys.<sup>29</sup>. Według Polskiego Studium Różnorodności Biologicznej w kraju występuje ok. 2750 gatunków i podgatunków roślin naczyniowych, sklasyfikowanych wg zasad geobotanicznych, w 365 zespołach roślinnych. W skład fauny wchodzi od 33 tys. do 45 tys. gatunków zwierząt, w tym tylko 620 gatunków kręgowców. Około 30% fauny ssaków, 16% ptaków i od 7 do 50% bezkręgowców na terenie Polski ma swoje granice zasięgów. Głównie w górach (por. rozdz. VI) występują endemity, czyli gatunki o bardzo ograniczonym, zwykle do niewielkich obszarów, zasięgu występowania, na przykład ostróżka tatrzańska, tojad (występujące tylko w Tatrach), pszonak pieniński w Pieninach.

Tradycyjne, niekiedy wręcz zacofane, formy gospodarki rolnej umożliwiły zachowanie do naszych czasów miejscowych odmian roślin uprawnych, głównie w obszarze górskim oraz we wschodniej i południowo-wschodniej części Polski, na Polesiu i w Kotlinie Sandomierskiej. Zasobami genetycznymi zwierząt gospodarskich są gatunki reprezento-

*Zasoby  
światowe*

*Krajowe  
gatunki*

<sup>28</sup> Za: *State of the Environment and Policy Retrospective: 1972–2002*.

<sup>29</sup> Przytoczone dane z Raportu Agenda 21 w Polsce (*10 lat po Rio 1992–2002*, Warszawa 2002) opracowanego w Narodowej Fundacji Ochrony Środowiska (pod kierownictwem Tomasza Podgajnika oraz przy współpracy Krzysztofa Napiórkowskiego i Anny Palusińskiej) na zlecenie Ministerstwa Środowiska – nieco różnią się one od danych podawanych przez B. Andrzejewskiego i A. Weigle'a (2003).

*Zwierzęta udomowione* wane przez kilkanaście ras. Krowy polskie czerwone to jedna z najstarszych ras bydła wśród europejskich ras czerwonych mlecznych. Cechuje je doskonale przystosowanie do trudnych warunków środowiskowych i małe wymagania paszowe. Równie cenne są rodzime rasy owiec, hodowla polskiej owcy górskiej z grupy ras cakiel zasiedlających Karpaty sięga XV wieku. Ważna jest też nizinna owca wrzosówka, charakteryzująca się tym, że przeważnie rodzi bliźnięta. Świnie złotnickie (złotnicka pstra i złotnicka biała) to banki genów, które przywiezione z Wileńszczyzny i Nowogrodzyczyny, przetrwały na ziemiach zachodnich. Zachowały się w Polsce też liczne rodzime rasy gęsi: suwalska, kartuska i rypińska na północy kraju oraz biłgorajska, zatorska na południu. Najbardziej w świecie znany jest jednak konik polski. Jest to rasa wywodząca się wprost od tarpanów. Obecnie konie te żyją w stadkach w kilku rezerwach w Popielnie, Puszczy Białowieskiej i Zwierzyńcu. Hodowane są też w stadnieniach koni i coraz więcej z nich wraca do dawnej roli wytrzymałych, mało wymagających koników pracujących w drobnych gospodarstwach, są także wykorzystywane jako wierzchowce do uprawiania turystyki w leśnych ostępach. Stado koników chroni przed zarastaniem łąki, na których legną się dziesiątki gatunków ptaków w rezerwacie Siedmiu Wysp nad jeziorem Oświn, a także niektóre fragmenty Bagien Biebrzańskich.

*Gatunki dziko żyjące* Szczególne znaczenie mają gatunki dziko żyjące spokrewnione z obecnie uprawianymi roślinami (lub hodowanymi zwierzętami). Na przykład w latach 60. XX wieku w Stanach Zjednoczonych, w stanie Montana, choroba pszenicy spowodowała nagły spadek plonów o jedną trzecią. Wykorzystano wówczas zasoby banku genetycznego i krzyżówka z dziką odmianą pszenicy pochodzącej z Turcji dostarczyła genów wzmacniających odporność roślin na choroby, co przyniosło zyski rzędu 50 mln dolarów rocznie (UNEP 1995). Krzyżówka z etiopskimi odmianami zboża pozwoliła na ochronę jęczmienia przed wirusami w Kalifornii o rocznej wartości 160 mln dolarów. Za odkrycie stulecia uważa się odnalezienie w latach 70. XX wieku w Meksyku niewielkiego stanowiska dzikiego gatunku praprzodka kukurydzy. Odświeżenie genetyczne hodowanych obecnie odmian kukurydzy dało nadzieję na wzmożenie ich odporności i uprawy w trudnych warunkach środowiskowych.

Gatunki roślin, grzybów i zwierząt stanowią cenne dla zdrowia człowieka zasoby. Mają ogromne zastosowanie w medycynie, dostarczając składników wielu leków (na przykład morfiny, atropiny, digitoksyny) i materiałów wyjściowych do ich syntezy (na przykład hormonów steroidowych) lub wzorców do produkcji syntetycznych antybiotyków, kokainy itp. Wśród 25 najpopularniejszych w 1997 roku leków aż 10 pocho-



dziło z zasobów naturalnych. Oparty na tym globalny rynek farmaceutyczny szacuje się na 75–150 mln dolarów rocznie. Szczególnie ważne są rodzime zasoby roślin leczniczych (Aniol-Kwiatkowska i in. 1993), z których medycyna ludowa korzystała od dawna. Tę formę leczenia, którą w skali światowej akceptuje ok. 75% populacji ludzkich, Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) zaleca się zwłaszcza w krajach biednych. Wiele roślin leczniczych ginie z powodu wycinania lasów tropikalnych. Około 2500 gatunków leczniczych – wytypowanych przez WHO i Światową Unię Ochrony Przyrody z obszarów Południowej Azji, Afryki i Ameryki Południowej – zaleca się do użytkowania i chronienia. Ma to na celu zarówno ochronę gatunkową roślin, jak i popularyzację ludowej, plemienną wiedzę medycznej.

### Zagrożenia bioróżnorodności

Zastępowanie jednych form życia innymi – wymieranie gatunków – jest naturalnym procesem. W toku ewolucji wymierały gatunki i całe grupy systematyczne, na przykład dinozaury w okresie kredowym<sup>30</sup>. Tym długotrwałym procesom towarzyszyło jednak ciągle, okresowo nawet bardzo przyspieszone, powstawanie nowych form życia. Zniknięcie każdego gatunku uwalnia bowiem przestrzeń ekologiczną i stwarza warunki do reorganizacji ekosystemów, ale proces ten wymaga długiego czasu. Czas, w którym gatunki znikają z powierzchni Ziemi i obecne tempo ich ubywania są zupełnie różne.

Nie wiemy nawet, ile gatunków dużych ssaków i ptaków wyginęło w ciągu ostatnich 10 tys. lat. Samo pojawienie się Polinezyjczyków na Hawajach (1500 lat temu) stało się przyczyną zguby co najmniej 40 gatunków ptaków, to niemal trzy razy więcej niż wyniszczono w Europie przez ostatnie cztery stulecia. W bliższych nam czasach tur w Europie lub gołąb wędrowny w Ameryce zostały wytrzebione również z powodu polowań. W jednym z pradawnych osiedli *Homo sapiens* (w okolicy miasta Predesti w Czechach) pogrzebano szczątki co najmniej 100 upolowanych mamutów. Kulminacja procesów zagłady nastąpiła jednak, gdy różnicowane ludzkie kultury zaczęły pełnić dominującą rolę nad ekologicznymi układami, tracąc świadomość, zrozumienie i poszanowanie dla ekologicznych zależności i różnorodnych powiązań człowieka jako części biosfery.

*Wymieranie  
gatunków*

<sup>30</sup> Dawne katastrofy masowej zagłady gatunków trwały tysiące, a nawet miliony lat. Wykryta na przykład gwałtowna zagłada wielkich ssaków w Ameryce po przyjsciu z Azji pierwszych ludzi w rzeczywistości trwała na przykład 1000 lat, ale całkowita i naturalna zagłada (koniec mezozoiku) 80% ówczesnej różnorodności gatunkowej, w tym dinozaurów, trwała ok. 50 mln lat

Obecne przyczyny zmniejszania się bioróżnorodności są inne. Światowa Unia Ochrony Przyrody<sup>31</sup> największe niebezpieczeństwo, jakie grozi gatunkom, upatruje w zmianach środowiska (niszczenie właściwych środowisk, kurczenie się arealów i fragmentacja). Drugą co do znaczenia przyczyną jest wprowadzanie do środowiska gatunków obcych, a dalej zatrucie środowiska.

*Przyczyny  
zagrożeń*

Przy ocenie zagrożeń bioróżnorodności (por. rozdz. VI) największą uwagę koncentruje się na łąkach i lasach tropikalnych. Tymczasem najliczniejsze wypadki wyginięcia gatunków notuje się na wyspach. Są to zwykle gatunki bardzo izolowane i dostosowane do specyficznych warunków środowiskowych. Pozbawione naturalnych wrogów mogą stać się łatwym łupem wprowadzanych przez człowieka drapieżników (koty, psy, szczury). Zagrożenia różnorodności biologicznej mórz i oceanów wynikają głównie z zanieczyszczeń ropopochodnych (katastrofy tankowców), nadmiernych połowów, rozprzestrzeniania się gatunków inwazyjnych. Ogólnie przyjmuje się, że pewne właściwości biologiczne niejako predysponują gatunki do zguby. Są to:

- wartości użytkowe (na przykład źródło mięsa, cennych skór, afrodyzjaków, poszukiwanego drewna), atrakcyjność dla kolekcjonerów (na przykład egzotycznych ptaków i motyli),
- stosunkowo wąski zakres tolerancji na zmiany warunków środowiskowych,
- występowanie w izolowanych siedliskach, dotyczy to głównie gatunków endemicznych,
- brak możliwości migracji z miejsc zagrożonych,
- słaba adaptacja i słabe mechanizmy obronne wobec nowo wprowadzanych przez człowieka gatunków obcych, nakładanie się niszy ekologicznej,
- brak elastyczności w przestawianiu się na inne źródła pokarmu.

W Polsce około 30% gatunków ptaków gniazdujących (m.in. sokół wędrowny, orzeł przedni, orzełek włochaty, orlik grubodzioby, kulon, rybołów) znajduje się w stanie zagrożenia (Tomiałojć 2002). W szczątkowych populacjach o małym zróżnicowaniu genetycznym jest także kilka gatunków ssaków (susły, świstak, niedźwiedź brunatny i żbik). Prawdo-

<sup>31</sup> Światowa Unia Ochrony Przyrody (ang. *World Conservation Union*), powstała w 1948 roku (pod nazwą: Międzynarodowa Unia Ochrony Przyrody i Zasobów Naturalnych) i jest obecnie najważniejszą organizacją zajmującą się ochroną zasobów naturalnych, gatunków, ekosystemów i obszarów o cennej przyrodzie. Liczy ok. 700 członków z ponad 100 krajów. Prowadzi Światowe Centrum Monitoringu Przyrody w Cambridge (WB), ustala kategorie zagrożenia gatunków, publikuje czerwone księgi, opracowuje strategię ochrony przyrody, popiera i wspiera działania rządów i organizacji międzynarodowych w zakresie ochrony środowiska (UNESCO, FAO, WHO, UNEP).

podobnie została już wyćpiona norka europejska (*Mustella lutreola*), w czasach historycznych wymarły co najmniej dwa gatunki: tarpan (*Equus caballus*) i tur (*Bos primigenius*). W ciągu ostatnich 100–150 lat na ziemiach polskich wyginęło około 40 gatunków roślin naczyniowych. Obecnie wyginieciem zagrożonych jest 20% taksonów roślin kwiatowych (Andrzejewski i Weigle 2003). W kategorii gatunków ginących dla Polski znalazło się 36 taksonów.

Status gatunków w systemie oceny zaproponowanym przez Światową Unię Ochrony Przyrody określa się następującymi kategoriami: Ex (*Extinct*) – gatunek wymarły, E (*Endangered*) – gatunek wymierający, V (*Vulnerable*) – gatunek narażony na wyginiecie, R (*Rare*) – gatunek rzadki, I (*Indeterminate*) – gatunek o zagrożeniu nieokreślonym, O (*Out of danger*) – gatunek uratowany, już nie zagrożony, EW (*Extinct in the Wild*) – gatunek wymarły w wolnej przyrodzie, CE (*Critically Endangered*) – gatunek krytycznie zagrożony. Ten system kategoryzacji umożliwia porównywanie stanu bezpieczeństwa gatunków w różnych krajach i jest stosowany przy redagowaniu czerwonej księgi i czerwonej listy<sup>32</sup>.

*Kategorie zagrożenia gatunków*

Należy mieć na uwadze fakt, że wyrażenie zasoby przyrody jest wieloznaczne. Na ogół przyjmuje się, że są to składniki, czyli przedmioty i zjawiska przyrodnicze, które ludzie zużywają w celu zaspokojenia swoich potrzeb materialnych oraz niematerialnych, na przykład dla celów rekreacyjnych, poznawczych, kulturowych lub estetycznych. Żywe zasoby są najważniejszymi dla ludzi elementami przyrody, dostarczają przede wszystkim żywności, leków, drewna, włókien i innych surowców. Mają zdolność reprodukcji i odtwarzania pod warunkiem przestrzegania określonych zasad postępowania oraz stanu środowiska. Zasady ochrony, pomnażania oraz korzystania z zasobów bioróżnorodności Ziemi określa Konwencja o różnorodności biologicznej z 1992 roku. Różnorodność biologiczna wg Konwencji powinna być zachowana przez ochronę *in situ* (ochrona ekosystemów i naturalnych siedlisk gatunków), ochronę *ex situ* (poza naturalnym środowiskiem w ogrodach botanicznych, arboretach i parkach dendrologicznych) i monitoring żywej przyrody, przez umiarkowane użytkowanie jej składników, publikowanie list i czerwonych ksiąg z zagrożonymi wyginieciem gatunkami roślin, grzybów i zwierząt.

<sup>32</sup> Krajowe publikacje na temat zagrożonych gatunków roślin (i zwierząt) to: *Czerwona lista roślin zagrożonych w Polsce*, red. K. Zarzycki, Z. Szelaąg, Kraków 1992 oraz *Czerwona lista zwierząt ginących i zagrożonych w Polsce*, red. Z. Głowaciński, Kraków 1992.

## 5. Ochrona przyrody

### SŁOWA KLUCZOWE:

cele ochrony przyrody, prawne i instytucjonalne uwarunkowania ochrony przyrody, formy ochrony przyrody, strategie i programy.

### Cele ochrony przyrody

---

#### Ochrona przyrody

Ochrona przyrody jest integralną częścią ochrony środowiska. Jej głównym zadaniem jest zachowanie naturalnego przebiegu procesów ekologicznych oraz utrzymanie jak największej różnorodności biologicznej (Olaczek i in. 1998). W ramach ochrony przyrody, Tomiałojć (2002) wyróżnia kilka kierunków działania. Pierwszym jest zachowanie reprezentacji możliwie wszystkich typów pierwotnych i naturalnych (a nawet niektórych kulturowych form użytkowania, na przykład wypasu owiec w górach) zespołów roślinnych z ich fauną i mikroflorą w określonych uwarunkowaniach wodno-glebowych. W Polsce chodzi m.in. o ochronę zagrożonych (wskutek obniżenia poziomu wód gruntowych) lasów łągowych, olsów, borów świerkowych i jodłowych. W kręgu zainteresowań ochrony przyrody znajduje się też, omawiana tu wielokrotnie, różnorodność biologiczna na wszystkich jej poziomach: genetycznym, gatunkowym, zespołów i biocenoz, a także ekosystemy i krajobrazy. Na obecnym etapie degradacji wielu ekosystemów ważne jest odtwarzanie dawnego zróżnicowania lokalnych żywych zasobów przyrody, na przykład znikających zespołów lasów nadrzecznych, nawadnianie osuszonych torfowisk i lasów zalewowych, przywracanie lasom wielopiętrowej i różnogatunkowej struktury. Niedocenianym zadaniem jest przeciwdziałanie introdukcjom obcych gatunków, na przykład ptaków łownych<sup>33</sup>. W Polsce regularne wsiedlanie bażanta łownego (*Phasianus colchicus*) przyczyniło się prawdopodobnie do wyniszczenia fauny motyli. W ostatnich latach obce gatunki (i międzygatunkowe mieszańce) topoli *Populus* spp. wyparły o wiele piękniejsze i cenniejsze przyrodniczo rodzime drzewa. Tereny ruderalne i pobocza szlaków komunikacyjnych porasta zawleczona do nas robinia (*Robinia pseudacacia*), amerykański klon jesionolistny (*Acer negundo*), azjatyckie półkrzewiaste rdesty (*Polygonum sachalinense* i *P. cuspidatum*). Ważne jest również przeciwdziałanie fragmentacji ekosystemów na przykład poprzez tworzenie korytarzy umoż-

---

<sup>33</sup> Na obszarze Stanów Zjednoczonych w ciągu tylko jednego dziesięciolecia organizacje łowicze podjęły około 500 prób wsiedlenia, czyli introdukcji różnych kuraków (Tomiałojć 1995).

liwiających wymianę flory i fauny. Opracowanie metod trwałego, czyli samoograniczającego się eksploataowania gatunków i biocenoz jest szansą na zachowanie stosunkowo bogatych odnawialnych krajowych zasobów przyrody.

Użytkowanie przyrody, czyli korzystanie z zasobów przyrody żywej i nieożywionej, w tym przestrzeni życiowej niezbędnej do zaspokojenia ludzkich potrzeb materialnych i duchowych, jest regulowane kulturą i prawem.

### Prawne i instytucjonalne uwarunkowania ochrony przyrody

Prawa regulujące użytkowanie lasów, gruntów, zwierząt łownych należą do najstarszych dokumentów prawodawstwa (Boć i in. 2002). Przykładem praktycznych działań na rzecz ochrony gatunków i ich siedlisk było zakładanie parków narodowych, restytucja żubra w Europie czy bizona w Ameryce. W okresie międzywojennym stwierdzono, że ochrona przyrody powinna być jednak bardziej wyeksponowana i bardziej doceniana przez polityków i innych użytkowników, na przykład przedsiębiorców (Olaczek 1999). Dowodem takiego stanowiska było utworzenie w 1948 roku Międzynarodowej Unii Ochrony Przyrody i Zasobów Naturalnych (ang. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources – IUCN)<sup>34</sup>.

Idee ochrony przyrody znajdują odzwierciedlenie w krajowym ustawodawstwie. W polskiej Ustawie z dnia 7 kwietnia 1949 roku ochronę przyrody zdefiniowano jako zachowanie, restytuowanie i właściwe użytkowanie zasobów przyrody i tworów przyrody. W Ustawie o ochronie przyrody z dnia 16 października 1991 roku (Dz.U. 2001, nr 99, poz. 1079) określono jej cel – przywracanie do właściwego stanu zasobów i składników przyrody. Ustawa ta regulowała obowiązki obywateli w odniesieniu do przyrody żywej i wprowadziła instytucje dla czynnej ochrony przyrody. Obecne zasady gospodarowania i ochrania środowiska przyrodniczego zawarte są także w Ustawie o ochronie przyrody z dnia 16 kwietnia 2004 roku (Dz.U. 2004, nr 92, poz. 880), w Ustawie o lasach z 1991 roku (Dz.U. 1991, nr 101, poz. 444), wprowadzającej zasady ekorozwoju do gospodarki zasobami leśnymi i drewnem, Ustawie z dnia 18 lipca 2001 roku Prawo wodne, a także w licznych dokumentach międzynarodowych.

*Dokumenty  
prawne  
dotyczące  
ochrony  
przyrody*

<sup>34</sup> W 1988 roku nazwa tej międzynarodowej organizacji została zmieniona na Światową Unię Ochrony Przyrody (ang. World Conservation Union) z zachowaniem dotychczasowego skrótu IUCN jako swojego logo.

*Prozumienia międzynarodowe*      Wśród ok. 150 konwencji (i innych równorzędnych porozumień międzynarodowych), odnoszących się do problematyki ochrony środowiska oraz gospodarowania zasobami, kilka dotyczy ochrony przyrody o zasięgu globalnym i regionalnym.

Polska jest stroną porozumień międzynarodowych:

- o ochronie małych walenii Bałtyku i Morza Północnego (ASCOBANS),
- o ochronie nietoperzy w Europie (EUROBATS),
- o ochronie afro-euroazjatyckich migrujących ptaków.

Podpisaliśmy też następujące międzynarodowe konwencje:

- konwencja o obszarach wodno-błotnych, mających znaczenie międzynarodowe, zwłaszcza jako środowisko życiowe ptactwa wodnego (przyjęta w 1971 roku w Ramsar w Iranie i dlatego zwana jest konwencją ramsar); do 2003 roku wyznaczono w Polsce 13 obszarów ramsar: jeziora Łuknajno, Karaś, Drużno, Świdwie, Siedmiu Wysp, rozlewisko Warty – Słońsk, Stawy Milickie, a także parki narodowe: Biebrzański, Słowiński, Narwiański, Poleski, Wigierski oraz subalpejskie torfowisko w Karłowoskim Parku Narodowym.

- konwencja waszyngtońska (z 1973 roku) o międzynarodowym handlu dzikimi zwierzętami i roślinami gatunków zagrożonych wyginięciem,

- konwencja berneńska (z 1979 roku) o ochronie dzikiej fauny i flory europejskiej oraz ich siedlisk,

- konwencja bońska (z 1979 roku) o ochronie wędrownych gatunków dzikich zwierząt,

- konwencja o różnorodności biologicznej, przyjęta w 1992 roku w Rio de Janeiro ratyfikowana przez RP w 1995 roku,

- konwencja paryska (z 1972 roku) o ochronie światowego dziedzictwa kulturalnego i przyrodniczego („Światowe Dziedzictwo”); na listę Światowego Dziedzictwa Dóbr Kultury i Przyrody wpisano w Polsce dotychczas tylko jeden obiekt o charakterze przyrodniczym – rezerwat ścisły w Białowieskim Parku Narodowym,

- konwencja helsińska z 1974 r. i nowa konwencja helsińska (z 1992 r.) o ochronie środowiska morskiego obszaru Morza Bałtyckiego – przybrzeżne i morskie Obszary Chronione Bałtyku (BSPA – Baltic Sea Protected Areas) tworzone są zgodnie z zaleceniem 15/1 HELCOM z 1994 roku w krajach nadbałtyckich, które ratyfikowały konwencję helsińską, z Polski planowane jest zgłoszenie do komitetu helsińskiego 4 obiektów BSPA: Woliński Park Narodowy, Słowiński Park Narodowy, Nadmorski Park Krajobrazowy Mierzeja Wiślana (Andrzejewski i Weigle 2003).

W ramach programu „Człowiek i Środowisko” tworzone są pod auspicjami UNESCO Rezerwaty Biosfery. Ich celem jest ochrona natural-

nych lub zmienionych w niewielkim stopniu ekosystemów lądowych, nadbrzeżnych i wodnych. Tworzone są przede wszystkim dla ochrony różnorodności genetycznej fauny i flory oraz całego dziedzictwa Ziemi. W Międzynarodowej Sieci Rezerwatów Biosfery UNESCO-MAB (*UNESCO Man and Biosphere Programme*) znajdują się: Babiogórski Park Narodowy, Białowiecki Park Narodowy, Jezioro Łuknajno, Słowiński Park Narodowy, Kampinowski Park Narodowy, Poleski Park Narodowy oraz Bieszczadzki Park Narodowy, Karkonoski Park Narodowy i Tatrzański Park Narodowy. Cztery ostatnie są obiektami transgranicznymi.

W Polsce opracowuje się różne programy dostosowujące nasze działania do europejskich i światowych przedsięwzięć. Przykładem może być program Narodowej Fundacji Ochrony Środowiska włączenia Krajowego Systemu Obszarów Chronionych do systemu Econet, czyli sieci obszarów chronionych (rezerwatów, parków narodowych lub krajobrazowych oraz innych form zinstytucjonalizowanej ochrony przyrody). Econet służy zachowaniu najcenniejszych w Europie zasobów przyrody, a jednocześnie tradycyjnych sposobów zagospodarowania przestrzeni, które sprzyjają ochronie tych zasobów. Równoległe z tworzeniem systemu Econet konstruuje się Paneuropejską Strategię Różnorodności Biologicznej i Krajobrazowej. Strategia ta stawia sobie za cel zachowanie lub przywrócenie różnorodności biologicznej i krajobrazowej w skali całego kontynentu. Polska, wspólnie z sąsiadami (RFN, Republiką Czeską, Słowacją, Ukrainą, Białorusią, Litwą i Rosją) uczestniczy także w różnych subregionalnych projektach: ochrona Morza Bałtyckiego, Zielonych Płuc Europy, Wschodnich Karpat, Dolnej Odry, Czarnego Trójkąta i regionu Śląsko-Orawskiego.

*Econet*

Polska w ramach procesu integracji z Unią Europejską została zobowiązana do wyznaczenia, do dnia akcesji do UE<sup>35</sup>, na swoim terytorium Sieci Natura 2000. Europejska Sieć Ekologiczna Natura 2000 to zespół obszarów chronionych na terenie państw członkowskich Unii Europejskiej. W jego skład wchodzi:

*Natura 2000*

- obszary specjalnej ochrony (OSO – Special Protection Areas – SPA) wyznaczone na podstawie Dyrektywy Rady 79/409/EWG w sprawie ochrony dzikich ptaków, tzw. Dyrektywy Ptasiej,

<sup>35</sup> Projekt ten rozpoczęto w Polsce w roku 2001 na podstawie istniejących baz danych przestrzennych: CORINE Biotopes i CORINE Land Cover. Do tej pory utworzone przy wojewódzkich konserwatorach przyrody zespoły składają się z przedstawicieli administracji samorządowej, środowisk naukowych, organizacji pozarządowych i innych zainteresowanych jednostek, na przykład Lasów Państwowych. Obecne prace polegają na weryfikacji wstępnie zaproponowanej listy obszarów, które mają być włączone do sieci.

- specjalne obszary ochrony (SOO – Special Areas of Conservation – SAC) wyznaczone na podstawie Siedliskowej Dyrektywy Rady 92/43/EWG w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory.

Projekt sieć Natura 2000 w znacznej części pokrywa się z krajowym systemem obszarów chronionych, do których należą: parki narodowe i krajobrazowe wraz z rezerwatami przyrody i obszarami chronionego krajobrazu.

#### *Park narodowy*

Park narodowy (PN) stanowi w Polsce najwyższą formę ochrony przyrody. Może być utworzony w drodze rozporządzenia Rady Ministrów, na podstawie Ustawy o ochronie przyrody. Jest dotowany z budżetu Państwa, a zarządzany przez dyrektora, którego powołuje minister ochrony środowiska po zasięgnięciu opinii Państwowej Rady Ochrony Przyrody. Parki Narodowe są obszarami najbardziej wartościowymi pod względem przyrodniczym i krajobrazowym w kraju. Objęte są ochroną ścisłą, która wyklucza ingerencję człowieka, zabezpiecza układy pierwotne i naturalne, klimaksowe i podlegające sukcesji. W strefie ochrony dopuszczalne są jedynie badania naukowe i monitoring, wyjątkowo także zwiedzanie. Tereny ochrony częściowej są zwykle udostępniane w celach rekreacyjnych (wędrówki piesze, rowerowe, konne, narciarskie, wodne – oczywiście w granicach wytyczonych szlaków i stref), dopuszcza się w nich także pewne tradycyjne formy użytkowania, na przykład wypas kulturowy. Infrastruktura turystyczna w Parku Narodowym ograniczana jest do minimum (trasy turytyczne, ścieżki edukacyjne, obiekty i urządzenia o charakterze edukacyjno-informacyjnym).

W Polsce parki te tworzone są od ponad 70 lat (1932 – Białowieski Park Narodowy). Obecnie są 23 parki narodowe, zajmujące łącznie ponad 1% terytorium kraju (Andrzejewski i Weigle 2003). W obrębie ponad 300 tys. ha powierzchnia lasów wynosi 190,5 tys. ha (62,3%), gruntów rolnych 40,6 tys. ha (13,3%), wody 22,4 tys. ha (7,3%), nieużytków 37,7 tys. ha (12,4%) oraz innych 12,2 tys. ha (4,0%). W 1998 roku koncepcję powiększenia Białowieskiego Parku Narodowego na obszar całej Puszczy Białowieskiej przekształcono w program pod nazwą „Kontrakt dla Puszczy Białowieskiej”. Na Dolnym Śląsku znajduje się Karkonoski Park Narodowy (utworzony w 1959 roku o powierzchni 5 576 ha, otulina – 11 266 ha) oraz Park Narodowy Gór Stołowych (1993 rok, 6340 ha, otulina – 10 515 ha).

#### *Parki krajobrazowe*

Parki krajobrazowe – tworzone w wyniku rozporządzenia wojewody – zajmują obecnie powierzchnię ponad 2,5 mln ha, co stanowi około 8% powierzchni kraju. Na początku XXI wieku zarejestrowano 120 parków



krajobrazowych (projektuje się dalszych 24). Na Dolnym Śląsku znajdują się następujące parki krajobrazowe: Doliny Bobru, Doliny Jezierzycy, Gór Sowich, Książanski, Przemkowski, Rudawski, Śnieżnicki, Ślęzański. W porównaniu z parkami narodowymi w parkach krajobrazowych funkcja naukowa ustępuje miejsca działaniom w ramach zrównoważonego rozwoju rolnictwa, leśnictwa, turystyki i wypoczynku. Teren nie powinien być przesycony elementami antropogennymi, eliminuje się obiekty wielkokubaturowe. Stopień zagospodarowania turystycznego jest zróżnicowany w zależności na wielkość parku i rodzaju strefy. Najcenniejsze fragmenty środowiska są najczęściej zabezpieczane jako rezerwaty przyrody.

Rezerwat przyrody jest obszarem obejmującym zachowane w stanie naturalnym lub mało zmienionym całe ekosystemy, określone gatunki roślin, zwierząt, elementy przyrody nieożywionej, mające istotną wartość ze względów naukowych, przyrodniczych, kulturowych bądź krajobrazowych. Obok parków narodowych są najbardziej restrykcyjnymi formami ochrony obszarowej. Mają szczególne znaczenie w ochronie leśnych i torfowiskowych zbiorowisk roślinnych. W zależności od przedmiotu ochrony w rezerwacie wyróżnia się typy rezerwatów: florystyczne (w Polsce 178), gadów (4), krajobrazowe (122), leśne (671), mięczaków (1), przyrody nieożywionej (58), owadów (6), ptaków (103), słonoroślowe (4), ssaków (17), stepowe (35), torfowiskowe, wodne. Z ogólnej liczby 1343 krajowych rezerwatów, 11 nie zostało tu zakwalifikowanych. Istniejące rezerwaty nie są równomiernie rozmieszczone na obszarze kraju. Największe ich zagęszczenie znajduje się w Karpatach, pasie starych gór i wyżyn oraz w pasie pojezierzy. Spośród rezerwatów przyrody za najcenniejsze należy uznać te, które mają walory przyrodnicze, predestynujące je do uznania za obiekty o międzynarodowym znaczeniu (na liście międzynarodowej znajduje się rezerwat ornitologiczny Jezioro Łuknajno, umieszczony w Spisie Konwencji Ramsarskiej jako obszar wodno-błotny o międzynarodowym znaczeniu zwłaszcza jako środowisko życiowe ptactwa wodnego oraz rezerwaty-jeziora: Siedem Wysp, Karaś, Świdwie oraz Słońsk).

Parki narodowe, krajobrazowe i niektóre rezerwaty przyrody zabezpieczane są dodatkowo utworzonymi wokół nich strefami buforującymi, tzw. otuliną. Dopuszczana jest tam działalność gospodarcza zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju. Promuje się też ekologiczny model rolnictwa i rozwój bazy noclegowej dla dość intensywnego ruchu turystycznego.

Innymi formami wchodzącymi w skład krajowego systemu terenów chronionych są obszary chronionego krajobrazu, zespoły przyrodniczo-

*Rezerwat  
przyrody*

-krajobrazowe, użytki ekologiczne, pomniki przyrody, które pełnią rolę wspomagającą w ochronie bioróżnorodności.

*Obszary chronionego krajobrazu* Obszary chronionego krajobrazu to m.in. korytarze ekologiczne, umożliwiające ochronę różnorodności biologicznej na terenie kraju, 288 takich obszarów zajmuje 24,6% powierzchni kraju (7 695 913 ha). Na Dolnym Śląsku jest to obszar o powierzchni 43,5 tys. ha od Świeradowa Zdroju po Kamienną Górę, stanowiący Obszar Chronionego Krajobrazu Karkonosze–Góry Izerskie. Na terenach tych wyznaczono 1300 km szlaków turystycznych, które umożliwiają dotarcie do cennych przyrodniczo i kulturowo miejsc. Obszar chronionego krajobrazu uwzględnia się w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego. Dozwolone są wszelkie formy turystyki zarówno na małą, jak i wielką skalę, pod warunkiem, że nie zagraża to środowisku.

*Zespoły przyrodniczo-krajobrazowe* Zespoły przyrodniczo-krajobrazowe wyznacza się w celu ochrony wyjątkowo cennych fragmentów krajobrazu naturalnego i kulturowego, dla zachowania jego wartości estetycznych. Do 2000 roku utworzono w 22 województwach 112 obiektów tego typu o powierzchni 78,1 tys. ha (0,2% ogólnej powierzchni kraju).

*Pomniki przyrody* Pomniki przyrody są ważnym ogniwem w ochronie przyrody. Te osobliwości przyrodnicze to pojedyncze twory przyrody żywej i nieożywionej lub ich skupienia o szczególnej wartości naukowej, historyczno-pamiątkowej i krajobrazowej, odznaczają się indywidualnymi cechami i wyróżniają się wśród innych tworów. Stan liczebny obrazuje następujące zestawienie: liczba polskich pomników przyrody ogółem – 30 811, pojedyncze drzewa – 23 761, grupy drzew – 4482, aleje – 718, głązy narzutowe – 1079, skałki, grotty, jaskinie – 771.

*Użytki ekologiczne* Użytki ekologiczne to pozostałości ekosystemów mające znaczenie dla zachowania unikatowych zasobów genowych i typów środowisk, czyli: naturalne zbiorniki wodne, śródpolne i śródleśne oczka wodne, kępy drzew i krzewów, bagna, torfowiska, wydmy, płaty nieużytkowanej roślinności, starorzecza, wychodnie skalne, skarpy, kamieńce itp. Uznanie za użytek ekologiczny następuje w wyniku wydania rozporządzenia wojewody. W końcu lat 90. XX wieku zarejestrowano około 5 tys. obiektów użytków ekologicznych (o powierzchni 44,9 tys. ha) prawie we wszystkich województwach.

*Stanowiska dokumentacyjne* Stanowiska dokumentacyjne to wyodrębniające się na powierzchni ziemi lub możliwe do udostępnienia miejsca występowania formacji geologicznych, nagromadzenia skamieniałości lub tworów mineralnych i fragmenty eksploatowanych oraz nieczynnych wyrobisk powierzchniowych i podziemnych, ważne pod względem naukowym i dydaktycznym. Zajmują około 1000 ha powierzchni kraju.

Oprócz opisanej powyżej ochrony obszarowej prowadzi się również ochronę siedlisk przyrodniczych (w większości są zbiorowiska roślinne) i ochronę gatunkową. Tą formą ochrony zostały objęte m.in. rzadko występujące gatunki endemiczne, podatne na zagrożenia i zagrożone wyginięciem oraz gatunki podlegające ochronie na podstawie umów międzynarodowych.

*Ochrona  
gatunkowa*

Ochrona gatunkowa ścisła roślin obejmuje 246 gatunków (nasienych, paprotników i mszaków), 23 gatunki grzybów oraz porostów. Stan zagrożenia poszczególnych gatunków roślin jest stosunkowo dobrze znany dzięki opracowaniu tzw. Czerwonej Księgi Roślin. Istotą ochrony gatunkowej zwierząt jest zabezpieczenie dziko występujących gatunków, a zwłaszcza rzadkich lub zagrożonych wyginięciem, w celu zachowania różnorodności gatunkowej i genetycznej. Obecnie objęto ochroną przedstawicieli 125 taksonów – gatunków, rodzajów i rzędów – jak również miejsca rozrodu i regularnego przebywania 19 gatunków zwierząt najbardziej zagrożonych wyginięciem.

### Strategie i programy

Jednym ze sposobów zapewnienia restytucji zagrożonych gatunków oraz wprowadzania ich do naturalnego środowiska po odpowiednim przygotowaniu (reintrodukcja) jest ochrona *ex situ* (poza miejscem występowania). Jest to ochrona pewnych elementów różnorodności biologicznej w warunkach sztucznych, czyli poza ich naturalnym miejscem występowania. Ochronę *in situ* roślin (gatunków rodzimych i obcych) realizują ogrody botaniczne, palmiarnie, arboreta (specjalistyczne ogrody botaniczne, w których tworzone są kolekcje drzew, krzewów i krzewinek), ogrody roślin leczniczych, które podlegają akademiom medycznym. Ogród Botaniczny Uniwersytetu Wrocławskiego (założony w 1811 roku) i Arboretum Uniwersytetu Wrocławskiego w Wojsławicach (1881 r.) należą do jednych z najstarszych tego typu obiektów nie tylko w Polsce. Najpowszechniej stosowaną formą zachowania genetycznych źródeł zmienności roślin użytkowych jest przechowywanie ich w warunkach *ex situ*, w tzw. bankach genu, na przykład bank nasion drzew leśnych w Kostrzycy w powiecie jeleniogórskim. Zgromadzone nasiona mogą być są wykorzystywane do otrzymywania nowych, odpornych na patogeny i szkodniki, odmian roślin użytkowych. Nasiona przechowywane są w temperaturze 0°C lub -18°C, przy obniżonej wilgotności (3–7%) i stałym monitoringu ich zdolności do kiełkowania.

*Ochrona  
ex situ  
oraz in situ*

Ochrona gatunkowej różnorodności zwierząt jest też podstawowym celem strategii realizowanych w nowoczesnych ogrodach zoologicznych,

do których zalicza się 14 krajowych placówek (Bydgoszcz, Chorzów, Gdańsk-Oliwa, Gdynia, Kraków, Łódź, Opole, Płock, Poznań, Świerkocin, Toruń, Warszawa, Wrocław i Zamość). Ochrona jest realizowana głównie poprzez udział w koordynowanych programach *ex situ* oraz *in situ*. Na początku 2003 roku prowadzono 142 Europejskie Programy Zachowania Gatunków (EEP – European Endangered Species Program)<sup>36</sup>. Przykładem krajowych ośrodków *ex situ* – bez ekspozowania zwierząt – mogą być cztery ośrodki hodowli żubrów. Przy współpracy z ogrodami zoologicznymi zrealizowano pod koniec lat 90. XX wieku reintrodukcję sokoła wędrownego w Polsce. Pozytywnie zakończył się też program reintrodukcji rysia w Kampinoskim Parku Narodowym, puchacza w Wolińskim Parku Narodowym, motyla niepylaka apollo w Pieninach oraz ochrony i reintrodukcji żółwia błotnego, program restytucji ryb wędrownych i fok na wybrzeżu polskim. Ciekawą i wyspecjalizowaną funkcję pełni fokarium na Helu, które jest zarówno ośrodkiem rehabilitacji, jak i ekspozycji fok szarych, w którym prowadzi się badania naukowe, a zdrowe okazy wypuszcza się na wolność.

Realizacja prawnych zaleceń ochrony przyrody bywa poważnie ograniczana (Tomiałojć 1994) z powodu konserwatywnego stanowiska części administracji rządowej oraz działań różnego rodzaju grup i organizacji, które bezpośrednio lub pośrednio eksploatują zasoby przyrody (firmy i zakłady przemysłowe, leśne, melioracyjne, hydrotechniczne, łowieckie, turystyczne itp.). Problemem jest także zbyt częste nieprzestrzeganie prawa o ochronie przyrody, które wynika z niskiej świadomości ekologicznej. Bezkarność osób naruszających prawo wynika ze zbyt małej ilości służb ochrony przyrody, a także łagodnego traktowania tych spraw przez wymiar sprawiedliwości.

Celem strategicznym światowej ochrony przyrody jest utrzymanie podstawowych procesów ekologicznych (obieg pierwiastków, regeneracja gleb, rozmnażanie się i wzrost organizmów). Z konserwatorskiego punktu widzenia ważne jest rozpoznawanie obszarów o wysokiej bioróżnorodności i licznych taksonach endemicznych, a następnie objęcie tych siedlisk systemem skutecznej ochrony, umożliwiającej zachowanie integralności ekologicznej. Ochrona przyrody nie polega na rezygnacji z użytkowania zasobów naturalnych, lecz na oszczędnym i racjonalnym gospodarowaniu nimi, na znajdowaniu takich sposobów, aby mogło ono być trwałe, nieprzerwane i nie obniżało ich jakości.

<sup>36</sup> W 1985 roku pierwsze programy EEP dotyczyły 14 gatunków, m.in. goryla, pandy malej, tygrysa, okapi, bongo.

### Pytania i zagadnienia

1. Wymień najważniejsze etapy historii biosfery.
2. Jak ewoluował człowiek?
3. Omów strategie ekologiczne populacji ludzkich w ujęciu historycznym.
4. W jaki sposób człowiek zależy od zasobów przyrody?
5. Spróbuj przedyskutować możliwości działań służb ochrony przyrody w Polsce.

### Literatura uzupełniająca

- Andrzejewski R., Weigle A., 2003, *Różnorodność biologiczna Polski. Drugi Polski raport – 10 lat po Rio*, Narodowa Fundacja Ochrony Środowiska, Warszawa.
- Campbell B., 1995, *Ekologia człowieka. Historia naszego miejsca w przyrodzie od prehistorii do czasów współczesnych*, PWN, Warszawa.
- Olaczek R., Głowaciński Z., Sokołowski A., Janecki J., Kapuściński R., Sikora A., Kurzac M., 1996, *Ochrona Przyrody w Polsce*, LOP, Warszawa.
- Strzałko, J., Mossor-Pietraszewska, T. (red.), 2002, *Kompendium wiedzy o ekologii*, PWN, Warszawa–Poznań.

---

# Człowiek i przyroda – współzależności globalne i regionalne problemy środowiskowe

---

## BLOKI TEMATYCZNE

1. Relacje człowiek-przyroda.
2. Stan środowiska – problemy środowiskowe.
3. Ziemia.
4. Lasy.
5. Różnorodność biologiczna.
6. Woda.
7. Atmosfera.

## SŁOWA KLUCZOWE:

1. rodzaje i charakter relacji człowiek–środowisko.
2. stan środowiska – problemy środowiskowe, modele relacji człowiek–środowisko, kluczowe problemy środowiskowe na kontynentach.
3. zasoby Ziemi – degradacja zasobów Ziemi, przyczyny i rozmiary degradacji, góry a ochrona środowiska, zintegrowana ochrona zasobów Ziemi.
4. wylesienie – przyczyny i rozmiary, problemy leśne Polski, las a zmiany klimatu, las a różnorodność biologiczna, metody ochrony lasu.
5. globalne szacunki różnorodności biologicznej, zmiany globalne różnorodności biologicznej, przyczyny zagrożeń, zmiana pokrycia terenu – utrata i degradacja siedlisk, zmiany klimatu, wpływ zanieczyszczeń, nadmierna eksploatacja zasobów naturalnych, rozprzestrzenianie się gatunków obcych.
6. światowe zasoby wody, dostępność zasobów wody, zasoby wody a rolnictwo nawadniane, jakość wody, wody podziemne, woda a ekosystemy, zasady zrównoważonej gospodarki wodnej, problemy wodne Polski.
7. skład chemiczny atmosfery ziemskiej i jego zmiany, zanieczyszczenia antropogeniczne, przyczyny i skutki zanieczyszczeń atmosferycznych, zmniejszenie zawartości ozonu stratosferycznego, efekt cieplarniany, efekt cieplarniany a zmiany klimatu, zmiany klimatu a rolnictwo, ochrona atmosfery.

## 1. Relacje człowiek–środowisko

### SŁOWA KLUCZOWE:

rodzaje i charakter relacji człowiek–środowisko.

### Rodzaje i charakter relacji człowiek–środowisko

*Człowiek–  
–środowisko*

Problematyka związków (relacji) między środowiskiem przyrodniczym a człowiekiem była już wielokrotnie poruszana we wcześniejszych rozdziałach. Związki te są dwukierunkowe, to znaczy człowiek zależy od środowiska, ale i sam na nie oddziałuje, mogą być też bezpośrednie lub pośrednie. Człowiek jest częścią biosfery i jako organizm biologiczny bezpośrednio podlega prawom i zasadom ekologii. Jest także częścią społeczeństwa i jako jego członek uczestniczy w złożonych, dwukierunkowych i najczęściej pośrednich związkach między społeczeństwem a warunkami środowiska przyrodniczego, w których ono funkcjonuje. Bezpośrednie oddziaływanie środowiska przyrodniczego na organizm człowieka odnajdziemy na przykład w ekologicznej zasadzie czynników ograniczających, która mówi, że każdy gatunek ma swoje własne granice tolerancji warunków, w których może pomyślnie egzystować. Człowiek, w odróżnieniu od innych organizmów, oprócz biologicznych mechanizmów adaptacji do zmian warunków środowiska może także korzystać z udogodnień wypracowanych w trakcie rozwoju cywilizacyjnego i technicznego społeczeństwa (patrz rozdz. V – *Rola człowieka w biosferze*). Można wobec tego rozważać wpływ środowiska przyrodniczego na rozwój społeczeństw i poszukiwać wyrazu przystosowań kierunków i tempa rozwoju do warunków, w których on przebiegał. Związki takie, o ile istnieją, są bardzo złożone i zawsze mają charakter związków pośrednich. Ogniwami w łańcuchu powiązań mogą być bardziej bezpośrednio związki, na przykład roślin uprawnych z warunkami klimatycznymi i glebowymi. Dopiero to, jakie rośliny są uprawiane (na przykład wymagające wysokich temperatur i dużych opadów, jak maniok, czy przeciwnie ziemniaki – udające się w klimacie strefy umiarkowanej) ma wpływ na sposoby tej uprawy, typ rolnictwa, czasami także na możliwości jego rozwoju. Nieprzypadkowo tak zwane starożytne cywilizacje hydrauliczne rozwinęły się w obszarach o dużych zasobach ciepła i niedostatecznych zasobach wody (strefa sucha). Także późniejsze pomyślne i stabilne ich trwanie wiązało się z warunkami przyrodniczymi. Tak było w Egipcie, gdzie charakter stosunkowo wąskiej doliny Nilu i regularne, coroczne wylewy rzeki umożliwiły zastosowanie basenowego systemu nawadniania, utrzymującego żyzność

gleb i zabezpieczającego przed zasoleniem. W starożytnej Mezopotamii nawadnianie kanałami prowadziło natomiast do wzrostu zasolenia, co w połączeniu z zamulaniem urządzeń hydrotechnicznych pogarszało warunki uprawy roślin, plony spadały, miastom dostarczano za mało żywności, rodziły się konflikty i wojny, ostatecznie dochodziło do upadku kolejnych państw. Po czym rozwój zaczynał się znowu od prostszego wzorca kulturowego i gospodarczego (Gibson 1974, za Kantowicz 1999).

Trudno ocenić, czy siła związków pośrednich między społeczeństwem a środowiskiem przyrodniczym jest dzisiaj mniejsza czy większa niż dawniej. Na pewno zmienił się charakter tych związków, pojawiły się problemy, które jeszcze 200 lat temu nie istniały. Bardzo zwiększył się wpływ działalności człowieka na środowisko przyrodnicze. Jednocześnie coraz bardziej obawiamy się skutków spowodowanych tymi zmianami. Wzrosła świadomość wagi, jaką ludzkość przykładą dzisiaj do zachowania różnorodności i równowagi biosfery.

Człowiek, który jest częścią biosfery, podlega prawom i zasadom ekologii, zależy więc od środowiska, jednocześnie sam na nie oddziałuje. Jako członek społeczeństwa uczestniczy w złożonych, dwukierunkowych i najczęściej pośrednich związkach między społeczeństwem a warunkami środowiska przyrodniczego.

## 2. Stan środowiska – problemy środowiskowe

### SŁOWA KLUCZOWE:

stan środowiska – problemy środowiskowe, modele relacji człowiek–środowisko, kluczowe problemy środowiskowe na kontynentach.

### Stan środowiska – problemy środowiskowe

Przypomnijmy, że w koncepcji ochrony środowiska jako interdyscyplinarnej dziedziny badań i praktyki, problemy środowiskowe były zgrupowane w trzech blokach: problemów polityki ekologicznej, problemów zróżnicowania przestrzennego i problemów obiektów wrażliwych. Globalne i regionalne problemy środowiskowe należały do grupy problemów zróżnicowania przestrzennego. Punktem wyjścia do ich zidentyfikowania jest określenie stanu środowiska.

Wiedzy na temat globalnego stanu środowiska dostarczają raporty *Problemy środowiskowe* przygotowywane przez agendę ONZ, znaną pod nazwą Program Śro-



*Raporty o stanie środowiska* środowiska Narodów Zjednoczonych – UNEP. Opracowywanie raportów o stanie środowiska zapoczątkowały w 1969 roku Stany Zjednoczone i był to wymóg pierwszego na świecie aktu prawnego określającego politykę środowiskową państwa, pod nazwą National Environmental Policy Act (NEPA). Na konferencji sztokholmskiej (w 1972 roku) zadanie takie w ujęciu globalnym powierzono organizacji UNEP. Jak już wcześniej wspomniano (w rozdziale V) do zadań tej organizacji należy ocena stanu środowiska na świecie i przedstawienie go w postaci publikacji oraz na stronach internetowych ([www.earthscan.co.uk](http://www.earthscan.co.uk)). W kolejnych raportach zmieniało się podejście badawcze. Początkowo uwagę koncentrowano na stanie biotycznych i abiotycznych elementów środowiska przyrodniczego, przedstawiając kolejno: ziemię, wody, lasy i świat zwierząt. Człowiek występował wówczas wyłącznie jako czynnik antropopresji. W późniejszych opracowaniach wprowadzono obok globalnego ujęcia regionalne, według kontynentów. W raportach GEO (Global Environment Outlook) zastosowano podział na 7 regionów: Afryka, Azja i Pacyfik, Europa (z Rosją), Ameryka Łacińska, Ameryka Północna, Azja Zachodnia, Region Polarny.

### Modele relacji człowiek–środowisko

*Przyczyny i skutki zmian środowiska* W kolejnych latach zmieniano wybór tematów, stosując albo ujęcie według poszczególnych części środowiska przyrodniczego, albo według dziedzin działalności człowieka – na przykład rolnictwa, leśnictwa. Opracowano też modele relacji człowiek–środowisko w postaci łańcucha przyczynowo-skutkowego. Najpierw był to uproszczony model, w którym starano się powiązać presję działalności człowieka na środowisko ze skutkami tej presji, odzwierciedlonymi przez stan środowiska i z reakcją człowieka na zaistniałą sytuację, w formie działań na rzecz ochrony środowiska (model PSR: presja – pressure, stan – state, reakcja – response). Później wypracowano bardziej zintegrowane podejście do oceny stanu środowiska. Jego celem stało się głębsze powiązanie przyczyn – czynników powodujących presję i samej presji – ze zmianami w środowisku, a więc jego stanem oraz ze skutkami tych zmian czyli oddziaływaniem na człowieka oraz z jego działaniami i reakcją (polityka środowiskowa, decyzje) zmierzającymi do poprawy sytuacji. Ten model nazwano DPSIR (czynnik – driving force, presja – pressure, stan – state, oddziaływanie – impact, reakcja – response). Podobne podejście zastosowano też w polskim Raporcie o stanie środowiska, wydawanym raz w roku przez Państwową Inspekcję Ochrony Środowiska (PIOS). Zestawiona zgodnie ze

schematem ocena stanu środowiska na poszczególnych kontynentach obejmuje kluczowe dla globalnych problemów środowiskowych zagadnienia: ziemia i procesy oraz zjawiska związane z zagrożeniami dla zasobów ziemi, lasy i procesy związane z degradacją i niszczeniem zasobów lasu, różnorodność biologiczna i zjawiska jej zagrażające, woda oraz problemy jej zasobów, morza i wybrzeża oraz procesy degradacji i ochrony tych obszarów, atmosfera – problemy zanieczyszczenia powietrza oraz bliższe i dalsze tego skutki, problemy obszarów zurbanizowanych oraz zjawiska katastrofalne. Ponieważ podejście do relacji człowiek–środowisko w modelu DPSIR łączy przyczyny zmian środowiska ze skutkami i z ochroną środowiska, więc zjawiska zestawione w tabeli powtarzają się przy poszczególnych tematach. Na przykład degradacja lasu może być wymieniona jako główna przyczyna zmniejszania się różnorodności biologicznej w jednym regionie (Azja i Wyspy Pacyfiku), a w innym może być podstawowym problemem środowiskowym (Ameryka Łacińska).

*Globalne  
problemy  
środowiskowe*

*Degradacja  
i ochrona  
środowiska*

Z tego obszernego zestawienia wybierzemy pięć tematów i omówimy je bardziej szczegółowo. Są to: ziemia, lasy, różnorodność biologiczna, woda i atmosfera, bowiem one właśnie w największym stopniu nawiązują do najczęściej spotykanych podziałów środowiska przyrodniczego na sfery lub elementy podstawowe (patrz rozdz. II). Litosfera jest uwzględniona w bloku tematycznym ziemia, hydrosfera w bloku dotyczącym wody, biosfera w bloku pod hasłem lasy a różnorodność biologiczna, atmosfera w dziale o tej samej nazwie. Taki podział (jak i każdy inny) jest do pewnego stopnia sztuczny, bowiem przyroda jest całością, a środowisko czy człowieka, czy innych żywych organizmów również funkcjonuje łącznie.

Na problemy środowiskowe składają się zjawiska powiązane ze sobą łańcuchem przyczyn i skutków. Czynnikiem sprawczym jest działalność człowieka, powodująca negatywne zmiany w środowisku przyrodniczym. Stan środowiska spowodowany tymi zmianami nazywamy degradacją. Zdegradowane środowisko wpływa niekorzystnie na jakość życia społeczeństw, toteż człowiek podejmuje działania zmierzające do rozwiązania problemów środowiskowych i poprawienia stanu środowiska. Ten łańcuch powiązań ujęto w postaci modelu, nazwanego modelem DPSIR. Różne elementy ogniwa tego modelu mają pierwszoplanowe znaczenie na poszczególnych kontynentach.

Kluczowe problemy środowiskowe na kontynentach zestawione według modelu DPSIR (czynnik – presja – stan – oddziaływanie – reakcja)								
region	ziemia	las	różnorodność biologiczna	woda	morza i wybrzeża	atmosfera	obszary zurbanizowane	zjawiska katastrofalne
<b>Afryka</b>	degradacja, pustynnienie, system własności	wylesienie, degradacja	degradacja i utrata siedlisk, handel dziczyzną	zmienność zasobów wody, niedobór zasobów wody, dostęp do czystej wody i sanitacja, pogorszenie jakości wody, utrata siedlisk wodno-biotnych	erozja i degradacja wybrzeży, zanieczyszczenia, zmiany klimatu i podniesienie poziomu morza	jakość powietrza, podatność na zmiany klimatu, powódzie i susze	gwałtowna urbanizacja, odpady, zaopatrzenie w wodę i sanitacja, zanieczyszczenie powietrza	susze, powódzie, konflikty zbrojne
<b>Ameryka Łacińska</b>	degradacja, system własności	wylesienie, degradacja lasu,	utrata i degradacja siedlisk, nadmierna eksploatacja zasobów i nielegalny handel	zmniejszenie zasobów wody w przeliczeniu na jednego mieszkańca, jakość wody	zmiany i zniszczenie siedlisk, zanieczyszczenia, nadmierne połowy,	zanieczyszczenie powietrza, ubytek ozonu, jakość powietrza	odpady, zaopatrzenie w wodę i sanitacja, jakość powietrza	susze, huragany, powódzie, trzęsienia ziemi, zagrożenie substancjami niebezpiecznymi
<b>Ameryka Północna</b>	degradacja, środki ochrony roślin	stan zdrowotny lasu, zachowanie starych drzewostanów	zniszczenie i degradacja siedlisk, bioinwazja	zasoby wód podziemnych, jakość wody Wielkich Jezior	zmiany ekosystemów wrażliwych, nadmierna eksploatacja zasobów morza, zanieczyszczenia	ubytek ozonu stratosferycznego, emisja gazów szklarniowych, zmiany klimatu	ekspansja miast, ekologiczny odcisk stopy*	powódzie i zmiany klimatu, pożary lasu

region	ziemia	lasy	różnorodność biologiczna	woda	morza i wybrzeża	atmosfera	obszary zurbanizowane	zjawiska katastrofalne
<b>Azja i wyspy Pacyfiku</b>	degradacja, pustynnienie, zmiany użytkowania ziemi	wylesienie, degradacja	utrata siedlisk, utrata i degradacja lasu, gatunki obce	niedobór zasobów wody, zanieczyszczenie	degradacja zasobów morza i wybrzeży, zanieczyszczenia górnicze i związane z rozwojem przemysłu na wybrzeżach	jakość powietrza, ubytek ozonu, emisja gazów szklarniowych, zmiany klimatyczne	zanieczyszczenie powietrza, gospodarka odpadami, zaopatrzenie w wodę i sanitacja	powódzie, susze, wybuchy wulkanów, trzęsienia ziemi
<b>Azja Zachodnia</b>	degradacja gleb i pastwisk	degradacja, nadmierna eksploatacja, zrównoważona gospodarka leśna	degradacja i utrata siedlisk, nadmierna eksploatacja gatunków	wzrost zapotrzebowania na wodę, nadmierna eksploatacja wód podziemnych, jakość wody	urbanizacja i rozwój, nadmierna eksploatacja zasobów, zanieczyszczenia	zanieczyszczenie powietrza, produkcja substancji niszczących ozon, zmiany klimatu	zmiana pokrycia terenu, odpady	susza, wycieki ropy, konflikty zbrojne
<b>Europa</b>	użytkowanie ziemi, erozja i zanieczyszczenie gleb	utrata lasów naturalnych, degradacja lasu, zrównoważona gosp. leśna	intensyfikacja rolnictwa, organizmy genetycznie zmodyfikowane	jakość i ilość wody, polityka i prawo wodne	erozja brzegu, zanieczyszczenia	zanieczyszczenie powietrza, ubytek ozonu stratosferycznego, emisja gazów szlamiowych	jakość powietrza, zagrożenie hałasem, odpady	sztormy, burze, powódzie, trzęsienia ziemi, katastrofy z powodu działań człowieka
<b>Regiony polarne</b>	degradacja, erozja zmiany klimatyczne	problem lasów borealnych, zagrożenie lasotundry	zmiany klimatu, zanik warstwy ozonowej, nadmierna eksploatacja	obce gatunki, zanieczyszczenia	nadmierne połowy, zanieczyszczenia, zmiany klimatu	ubytek ozonu stratosferycznego, zanieczyszczenia utrzymujące się w atmosferze, zmiany klimatu	sanitacja i odpady	powódzie, katastrofy tankowców, inwazja szkodników

\* ekologiczny odcisk stopy (EF ecological footprint) jest ekonomicznym wskaźnikiem dobrobytu posługującym się nie pieniądzem, ale obszarem. EF pokazuje wielkość powierzchni lądowej i wodnej (wyrażonej w ha), potrzebnej jednostce, społeczeństwu lub dowolnej populacji dla zaspokojenia jej potrzeb konsumpcyjnych oraz asymilacji generowanych odpadów.

Tab. 6.1. Kluczowe problemy środowiskowe na kontynentach zestawione wg modelu DPSIR (na podstawie GEO3 2002)

### 3. Ziemia

#### SŁOWA KLUCZOWE:

zasoby ziemi – degradacja zasobów ziemi, przyczyny i rozmiary degradacji, góry a ochrona środowiska, zintegrowana ochrona zasobów ziemi.

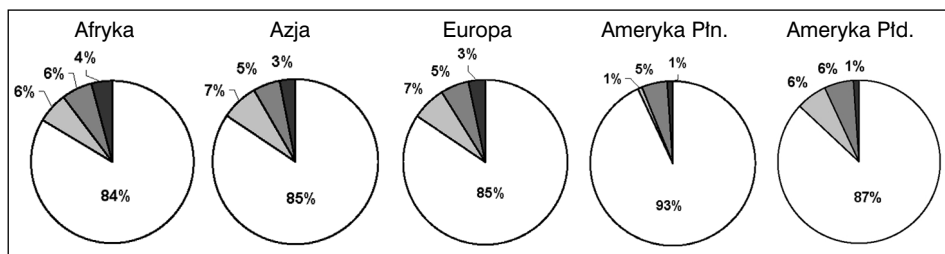
#### Zasoby ziemi – degradacja zasobów ziemi

##### Zasoby

*ziemi* Łądy zajmują mniej niż jedną trzecią powierzchni Ziemi (140 mln km<sup>2</sup>) i tworzą jej zasoby, które są wrażliwe, skończone i nieodnawialne. Na zasoby ziemi składają się: ważne dla rolnictwa gleby, pokrycie terenu (w tym naturalna roślinność) – ważne dla funkcjonowania środowiska oraz krajobraz – istotny element środowiska człowieka, warunkujący jego zdrowie. Zasoby te podtrzymują życie roślin i zwierząt, umożliwiają produkcję rolniczą, są także warunkiem zachowania różnorodności środowisk, regulatorem obiegu wody, magazynem i regulatorem obiegu węgla i innych pierwiastków. Skorupa ziemiska jest magazynem surowców mineralnych, ale także odpadów i ścieków oraz przestrzenią wykorzystywaną przez osadnictwo i infrastrukturę transportową.

##### Degradacja

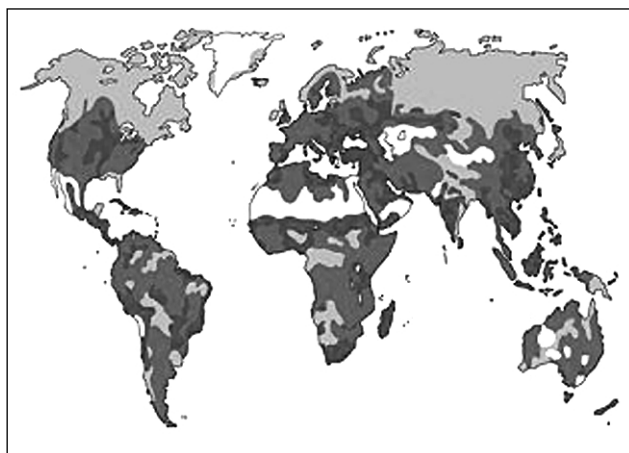
*zasobów* W ciągu ostatnich trzydziestu lat główną przyczyną wzrastającej *ziemi* eksploatacji zasobów ziemi był wzrost liczby ludności świata (ryc. 6.1). W 2002 roku potrzeba było żywności dla liczby ludności większej o 2220 mln niż w 1972 roku, a tempo wzrostu zaludnienia przekraczało w wielu regionach świata tempo wzrostu produkcji żywności. Czynnikiem, który bardzo znacznie przyczynił się do powiększenia produkcji rolniczej było przez wieki nawadnianie, jednak na wielu obszarach nawadnianie było także przyczyną degradacji i utraty produktywnych gleb z powodu wtórnego zasolenia (alkalizacji) i przesylenia gleby wodą. W latach 80. rocznie ubywało 10 mln ha gleb uprawnych (ryc. 6.2).



Legenda: ■ brak, ■ słaba, ■ umiarkowana, □ silna i bardzo silna

Ryc. 6.1. Rozmiary degradacji zasobów ziemi (w procentach powierzchni łądów).

Działalność człowieka często powoduje degradację zasobów ziemi, czyli do zmniejszenia jej produktywności. Prowadzi do tego złe użytkowanie gleby, niewłaściwe sposoby uprawy i melioracji (nawadnianie, odwadnianie), wylesienie, zniszczenie naturalnej szaty roślinnej, użycie ciężkich maszyn, nieodpowiednia rotacja upraw (zmianowanie), nadmierny wypas.



Legenda: ■ gleby silnie zdegradowane, ■ gleby zdegradowane, ■ gleby stabilne, □ brak roślinności

Ryc. 6.2. Mapa degradacji gleb (wg GEO 3, 2002)

### Przyczyny i rozmiary degradacji

Rozmiary skutków najważniejszych czynników prowadzących do degradacji zasobów ziemi pokazuje tabela 6.2.

Rozmiary degradacji	Przyczyny
590 mln ha	Wylesienie – znaczne obszary lasu zostały zniszczone z powodu wycięcia na potrzeby pozyskania drewna, rolnictwa i rozbudowę miast. W strefie międzyzwrotnikowej ubyło 220 mln ha lasu w wyniku produkcji żywności.
680 mln ha	Nadmierny wypas – doprowadził do zniszczenia 20% światowej powierzchni pastwisk. Największe straty wystąpiły w Afryce i Azji.
137 mln ha	Zużycie drewna opałowego – rocznie pozyskuje się 1 730 mln m <sup>3</sup> drewna na opał, jest to podstawowy surowiec energetyczny w wielu biednych krajach.
550 mln ha	Niewłaściwe praktyki rolnicze – erozja wodna powoduje utratę 25 000 mln ton gleby rocznie. Wtórne zasolenie i alkalizacja występuje na powierzchni około 40 mln ha.
19,5 mln ha	Przemysł i urbanizacja – w wielu uprzemysłowionych regionach świata główną przyczyną degradacji zasobów ziemi jest rozwój miast, dróg, budownictwo, górnictwo i przemysł. Często na te cele przeznaczają się żyzne gleby.

Tab. 6.2. Przyczyny i rozmiary degradacji zasobów ziemi (wg FAO 1996).

## Góry a ochrona środowiska

---

W obszarach górskich skupiają się ważne działania człowieka związane z wykorzystaniem zasobów naturalnych na przykład przy budowie zbiorników wodnych służących produkcji energii elektrycznej w hydroelektrowniach, nawadnianiu oraz zabezpieczeniu przeciwpowodziowemu. Są miejscem eksploatacji drewna i surowców mineralnych, produkcji rolniczej, turystyki i rekreacji. Góry odgrywają kluczową rolę w ochronie środowiska i różnorodności biologicznej, a jednocześnie znajdują się pod presją nadmiernie intensywnego ich użytkowania. Zdjęcia satelitarne ukazują znaczny ubytek lasów górskich w ciągu ostatnich 20 lat, którego główną przyczyną jest niewłaściwe użytkowanie związane z uprawą ziemi i hodowlą. Wylesienie i brak właściwego zabezpieczenia działów wodnych zwiększa ryzyko powodzi, powodując duże straty w infrastrukturze drogowej (drogi, mosty), a niekiedy niszcząc całe miejscowości. Zawsze, gdy dochodzi do zniszczenia i degradacji naturalnej pokrywy roślinnej w górach przez nadmierną eksploatację zasobów naturalnych, straty dla gospodarki i mieszkańców są ogromne. Poprawa sytuacji w takich obszarach wymaga długoterminowych skoordynowanych działań publicznych i prywatnych, wspomaganych przez lokalne samorządy, rządy, instytucje międzynarodowe oraz odpowiednie regulacje prawne. Konieczny też jest zintegrowany monitoring środowiska obszarów górskich. Ogłoszenie 2002 roku Międzynarodowym Rokiem Gór (International Year of Mountains – IYM) służyło zwróceniu społecznej uwagi na konieczność opracowania programów i podjęcia działań w obszarach górskich poszczególnych krajów.

*Międzynarodowy Rok Gór*

*Zagrożenia i ochrona środowiska w górach Polski*

W Polsce, głównym problemem obszarów górskich jest zanik pasterstwa (z przyczyn ekonomicznych), masowa turystyka i sporty zimowe na obszarach przyrodniczo cennych oraz przegradzanie rzek dużymi zaparami (na przykład zaporą w Czorsztynie–Nidzicy). Zagrożenia związane z działalnością człowieka oraz ramy prawne ochrony środowiska w górach zostały określone dla terenów wzniesionych powyżej 350 m n.p.m.<sup>1</sup>.

*Definicja gór*

<sup>1</sup> *Rzeczpospolita Polska. Agenda 21 w Polsce. 10 lat po Rio, 1992–2002, cz. II – Środowisko, rozdz. 6 – Zarządzanie obszarami wrażliwymi – tereny górskie*, Warszawa, lipiec 2002, s. 112–113. Kryteria wydzielenia wielkich form powierzchni ziemi: nizin, wyżyn i gór są różne. Niziny to tereny położone na bezwzględnej wysokości od 0 do 300 m, według innych – do 200 lub 500 m. Rozległe niziny noszą nazwę nizu. Wyżyny to tereny położone wyżej niż niziny. Z wyżyn wyłączone są te obszary, które mają urozmaiconą rzeźbę i duże (ponad 300 m) wysokości względne w stosunku do najbliższych den dolin. Takie obszary zaliczane są do gór. Jedną z definicji określa góry, jako „wyniesiony obszar o dużych

Zajmują one 8% powierzchni kraju, w tym Karpaty i Sudety (powyżej 500 m n.p.m.) tylko 2,7% powierzchni. Wyjątkowa jest tam różnorodność przyrody żywej i nieożywionej. Charakteryzuje ją około 500 gatunków roślin górskich, w tym kilkadziesiąt endemitów w Karpatach oraz duże kompleksy leśne tylko częściowo zmienione przez człowieka. Duża atrakcyjność przyrodnicza i krajobrazowa – urozmaicone ukształtowanie terenu oraz bogata i wyjątkowa flora i fauna – jest powodem znacznej eksploatacji turystycznej tych terenów. Na obszarach górskich prowadzona jest także zróżnicowana działalność gospodarcza, w tym rolnicza i przemysłowa, obejmująca też eksploatację surowców skalnych i energetycznych.

Obszarem największego zagrożenia środowiska przyrodniczego były przez wiele lat Karkonosze i Góry Izerskie w Sudetach Zachodnich położone w tzw. Czarnym Trójkącie – regionie o największej koncentracji elektrowni opalanych węglem brunatnym, zlokalizowanych w strefie przygranicznej trzech krajów – Polski, Czech oraz Niemiec. Zanieczyszczenia powietrza spowodowały, zwłaszcza w Górach Izerskich, znaczne zniszczenia drzewostanów świerkowych. Dzisiaj emisja zanieczyszczeń została znacznie ograniczona, a w miejscu zniszczonych drzewostanów świerkowych odnawia się las z większym udziałem drzew liściastych. To zjawisko jest korzystne, gdyż ten typ lasu jest lepiej dostosowany do warunków siedliska w dolnym reglu czyli do siedliska buczyny sudeckiej.

Ochrona terenów górskich została włączona do priorytetów I Polityki Ekologicznej Państwa z 1991 roku. II Polityka Ekologiczna Państwa podkreśla konieczność regionalizacji ogólnokrajowych narzędzi polityki ekologicznej, a także skoordynowania polityki regionalnej z regionalnymi ekosystemami w Europie. Uchwała sejmu w sprawie zrównoważonego rozwoju obszarów górskich (z 1997 roku) określiła kierunki działania: ochrona kultury i różnorodności biologicznej oraz budowa infrastruktury turystycznej i uzdrowiskowej. W 2001 roku Sejm Rzeczypospolitej Polskiej przyjął ustawę o wspomaganii, aktywizacji i rozwoju społeczno-gospodarczym regionów górskich. Jej celem jest wspieranie gmin i ludności

*Czarny  
Trójkąt*

*Ochrona gór  
w Polityce  
Ekologicznej  
Państwa*

różnicach wysokości (300–1000 m), znacznym udziale stromych zboczy z zaznaczającym się pionowym zróżnicowaniem klimatu oraz procesów i zjawisk biologicznych od podstawy gór do ich wierzchołków” (Price 1981). Niektórzy badacze dzielą góry na wysokie, średnie i niskie na podstawie wysokości bezwzględnej i względnej. Góry wysokie to góry wznoszące się na wysokość powyżej 1500 m n.p.m., o wysokościach względnych powyżej 1000 m. Według tych kryteriów do gór wysokich w Europie należą tylko Alpy, Pireneje i Kaukaz. Góry średnie i niskie wyróżniano na podstawie wysokości względnych od 300 do 1000 metrów.

*Definicja gór*



rolniczej obszarów górskich przez tworzenie miejsc pracy i finansowe wspieranie rolników rozpoczynających działalność gospodarczą. Wśród działań podjętych w latach 1992–2002 ważne było rozpoczęcie w 1997 roku z inicjatywy Ekofunduszu przy udziale organizacji pozarządowych, Lasów Państwowych oraz Karkonoskiego Parku Narodowego kompleksowego programu przywracania bioróżnorodności w Karkonoszach i Górach Izerskich. Program objął przebudowę drzewostanów, odkwaszenie gleby oraz przeciwerozyjne zabezpieczenia stoków. Do większych działań innowacyjnych należy też program budowy Geotermii Podhalańskiej (z funduszy PHARE) i wykorzystanie występujących tam płytkich ciepłych wód podziemnych jako alternatywnego źródła energii cieplnej. We współpracy międzynarodowej utworzono na górskich terenach przygranicznych tzw. euroregiony: Euroregion Karpaty – obejmuje wschodnią część Beskidów w Polsce i Słowacji, karpackie regiony Ukrainy oraz północne regiony Węgier i Rumunii, polsko-czesko-niemiecki Euroregion Nysa obejmuje Sudety Zachodnie, polsko-słowacki Euroregion Tatry obejmuje obszar Tatr po obydwu stronach granicy. Na terenach górskich położonych jest 9 z 23 parków narodowych, a cztery zostały uznane za Rezerwaty Biosfery UNESCO: Karkonoski, Babiogórski, Tatrzański i Bieszczadzki (rezerwat Karpaty Wschodnie). Dalsze 4 górskie parki narodowe to: Park Narodowy Gór Stołowych, Gorceński, Pieniński, Magurski. Udział powierzchni parków narodowych na obszarach górskich stanowi 4% ich powierzchni, czyli czterokrotnie więcej niż średnia całego kraju. Na obszarach górskich istnieje też 16 parków krajobrazowych (spośród 136) i ponad 100 rezerwatów przyrody. Od 1992 roku z funduszy Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej realizuje się plany ochrony parków narodowych, określające zasady ochrony ekosystemów na podstawie pełnej inwentaryzacji środowiska przyrodniczego (GEO 3, 2002, Rzeczpospolita Polska, Agenda 21 w Polsce, 1998).

*Euroregiony*

*Plany  
ochrony  
parków  
narodowych*

### Zintegrowana ochrona zasobów ziemi

W czasie Szczytu Ziemi w Rio de Janeiro w 1992 roku przyjęto strategię ochrony zasobów ziemi. Podstaw dla ochrony dostarcza dokument *Agenda 21*. W rozdziałach 10, 12, 13 i 14 zawarto zasady zintegrowanej ochrony i zarządzania zasobami ziemi, ograniczenia skutków procesu pustoszczenia i susz oraz zrównoważonego rozwoju rolnictwa i obszarów górskich. Także w rozdziałach poświęconych problemom wylesienia, bioróżnorodności i zasobów wody (11, 15 i 18) położono nacisk na zrównoważone użytkowanie ziemi i ochronę jej produktywności.

Na łądach najpoważniejszym problemem środowiskowym jest degradacja zasobów ziemi. Zasoby te oznaczają dużo szersze pojęcie, niż tylko ziemia rozumiana, jako podłoże rolnictwa (gleba). Ziemia jest miejscem życia drobnoustrojów, roślin i zwierząt łądowych oraz człowieka. Odgrywa ważną rolę w cyklach biogeochemicznych – krążeniu pierwiastków i obiegu wody. Ziemia jest też przestrzenią służącą osadnictwu i całej gospodarczej aktywności społeczeństw. Urbanizacja, przemysł i transport są głównymi przyczynami jej degradacji w krajach uprzemysłowionych. W pozostałych częściach świata ważniejszymi z punktu widzenia rozmiarów degradacji są procesy wylesienia, niewłaściwej gospodarki rolnej i nadmiernej eksploatacji drewna.

## 4. Lasy

### SŁOWA KLUCZOWE:

wylesienie – przyczyny i rozmiary, problemy leśne Polski, las a zmiany klimatu, las a różnorodność biologiczna, metody ochrony lasu.

### Wylesienie – przyczyny i rozmiary

Ostatnie trzydzieści lat było kontynuacją długiego procesu wylesiania ziemi. Las zajmuje powierzchnię całkowitą około 3866 mln ha, czyli prawie 1/3 powierzchni łądów, natomiast straty w latach 90. wyniosły 94 mln ha, co stanowi 2,4% powierzchni lasów. Straty te wynikają z bilansu wielkości powierzchni wylesianej i powierzchni, na której las jest odnawiany. Wylesianie odbywało się w tempie 14,6 mln ha rocznie, natomiast odnawianie lasu w tempie prawie trzykrotnie wolniejszym (5,2 mln ha rocznie). Zmiany w latach 1990–2000 były największe w Afryce oraz w Ameryce Łacińskiej (tabela 6.3) i dotknęły przede

	Powierzchnia [mln ha]	Powierzchnia lasu w 1990 r. [mln ha]	Powierzchnia lasu w 2000 r. [mln ha]	Powierzchnia zalesiona w 2000 r. [%]	Zmiana w latach 1990–2000 [mln ha]	Zmiany rocznie [%]
<b>Afryka</b>	2963,3	702,5	649,9	21,9	-52,6	-0,7
<b>Ameryka Łacińska</b>	2017,8	1011,0	964,4	47,8	-46,7	-0,5
<b>Ameryka Północna</b>	1838,0	66,7	470,1	25,6	3,9	0,1
<b>Azja i Pacyfik</b>	3463,2	7344,0	726,3	21,0	-7,7	-0,1
<b>Azja Zachodnia</b>	372,4	33,6	3,7	1,0	0,0	0,0
<b>Europa</b>	2359,4	1042,0	1051,3	44,6	9,3	0,1
<b>Świat</b>	13014,1	3960,0	3866,1	29,7	-93,9	-0,24

*Degradacja lasów*

Tab. 6.3. Zmiany powierzchni lasów w latach 1990–2000 na poszczególnych kontynentach (wg FAO 2001 b).

wszystkim lasy tropikalne, których rocznie ubywało 1%. Główne przyczyny zmniejszania się powierzchni lasu to: ekspansja rolnictwa i nadmierny wypas oraz wyręb drewna dla celów przemysłowych i opałowych. Za tymi przyczynami bezpośrednimi kryją się głębsze zagadnienia, do których trzeba zaliczyć ubóstwo i wzrost demograficzny wielu regionów świata, także handel drewnem i innymi produktami lasu, wreszcie określoną politykę makroekonomiczną państw. Są także naturalne powody wyniszczania zasobów lasu. Są to choroby i szkodniki roślin, pożary i ekstremalne zjawiska meteorologiczne. Naturalne i antropogeniczne przyczyny niszczenia lasów są uwikłane w łańcuch skomplikowanych wzajemnych powiązań (patrz rozdz. IV). Nasilenie ekstremalnych zjawisk meteorologicznych wzrasta w następstwie globalnych zmian klimatycznych. Oddziaływanie chorób i szkodników roślin jest silniejsze, gdy drzewa są osłabione wpływem zanieczyszczeń zawartych w powietrzu, a pożary lasu zdarzają się częściej w okresach ekstremalnych susz i wysokiej temperatury powietrza. Różną wagę przyczyn degradacji lasów na poszczególnych kontynentach pokazuje tabela 6.4.

*Przyczyny degradacji lasów*

Rozmiary [%]				Przyczyny
Afryka	Ameryka Łacińska	Azja	Obszary tropikalne	
3	2	10	4	ekspansja rolnictwa żarowo-odłogowego na obszarach zwartej, niezaburzonego lasu,
8	3	20	9	intensyfikacja rolnictwa żarowo-odłogowego,
57	14	12	15	przekształcenie lasu w tereny rolnictwa stałego – małe gospodarstwa
10	43	28	31	przekształcenie lasu w tereny rolnicze – gospodarstwa wielkoobszarowe
7	6	7	7	powiększenie powierzchni lasu,
15	32	23	24	inne przyczyny

Tab. 6.4. Rozmiary i przyczyny wylesienia według kontynentów (wg FAO 2001b).

W strefie międzyzwrotnikowej powiększa się obszar rolnictwa żarowo-odłogowego, które nie zawsze powoduje trwałe wylesienie, jednak las pierwotny zmienia się w las wtórny, a gdy wzrasta intensywność uprawy, wówczas zwarte kompleksy leśne zostają podzielone i zwiększa się ich podatność na degradację. Ostatnie analizy zdjęć satelitarnych pozwalają oszacować powierzchnię zwartej lasu (gdy korony drzew zajmują więcej niż 40% badanej powierzchni). Udział zwartej lasów

w powierzchni łądów jest mniejszy niż całkowita powierzchnia zalesiona i wynosi około 21% (UNEP, 2001). Około 80% powierzchni zwartych kompleksów leśnych znajduje się na terytorium piętnastu zaledwie państw (w kolejności): Rosji, Kanady, Brazyli, Stanów Zjednoczonych, Demokratycznej Republiki Kongo, Chin, Indonezji, Meksyku, Peru, Kolumbii, Boliwii, Wenezueli, Indii, Australii i Papui-Nowej Gwinei. Trzy pierwsze państwa skupiają połowę tej powierzchni, a jedna czwarta lasów rośnie w górach.

### Problemy leśne Polski

Pod względem powierzchni pokrytej lasami Polska zajmuje szesnaste miejsce w Europie, mamy 29% powierzchni zajętej przez ekosystemy leśne. Chociaż warunki siedliskowe wskazują na potencjalną roślinność lasów mieszanych, to jednak historycznie ukształtowała się dominacja lasów iglastych o uproszczonej strukturze gatunkowej, wiekowej i wysokościowej, które są wybitnie podatne na wewnętrzne i zewnętrzne zagrożenia. Najbardziej zagrożone są monokultury sosnowe – na niżu i świerkowe w górach. Powierzchnia zalesiona zmniejszała się w ciągu całego XIX i na początku XX wieku, ponosząc największe straty w czasie obydwu wojen światowych. Począwszy od zakończenia II wojny światowej powierzchnia lasów systematycznie wzrasta (z 20,8% w 1945 roku), wzrósł także w ciągu ostatnich 50 lat udział gatunków liściastych z 13% do 22,5% (Rzeczpospolita Polska Agenda 21, 1998).

*Lesistość*

Zwiększenie lesistości kraju jest jednym z priorytetów państwa, co znajduje odzwierciedlenie w wielu aktach prawnych, oto najważniejsze:

- ustawa z dnia 28 września 1991 roku o lasach, znowelizowana w 1997 roku (tekst jednolity Dz.U. 2000, nr 56, poz. 679),
- Polityka Ekologiczna Państwa z 1991 roku,
- Polityka Leśna Państwa z 1996 roku,
- krajowy program zwiększania lesistości z 1995 roku.

Nastąpiła zmiana priorytetów w gospodarce leśnej, wynikająca z przewartościowania funkcji i znaczenia lasu i postawienia funkcji ochrony dla środowiska oraz funkcji społecznych przed produkcyjnymi. Ponad 47% powierzchni lasów państwowych (78,4% wszystkich lasów znajduje się w zarządzie Lasów Państwowych) zostało uznanych za lasy ochronne, czyli takie, które chronią glebę przed erozją, zasoby wód powierzchniowych i podziemnych, mają szczególne znaczenie przyrodniczo-naukowe, znajdują się w granicach administracyjnych miast, lub w ich sąsiedztwie, w strefie ochronnej wokół sanatoriów i uzdrowisk oraz

w strefie górnej granicy lasu. Najważniejszymi aktami wykonawczymi, wprowadzającymi w życie ekologiczne zasady gospodarki leśnej, są zarządzenia Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych:

- o gospodarce leśnej na podstawach ekologicznych,
- o szczególnych zasadach zagospodarowania Puszczy Białowieskiej,
- o powołaniu Leśnych Kompleksów Promocyjnych, które są poligonem doświadczalnym wprowadzania metod gospodarki leśnej zintegrowanej z ochroną przyrody.

Program zwiększenia lesistości kraju przewiduje powiększenie powierzchni lasu do 30% powierzchni lądowej kraju w 2020 roku i 33% w 2050 roku. Zalesienia są podstawowym sposobem poprawienia struktury użytkowania ziemi w Polsce i wiążą się z wyłączeniem z uprawy obszarów o warunkach niesprzyjających uprawom rolnym. Ich powierzchnię szacuje się na ok. 3 mln hektarów, z których do 1998 roku wyłączono z uprawy 0,6 mln ha (Rzeczpospolita Polska, Agenda 21, 1998).

Ciągle poważnym problemem jest stan zdrowotny lasów, chociaż w ostatnich latach nastąpiła poprawa widoczna we wzroście liczby drzew bez uszkodzeń lub z niewielkimi uszkodzeniami (w 1996 roku klasa 0 – 10,4%, klasa 1 ostrzegawcza – 49,8%). Rozmiary uszkodzeń lasu należą w Polsce (w 1996 roku drzewa uszkodzone klasy 2 i 3 – 39,5%) do najwyższych w Europie, obok Czech i Słowacji (Rzeczpospolita Polska, Agenda 21, 1998). Wśród przyczyn tego stanu największe znaczenie ma współdziałanie czynników naturalnych i antropogenicznych. Należą do nich ekstremalne warunki klimatyczne (upalne i suche lata, silne mrozy, huraganowe wiatry), obniżanie się poziomu wód gruntowych, masowe wylęgi szkodników, choroby infekcyjne, zanieczyszczenia powietrza i wód, przekształcenia powierzchni ziemi przez górnictwo, pożary, nadmierna penetracja lasów przez turystów, a w lasach prywatnych nadmierny wyrąb.

*Stan  
zdrowotny*

### Las a zmiany klimatu

Las reaguje na zmiany klimatu, ale i na nie wpływa. Ponieważ las spełnia ważną rolę w obiegu węgla, zmniejszenie lub powiększenie jego powierzchni może stać się istotnym czynnikiem przebiegu zmian klimatycznych w XXI wieku. Istniejące obecnie lasy magazynują blisko połowę ilości węgla organicznego zawartego w roślinności i w glebach ziemi, z czego 26% przypada na lasy borealne, 20% na lasy tropikalne i 7% na lasy strefy umiarkowanej (Dixon i in. 1994). Wprawdzie szacunki ilości uwalnianego do atmosfery dwutlenku węgla w wyniku wylesienia są nie-

pewne, ale związek obydwu zjawisk jest niewątpliwy. Zarówno wzrost zawartości dwutlenku węgla w atmosferze jak i prognozowane zmiany klimatu będą miały zróżnicowane skutki, zmieniając skład gatunkowy i zasięg występowania lasu w poszczególnych regionach (IPCC 2001).

## Las a różnorodność biologiczna

Zachowanie lasów jest krytycznym warunkiem zachowania różnorodności biologicznej, ponieważ skupiają one połowę jej światowych zasobów. Naturalne lasy są ekosystemem o największym zróżnicowaniu gatunków i gatunków endemicznych. Szczególnym bogactwem wyróżniają się lasy tropikalne. Nie tylko całkowite wycięcie lasu, ale i jego fragmentacja jest zagrożeniem dla różnorodności biologicznej, ponieważ utrudnia lub uniemożliwia migracje zwierząt, ułatwia rozprzestrzenianie się gatunków obcych, a także dalszą ingerencję człowieka (UNDP, UNEP, World Bank and WRI, 2000). Trzeba dokonać inwentaryzacji pozostałych jeszcze naturalnych lasów tropikalnych i podjąć działania niezbędne dla ich ochrony mimo presji wzrastającej gęstości zaludnienia. Będzie to wymagało udzielenia wielostronnej i długotrwałej pomocy społecznościom mieszkającym w lesie i w sąsiedztwie zwartych kompleksów leśnych. Prawna ochrona lasów tropikalnych jest zagadnieniem kluczowym dla zachowania różnorodności biologicznej w skali globalnej. Obszary chronione stanowią dzisiaj 12% powierzchni lasu, najwięcej jest ich w Ameryce Łacińskiej i Północnej (20%). W wielu jednak państwach ochrona częściej sprowadza się do deklaracji składanych na papierze niż rzeczywistej działalności, zagrożona też jest presją ze strony innych form użytkowania ziemi. Zmniejszanie się populacji zwierząt żyjących w lesie wynika również z handlu dziczyzną i żywymi zwierzętami. W celu ograniczenia tych niekorzystnych zjawisk podpisano konwencję o międzynarodowym handlu zagrożonymi gatunkami fauny i flory (FAO 2001a).







Już w czasie konferencji w Sztokholmie uznano las za największy i najbardziej złożony samoregulujący się ekosystem ziemi, którego ochrona, monitorowanie w skali globalnej oraz opracowanie zasad właściwego zarządzania jest koniecznością. Niestety, w wielu regionach zasady te nie są dotrzymywane ze względu na konflikt interesów między ekologiczną polityką leśną i rozwojem gospodarczym.

W Polsce wśród niekorzystnych dla różnorodności biologicznej skutków niewłaściwie prowadzonej gospodarki leśnej największe znaczenie ma degradacja ekosystemów, w tym ubożenie ich struktury, osłabianie naturalnej odporności ekosystemów, zmiany warunków siedliskowych,

*Lasy  
tropikalne*

*Zagrożenia  
lasów  
w Polsce*

a w efekcie przekształcanie ekosystemów i wypadanie gatunków wrażliwych. W ciągu ostatnich dziesięciu lat sytuacja uległa poprawie na terenie lasów państwowych, a pogorszeniu w lasach prywatnych (tabela 6.5).

Zagrożenia	Trendy w ostatniej dekadzie	Wpływ na różnorodność biologiczną (przykłady)
zwiększanie wielkości pozyskania drewna także poprzez obniżanie wieku rębności,		degradacja ekosystemów, w tym ubożenie ich struktury,
wprowadzanie gatunków szybkorosnących bez względu na warunki siedliskowe,	pozytywne trendy w lasach państwowych,	osłabianie naturalnej odporności ekosystemów,
stosowanie niewłaściwych metod gospodarowania (np. zrębów zupełnych, głębokiej orki, rygorystyczne usuwanie posuszu, prowadzenie schematycznych cięć liniowych),		zmiany warunków siedliskowych, a w efekcie przekształcanie ekosystemów i wypadanie gatunków wrażliwych,
niewłaściwe kształtowanie granicy polno-leśnej,	negatywne trendy w lasach prywatnych (zwłaszcza nadmierna eksploatacja i brak pielęgnacji drzewostanów),	
zwiększenie intensywności nawożenia i stosowania chemicznych środków ochrony lasu przed szkodnikami,		
wprowadzanie drzew obcego pochodzenia		krzyżowanie się gatunków rodzimych z gatunkami (odmianami) obcego pochodzenia
zalesienie nowych obszarów bez pozostawienia otwartych powierzchni,		wypadanie gatunków typowych dla ekosystemów nieleśnych,
kłusownictwo	 skala lokalna  tendencje zmienne	zmniejszanie się populacji

Tab. 6.5. Niekorzystne trendy w leśnictwie i ich oddziaływanie na różnorodność biologiczną w Polsce w latach 1990–2000 (wg Rzeczpospolita Polska, Agenda 21 w Polsce 2002).

## Metody ochrony lasu

W systemowej ochronie lasów najważniejsze długofalowe znaczenie mają metody ekologiczno-biologiczne (Lonc i in. 1999). Ekologiczne poprawianie kondycji lasów polega na wzmocnieniu fizjologicznej odporności drzew, drzewostanów oraz całych ekosystemów leśnych poprzez:

- wprowadzanie ras, odmian i ekotypów drzew najlepiej przystosowanych do warunków panujących w konkretnych siedliskach,
- zwiększanie różnorodności biologicznej lasu (wprowadzanie odpowiednich domieszek biocenotycznych i podejmowanie zabiegów podnoszących żyzność gleb leśnych),
- dobór właściwych metod hodowli i pielęgnacji lasu.

W praktyce polega to na punktowym urozmaicaniu struktury sztucznych ekosystemów borowych, a więc zalesianiu małych powierzchni licznymi gatunkami drzew i krzewów, które stwarzają korzystne biotopy dla organizmów pożytecznych w lesie. Powstające w ten sposób nowe, mozaikowe zalesienia są układami otwartymi dla licznych gatunków zwierząt, w tym entomofagów, naturalnych wrogów wielu owadzych szkodników. Ponadto wprowadza się rośliny spadziodajne, obficie kwitnące i owocujące oraz wytwarzające dużą ilość ściółki, co przyczynia się do pożądanej alkalizacji próchnicy.

W biologicznej metodzie ochrony lasów w ujęciu tradycyjnym (zazwyczaj opartym na założeniach teoretycznych modelu drapieżca-ofiara) wprowadza się na obszary leśne organizmy, głównie są to:

- parazytoidy (przede wszystkim owady, na przykład pasożytnicze błonkówki i nicienie, czasami roztocza, których larwy, rozwijające się zwykle w jamie ciała innych gatunków owadów, wyjadają wewnętrzne tkanki swojego żywiciela i opuszczają jego martwe ciało),
- patogeniczne wirusy, grzyby i bakterie, głównie kryształotwórcze laseczki *Bacillus thuringiensis*, które regulują liczebność populacji szkodników.

W praktyce stosowanie w ochronie lasu parazytoidów jest trudne, gdyż wymaga to ich sztucznego namnożenia w warunkach laboratoryjnych, a następnie wprowadzenia do lasu bardzo dużej liczby osobników. Na przykład w Polsce próby zwalczania na masową skalę szkodników sosny za pomocą błonkówek, kruszynka (*Trichogramma* sp.) i szkodników z rodzaju *Apanteles* nie były zadawalające. Bardziej praktyczne w użyciu okazały się biopreparaty zawierające chorobotwórcze dla szkodników wirusy lub bakterie. W ochronie krajowych lasów, w tym dolnośląskich, stosowane są biopreparaty zawierające bakterie *Bacillus thuringiensis kurstaki* (chorobotwórcze dla liściożernych larw motyli) lub chrząszczobój-

*Ekologiczna  
ochrona  
lasów*

*Biologiczna  
ochrona  
lasów*

*Parazytoidy*

*Mikro-  
biologiczne  
insektycydy*



cze *B. th. tenebrionis*. Motylobójczymi bioinsektycydami są na przykład Dipel (Abbott Labs), Thuricidae (Sandoz), Biobit i Foray (NovoBiocontrol) oraz (produkcji krajowej) Bacilan (Walcz) i Turidan (Polfa, Pabianice), służące do zwalczania m.in. brudnicy nieparki, *Lymantria dispar* – żerującej na ponad 400 gatunkach roślin oraz szkodników drzew iglastych – zwójek, *Choristoneura diversana* i *Ch. fumiferana*, a także korowódki sosnowki, *Thaumetopoea pinivora*. Do niszczenia chrząszczy przeznaczone są natomiast preparaty: M.-One (Mycogen), Trident (Sandoz), Ditera (Abbott) i Novodor (NovoBiocontrol), skutecznie eliminują one na przykład hurmaka olszowca, *Agelastica alni* – szkodnika olchy, oraz szarynki, *Galerucella viburni* – szkodnika kaliny i żurawiny błotnej, a także *Xanthogaleruca luteola* – żerującego na wiązcie (Lonc i in. 1993).

Mikrobiologiczne insektycydy są przyjazne środowisku, gdyż charakteryzują się wysoką specyficznością (nie niszczą współżyjących, korzystnych gatunków stawonogów) oraz krótkim okresem utrzymywania się w środowisku, a poza tym nawet po kilkudziesięciu latach stosowania biopreparatów szkodniki nie wykazują wobec nich oporności (Enstville i in. 1992). Właściwości te ustalono na podstawie doświadczeń prowadzonych w Ameryce Północnej (Kanada), gdzie biologiczne metody ochrony lasów mają szczególnie długą tradycję i są stosowane w profilaktyce na skalę masową (na ok. 70% arealu).

### Feromony

Do biologicznych metod zalicza się obecnie również wykorzystywanie odpornych odmian roślin, atraktantów, głównie feromonów i hormonów oraz repelentów. Do atraktantów zaliczamy feromony płciowe i agregacyjne (płciowo-pokarmowe). W Polsce produkuje się dla leśnictwa kilkanaście feromonów i sprowadza jeszcze kilka do monitorowania szkodliwych motyli o lokalnym znaczeniu, na przykład zwójek jodłowych i wskaźnicy modrzewianeczki (*Zeiraphera griseana*) żerującej na świerku i modrzewiu, także w drzewostanach Dolnego Śląska. Pierwsza grupa feromonów wabi samce do niezaplodnionych samic, których feromony unoszą się w powietrzu smugą długości 5 km. Samce posiadają silne organy zmysłowe na czułkach, wychwytyują nimi zapach i lotem zygzakującym pod wiatr zbliżają się do samicy. Początkowo do wabienia samców używano samic, które zamykano do klateczek z metalowych prętów. Klatkę podłączano do prądu elektrycznego o wysokim napięciu, dotknięcie klateczki przez samca powodowało przeskok iskry i śmierć osobnika. Obecnie w pułapkach umieszcza się syntetyczne feromony, służące na przykład do monitorowania populacji motyli na przykład brudnicy mniszki (*Lymantria monacha* L.) i nieparki (*L. dispar* L.). Na Dolnym Śląsku na 200–400 ha borów lub lasoborów wystawia się z reguły jedną

pułapkę ze sztucznym feromonem o nazwie Lymodor. Kontrolę pułapek wykonuje się dwa lub trzy razy w tygodniu na początku rójki, potem raz na tydzień. Odłów na jedną pułapkę w okresie rójki (wysokości 900–1200 okazów) informuje o wzroście liczebności populacji i konieczności prowadzenia kontroli motyli (samic) w drzewostanach. Stałym monitoringiem objęty jest szkodnik świerka – wskaźnica modrzewianeczka.

Do odłowów korników, na przykład kornika drukarza (*Ips typographus* L.), stosuje się feromony płciowo-pokarmowe. W tej sytuacji wykorzystano zachowanie się korników, które po przezimowaniu zaczynają oblot. Pierwsze osobniki kierują się wzrokiem na ciemne (strzały drzew) i jasne pasy oraz wydzielanymi przez drzewa zapachami. Drzewa o naderwanym lub inaczej uszkodzonym systemie korzeniowym, pękniętej strzale lub uszkodzonej koronie wydzielają terpeny i  $\alpha$ -pineny, które wabią korniki. Kornik drukarz należy do korników wielożennych i to samiec wybiera miejsce do wyprowadzenia młodego pokolenia, wygryzając komorę godową i wydzielając feromony informujące wszystkie osobniki tego gatunku: tu można założyć rodzinę, bo jest pokarm i miejsce. Samiec z reguły przyjmuje trzy samice, które drążą chodniki macierzyste, w których składają jaja. Samiec w komorze, walczący o swoje terytorium i harem, zaczyna wydelać antyferomon sygnalizujący brak miejsca dla potencjalnych konkurentów. Jest to obrona przed nadmiernym zasiedleniem drzewa. Brak pokarmu prowadzi do kanibalizmu i śmierci większości larw. Pułapki feromonowe na korniki mają wysoką skuteczność odłowów przy niskiej liczebności populacji, która dochodzi do 80%. Przy wysokiej liczebności gatunku odłowu spadają poniżej 20–30%. W Sudetach w okresie kłęski ekologicznej wystawiono 70 tys. pułapek. W sezonie wegetacyjnym w jedną pułapkę odławiano maksymalnie 120 tys. sztuk kornika. Podobny efekt obserwuje się przy odłowach motyli. Spadek liczebności odławianych samców brudnicy mniszki świadczy o pojawieniu się większej ilości samic. Feromony przeciwko kornikom wykorzystuje się do wzmacniania efektu łowności klasycznych pułapek (strzał drzew) ułożonych w grupach oraz do monitorowania populacji, dzięki któremu wiadomo, kiedy zacząć wyszukiwanie drzew zasiedlonych (tzw. trocinkowych), kiedy wyłożyć pułapki na generację siostrzaną lub drugie pokolenie w sezonie wegetacyjnym.

Repelenty natomiast mają odstraszyć roślinożercę od gatunków drzew, na których nam najbardziej zależy.

Podstawą prawną ochrony lasu są liczne dokumenty. Nowa Ustawa o lasach (przywoływana już ustawa z dnia 28 września 1991 roku o lasach, Dz.U. 2000, nr 56, poz. 679), powołująca się na zasadę zrównowa-

*Ochrona  
prawna  
lasów*

żonego rozwoju, przyspieszyła wdrażanie programów dostosowawczych do wymogów międzynarodowych – zrównoważonego rozwoju lasów i leśnictwa. W związku z tym od 1995 roku realizowane jest w Polsce Zarządzenie 11 – zawierające wytyczne w sprawie doskonalenia gospodarki leśnej na podstawach ekologicznych, które obejmuje następujące zalecenia:

- Ekologiczno-biologiczne metody ochrony lasów*
- preferowanie czynników zwiększających trwałość lasu w całym postępowaniu hodowlanym i ochronnym (zgodność z warunkami siedlisk, naturalność, rodzimność, różnorodność, witalność, bogactwo genetyczne),
  - przywracanie utraconej różnorodności biocenoz leśnych i wzbogacanie krajobrazu leśnego przez różnicowanie zgodnie z warunkami naturalnymi: struktury gatunkowej, wiekowej, warstwowej i przestrzennej drzewostanów m.in. pozostawiając niektóre stare drzewa do ich fizjologicznej starości, a nawet biologicznej śmierci oraz wzbogacanie składu gatunkowego drzew i krzewów,
  - ograniczenie procesów degradacji stosunków wodnych w lasach m.in. zachowując i odtwarzając śródleśne zbiorniki i ciekie wodne oraz uznając torfowiska, bagna, moczary i łąki śródleśne za użytki ekologiczne,
  - wzbogacanie strefy ekotonowej, czyli granic: las–pole i las–woda, przez tworzenie pasa ochronnego złożonego z roślinności zielonej, krzewów, niskich drzew i luźnego piętra górnego,
  - inicjowanie naturalnych odnowień lasu na wszystkich siedliskach o ile uzasadnia to skład gatunkowy drzewostanów, ich jakość i pochodzenie,
  - ograniczenie zrębów zupełnych i unikanie prostych linii zrębowych.

Zarządzenie 11 zakłada, że ekologiczne i biologiczne oraz mechaniczne metody ochrony lasu są priorytetowe w profilaktycznych, kompleksowych zabiegach, a stosowanie chemicznych środków ochronnych jest dopuszczalne tylko jako działanie uzupełniające i ostateczne, kiedy istnieje obawa wystąpienia szkód gospodarczych na ogromną skalę i to tylko w miejscach i na zasadach określonych ustawami o ochronie roślin uprawnych i ochronie przyrody. Wytyczne zarządzenia powinny racjonalizować gospodarkę leśną poprzez odchodzenie od schematyzmu oraz indywidualizowanie rozwiązywanych problemów, stosownie do konkretnej sytuacji.

Dotychczas w Polsce duży procent lasów (ok. 80%) pozostawał w sektorze państwowym, co pozwalało na stosunkowo łatwe prowadzenie spójnych działań w zakresie ochrony lasów. Istnieje jednak obawa, że wdrożenie ustawy o restrytyzacji gruntów i związana z nią możliwość fragmentacji kompleksów leśnych mogłoby zakłócić utrzymanie w naszym kraju dotychczasowego tempa korzystnych zmian. W celu prze-

ciwdziałania ewentualnym zagrożeniom związanym z reprivatyzacją sejm przyjął Ustawę z dnia 6 lipca 2001 roku o zachowaniu narodowego charakteru strategicznych zasobów naturalnych kraju (Dz.U. 2001, nr 97, poz. 1051). Zaliczone są do nich, obok wód powierzchniowych, podziemnych oraz morskich wraz z pasmem wybrzeża i kopalin, także lasy państwowe i zasoby przyrodnicze parków narodowych. Ustawa orzeka, że wymienione zasoby, stanowiące własność skarbu państwa, nie podlegają przekształceniom własnościowym, a gospodarowanie nimi jest prowadzone zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju w interesie dobra ogólnego.

Naturalne lasy są ekosystemem o największym zróżnicowaniu gatunków i skupiają połowę światowych zasobów różnorodności biologicznej. Ich zachowanie ma więc podstawowe znaczenie dla ochrony bioróżnorodności na Ziemi. Całkowita powierzchnia lasu systematycznie zmniejsza się, a głównymi przyczynami jest trwająca od wieków ekspansja rolnictwa i nadmierny wypas oraz wyręb drewna. W ochronie zasobów leśnych wykorzystuje się prawa i zasady ekologii. Ekologiczne poprawianie kondycji lasów polega na wzmocnieniu fizjologicznej odporności drzew, drzewostanów oraz całych ekosystemów, wprowadza się też na obszary leśne organizmy, głównie pasożytniki i patogeny, które regulują liczebność populacji szkodników. Przyjazne środowisku są biopreparaty *Bacillus thuringiensis*.

## 5. Różnorodność biologiczna

### SŁOWA KLUCZOWE:

globalne szacunki różnorodności biologicznej, zmiany globalne różnorodności biologicznej, przyczyny zagrożeń, zmiana pokrycia terenu – utrata i degradacja siedlisk, zmiany klimatu, wpływ zanieczyszczeń, nadmierna eksploatacja zasobów naturalnych, rozprzestrzenianie się gatunków obcych.

### Globalne szacunki różnorodności biologicznej

Różnorodność biologiczna odnosi się do organizmów żyjących we wszystkich środowiskach lądowych i wodnych (morskich i wód śródlądowych) oraz do ekosystemów, których są częścią. Obejmuje różnorodność w obrębie gatunku (różnorodność puli genetycznej), zróżnicowanie gatunkowe i zróżnicowanie ekosystemów. Oszacowanie różnorodności biologicznej w skali globalnej nastrocza wiele trudności, jedną z nich jest brak powszechnie przyjętej klasyfikacji ekosystemów. Olson (1994) wydzielił

*Różnorodność biologiczna*

*Globalna  
liczba  
gatunków*

94 ekosystemy występujące na ziemi i na tej podstawie zrobiono zestawienie, z którego wynika, że najbogatszym jest ekosystem wieczniezielonego lasu równikowego, który, zajmując tylko 10% powierzchni lądów, zawiera 90% gatunków żyjących na ziemi. Dużym bogactwem gatunkowym odznaczają się także ekosystemy wodno-błotne strefy podzwrotnikowej oraz rafy koralowe. Oszacowano, że całkowita liczba żyjących gatunków może sięgać 14 mln, jednak są to dane niepewne, ponieważ nie znamy wielu gatunków bakterii, owadów i grzybów (tabela 6.6). Organizmy żyjące na ziemi spełniają wiele ważnych z punktu widzenia człowieka funkcji w środowisku, na przykład regulacja składu chemicznego atmosfery, ochrona wybrzeży morskich, regulacja obiegu wody, powstawanie gleb i zachowanie ich żyzności, rozkład odpadów i ścieków, usuwanie wielu zanieczyszczeń, zapylanie wielu roślin uprawnych. Wielu tych zależności nie znamy, tym bardziej trudno oszacować ich ekonomiczną

*Wartość  
ekonomiczna  
różnorodności  
biologicznej*

wartość. Niemniej próby takie są czynione i oszacowano, że w skali globalnej wartość 17 funkcji ekosystemów wynosi od 16 do 54 trylionów (trylion w Anglii to  $10^{18}$ , w Ameryce  $10^{12}$ ) dolarów amerykańskich rocznie (Constanza i in. 1997). Szacunki takie, choć niepewne, pozwalają przełożyć straty, jakie ludzkość ponosi niszcząc (abstrakcyjną dla wielu ludzi) różnorodność biologiczną, na powszechnie znaną miarę – pieniądź. Praktycznym zastosowaniem wartości dóbr dostarczanych człowiekowi przez środowisko przyrodnicze jest wypracowanie przez ekonomistów pojęcia tak zwanych kosztów zewnętrznych produkcji lub innych działań człowieka. Bioróżnorodność ma bardzo konkretną wartość także dla ludzkiego zdrowia. Oszacowano, że wartość farmaceutyków otrzymywanych dzięki genetycznym zasobom ziemi sięga 150 mln dolarów amerykańskich rocznie, a 75% ludności świata korzysta w opiece medycznej z naturalnych surowców (UNDP, UNEP, World Bank and WRI, 2000). Rolnictwo także bazuje na różnorodności biologicznej, toteż jej zachowanie jest warunkiem bezpieczeństwa żywnościowego ludności świata.

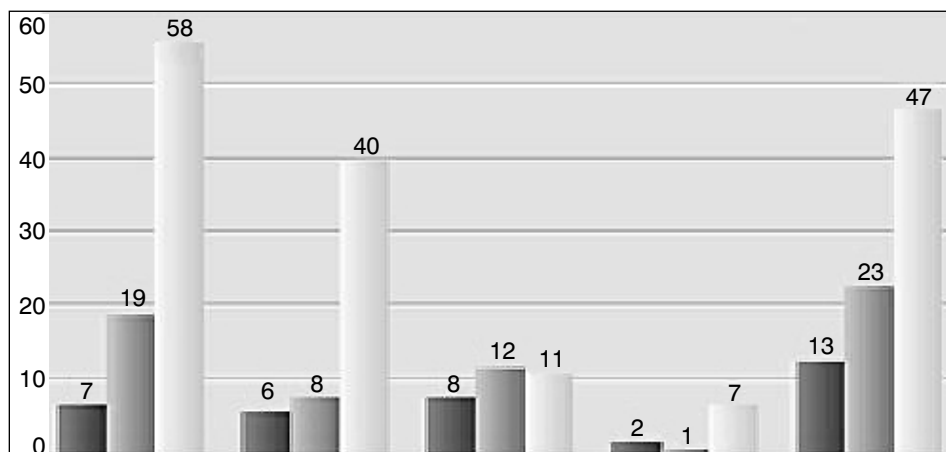
<b>królestwo</b>	<b>liczba opisanych gatunków</b>
bakterie	4000
protista (algi, protozoa, etc.)	80 000
zwierzęta: kręgowce	52 000
zwierzęta: bezkręgowce	1272 000
grzyby	72 000
rośliny	270 000
ogółem gatunki opisane	1 750 000
szacunkowa liczba gatunków, łącznie z nieznanymi	14 000 000

Tab. 6.6. Szacunkowa liczba opisanych gatunków (UNEP, WCMC 2000).

## Zmiany globalne różnorodności biologicznej

Współczesne zmiany różnorodności biologicznej odbywają się w niespotykanym wcześniej tempie (Pimm i in. 1995), a głównymi przyczynami są zmiany pokrycia terenu i użytkowania ziemi, zmiany klimatyczne, wzrost zanieczyszczeń, nadmierna eksploatacja zasobów naturalnych oraz rozprzestrzenianie się gatunków obcych w danym siedlisku. Znaczenie wymienionych przyczyn jest różne w różnych ekosystemach, na przykład zmiana pokrycia terenu jest bardzo ważna w lasach tropikalnych (wycinanie lasu), a mniejsze jest znaczenie tego czynnika w lasach borealnych oraz w lasach liściastych i mieszanych strefy umiarkowanej. Rola zanieczyszczeń jest największa na obszarach zurbanizowanych półkuli północnej. Z kolei wolne od zagrożenia ze strony gatunków obcych są ekosystemy, które występują w miejscach oddalonych od działalności człowieka. Głębszych powodów, stanowiących podłoże przyczyn bezpośrednich, należy upatrywać we wzroście liczby ludności i w nadmiernej konsumpcji społeczeństw, nieprzestrzeganiu zasad zrównoważonego rozwoju, gwałtownej urbanizacji, nasileniu konfliktów międzynarodowych i nierówności między bogatymi i najbiedniejszymi państwami świata.

Nasilaniu zagrożeń dla różnorodności biologicznej towarzyszy problem ginących gatunków, który stał się w ostatnich trzydziestu latach jednym z podstawowych dla ochrony środowiska (ryc. 6.3). Listę gatunków zagrożonych wyginięciem i wymagających ochrony sporządza i re-



Legenda: zagrożone krytycznie – ekstremalne ryzyko wyginięcia w najbliższej przyszłości; zagrożone – bardzo duże ryzyko wyginięcia w najbliższej przyszłości; wrażliwe – duże ryzyko wyginięcia w najbliższej przyszłości.

Ryc. 6.3. Liczba gatunków kręgowców zagrożonych wyginięciem w Europie (wg GEO 3, 2002)

*Czerwona Księga* gularnie publikuje Światowa Unia Ochrony Przyrody (IUCN). Jest to tak zwana „Czerwona Księga” (IUCN „Red List”), z której wynika, że 24% ssaków (1130) i 12% ptaków (1183.) należy do gatunków zagrożonych wyginięciem (Hilton-Taylor 2000). Ich liczba systematycznie wzrasta, ale ścisłość prognoz opierających się na analizie danych zawartych w „Czerwonej Księdze” (tabela 6.7.) trzeba traktować z ostrożnością, ponieważ zmianie podlegają także kryteria, na podstawie których wpisuje się do niej zagrożone gatunki. Oszacowanie liczby gatunków, które faktycznie wyginęły w ciągu ostatnich trzydziestu lat nie jest łatwe. Według danych Committee on Recently Extinct Organisms (CREO 2001) od 1970 roku wyginęło 58 gatunków ryb, a organizacja BirdLife International podaje liczbę 9 gatunków ptaków, które wyginęły w tym samym czasie (BirdLife International 2000). Opracowano też specjalny „wskaźnik żyjącej planety” (Living Planet Index) przy współpracy trzech międzynarodowych organizacji: UNEP (United Nation Environment Programme), WCMC (World Conservation Monitoring Programme) i WWF (World Wildlife Fund). Wskaźnik obliczany jest na podstawie tendencji zmian liczebności populacji żyjących w trzech reprezentatywnych ekosystemach: lesie, zbiornikach wód śródlądowych oraz morzach i oceanach. Wszystkie trzy wskaźniki pokazują tendencję malejącą (Loh 2000).

### Przyczyny zagrożeń

Zmiana pokrycia terenu jest bezpośrednią przyczyną utraty i degradacji siedlisk, a to z kolei prowadzi do zmniejszenia liczby gatunków na danym terenie. Na przykład przekształcenie obszarów leśnych w tereny upraw

	Ssaki	Ptaki	Gady	Płazy	Ryby	Ogółem
Afryka	294	217	47	17	148	723
Ameryka Łacińska	526	523	106	67	247	1469
Ameryka Północna	51	50	27	24	117	269
Azja i Wyspy Pacyfiku	526	523	106	67	247	1469
Azja Zachodnia	0	24	30	8	9	71
Europa	82	54	31	10	83	260
Regiony polarne	0	6	7	0	1	14

Tab. 6.7. Gatunki zagrożone wyginięciem uporządkowane według kontynentów (wg. GEO 3, 2002).

rolnych prowadzi lokalnie do wyginięcia gatunków zwierząt związanych z tym ekosystemem. W skali globalnej zjawisko to w ostatnich trzydziestu latach objęło 1,2 mln km<sup>2</sup>. Szacuje się, że 83% ssaków i 85% ptaków zagrożonych wyginięciem żyło na takich obszarach (Sala i in. 2000, Hilton-Taylor 2000). Także inne zmiany użytkowania ziemi – wzrost intensywności rolnictwa, przeznaczenie terenu niezabudowanego pod budownictwo, ekspansja miast, eksploatacja górnicza i budowa sztucznych zbiorników wodnych – są zagrożeniem dla różnorodności biologicznej. Prowadzą one zawsze do utraty naturalnych siedlisk i do ich degradacji.

Szczególnie wrażliwe są pod tym względem obszary suche, które zajmują jedną trzecią powierzchni lądów. Degradacja obszarów suchych przejawia się przede wszystkim w procesie ich pustyńnienia. Według ostatnich szacunków zjawisko to dotyka około 250 mln ludzi, mieszkających w strefie suchej (UNCCD 2001). Na międzynarodowej konferencji poświęconej problemom pustyńnienia (w 1977 roku) opracowano program działań, których celem jest przeciwdziałanie zjawisku pustyńnienia. W 1996 roku podpisano konwencję United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD).

Drugim podobnie wrażliwym i ważnym z punktu widzenia różnorodności biologicznej ekosystemem są tak zwane obszary wodno-błotne, na których zwierciadło wód gruntowych znajduje się na powierzchni ziemi lub płytko pod powierzchnią. Należą do nich obszary stagnującej na powierzchni płytkiej wody, bagna, torfowiska i różnego rodzaju siedliska podmokłe stale lub okresowo. Znaczenie obszarów wodno-błotnych jest ogromne zarówno dla stabilizacji cyklu obiegu wody, jak i jako siedliska bardzo wielu gatunków. Mają one także znaczenie gospodarcze dla rybołówstwa oraz zaopatrzenia ludności w wodę. W celu ochrony przed utratą siedlisk wodno-błotnych, podpisano w 1971 roku specjalną konwencję międzynarodową poświęconą tym obszarom. Jest to tak zwana konwencja ramsarska (Convention on Wetlands of International Importance Especially as Waterfowl Habitat).

Najpowszechniej stosowanym środkiem, służącym przeciwdziałaniu zjawisku utraty i degradacji siedlisk, jest obejmowanie obszarów różnymi formami prawnej ochrony, na przykład w formie parków narodowych i rezerwatów. Podpisano też konwencję o ochronie miejsc światowego dziedzictwa (World Heritage Convention), którą objęto 167 obszarów. Globalna powierzchnia obszarów chronionych wzrosła z 3 mln km<sup>2</sup> w 1970 roku do 12 mln km<sup>2</sup> w końcu lat 90. XX wieku (GEO 3, 2002). Najbardziej znaczącym dokumentem związanym z różnorodnością biologiczną jest podpisana w 1993 roku Konwencja o Różnorodności Biolo-

*Obszary suche**Pustyńnienie**Obszary wodno-błotne**Konwencja ramsarska**Formy ochrony*



*Konwencja o Różnorodności Biologicznej* (Convention on Biological Diversity – CBD). Jej główne cele to: zachowanie różnorodności biologicznej, zrównoważone użytkowanie jej składników oraz dzielenie się zasobami genetycznymi ziemi. Konwencja funkcjonuje stosunkowo krótko i trudno byłoby stwierdzić, jaki jest jej pozytywny wpływ na różnorodność biologiczną. Przeszkodą jest także brak wypracowanych metod, pozwalających wykryć związek między polityką ekologiczną państwa a zmianami różnorodności biologicznej. Zadanie takie stoi przed krajowymi i międzynarodowymi zespołami ekspertów. Z dotychczasowych analiz wynika, że parki narodowe na 93% obszarów objętych prawną ochroną skutecznie powstrzymują niszczenie roślinności naturalnej, nieco mniej skutecznie budownictwo, wypas i łowiectwo (Bruner i in. 2001).

*Zmiany klimatu* Zmiany klimatu, polegające na globalnym ociepleniu, są drugą przyczyną zagrożenia dla różnorodności biologicznej poprzez niekorzystny wpływ na istniejące ekosystemy. Taki wniosek sformułowano w wyniku obserwacji i badań w ramach IPCC (International Programme of Climate Change) – międzynarodowego programu badania zmian klimatu (IPCC 2001). Jedne ekosystemy znikną, inne mogą podlegać dramatycznym zmianom składu gatunkowego. W wielu obszarach nasilić się może proces pustynnienia, wzrosnie też prawdopodobnie wrażliwość niektórych gatunków na wyginięcie. Takie niekorzystne zjawiska można przewidzieć na podstawie fragmentarycznych obserwacji (na przykład w ekosystemie raf koralowych) oraz ogólnych prawidłowości klimatycznych i ekologicznych. Natomiast nie możemy jeszcze przewidzieć ani zbilansować w skali globalnej wpływu zmian klimatu na różnorodność biologiczną.

*Zanieczyszczenia* Wpływ zanieczyszczeń na różnorodność biologiczną stwierdzono w odniesieniu do związków azotu. Ich wzrastająca zawartość w glebie i w wodzie jest skutkiem nadmiernego stosowania nawozów w rolnictwie oraz spalania paliw kopalnych. Zmiana składu chemicznego gleby i wody prowadzi do zmian składu gatunkowego zbiorowisk roślinnych, na przykład przemiana wrzosowisk w ubogie zbiorowiska trawiaste w Holandii (Vitousek i in. 1997). Związki azotu prowadzą do eutrofizacji zbiorników wodnych i rozprzestrzeniania się w nich toksycznych alg. Problemem o znaczeniu globalnym są także zanieczyszczenia ropą i związkami ropopochodnymi. Największe znaczenie mają katastrofy tankowców i innych urządzeń służących do transportu paliw płynnych. Rozmiary zanieczyszczeń ilustruje całkowity tonaż – 108 tys. ton paliw, które tylko w jednym roku (1998) przedostały się do mórz i oceanów oraz środowisk śródlądowych w 215 katastrofach (GEO 3, 2002).

Nadmierna eksploatacja zasobów naturalnych jest kolejnym zjawiskiem prowadzącym do zmniejszenia różnorodności biologicznej uwikłanym w złożoną sieć powiązań gospodarczych, społecznych i politycznych. Na przykład niszczenie lasów wiąże się ze wzrostem zapotrzebowania na drewno. Sama tylko konsumpcja papieru wzrosła w skali globalnej trzykrotnie w ciągu ostatnich trzydziestu lat. Duże straty dla bioróżnorodności wynikają także z nadmiernej eksploatacji innych zasobów lasu oraz handlu dziczyzną i żywymi zwierzętami. Od 1976 roku międzynarodowe statystyki obejmują handel produktami fauny i flory. Najbardziej spektakularne są dane obrazujące eksploatację zasobów mórz i oceanów. Od 1960 roku światowe spożycie ryb wzrosło 240%, a 70% zasobów gatunków ryb o handlowym znaczeniu zostało zaliczonych do nadmiernie wyeksploatowanych, bądź takich, w których liczebność systematycznie spada (FAO 1999).

*Nadmierna eksploatacja zasobów naturalnych*

Rozprzestrzenianie się gatunków obcych związane jest ściśle z działalnością człowieka. Obce gatunki zagrażają lokalnym ekosystemom za pośrednictwem mechanizmów ekologicznych (konkurencja i drapieżnictwo), a także poprzez zmiany zachodzące w siedlisku i rozerwanie istniejących w ekosystemie powiązań. Rozprzestrzenianie się gatunków obcych niszczy zjawisko endemizmu zarówno w świecie roślin, jak i zwierząt. W 1996 roku powstał międzynarodowy program badawczy Global Invasive Species Programme (GISP). Jego celem jest wypracowanie nowych sposobów przeciwdziałania inwazji obcych gatunków w skali globalnej i lokalnej.

*Gatunki obce*

Pomimo wielu inicjatyw podjętych dla zachowania różnorodności biologicznej, dostępne dane wskazują na razie, że funkcjonowanie wielu niekorzystnych czynników nie zostało zahamowane, a czasem nawet się pogłębia. Dotyczy to zwłaszcza degradacji i utraty siedlisk oraz inwazji gatunków obcych.

Różnorodność biologiczna obejmuje pulę genetyczną gatunków, zróżnicowanie gatunków oraz biocenoz w ekosystemach. W skali globalnej najbogatsze są ekosystemy wiecznie zielonego lasu równikowego, ekosystemy wodno-błotne strefy podzwrotnikowej oraz rafy koralowe. Głównymi przyczynami zmniejszania się różnorodności biologicznej Ziemi są zmiany użytkowania ziemi (prowadzące do utraty i degradacji siedlisk) zmiany klimatyczne, wzrost zanieczyszczeń, nadmierna eksploatacja zasobów naturalnych oraz rozprzestrzenianie się gatunków obcych. W celu ochrony globalnych zasobów bioróżnorodności rozszerza się obszary objęte różnymi formami ochrony prawnej.

## 6. Woda

### SŁOWA KLUCZOWE:

światowe zasoby wody, dostępność zasobów wody, zasoby wody a rolnictwo nawadniane, jakość wody, wody podziemne, woda a ekosystemy, zasady zrównoważonej gospodarki wodnej, problemy wodne Polski.

### Światowe zasoby wody

*Zasoby wody* Całkowite zasoby wody na ziemi wynoszą prawie 1 400 mln km<sup>3</sup>, z czego tylko 2,5% to woda słodka (tabela 6.8). W większości słodka woda

*Woda słodka* zgromadzona jest w postaci wiecznego lodu i śniegu na Grenlandii i Antarktydzie lub w głęboko zalegających zbiornikach podziemnych. Głównym źródłem wody użytkowanej przez człowieka są jeziora, rzeki, woda zmagazynowana w glebie oraz w stosunkowo płytszych zbiornikach wód podziemnych. Te zasoby to tylko 200 000 km<sup>3</sup>, czyli mniej, niż 1% zasobów wody słodkiej i 1/100 całkowitych zasobów wody na ziemi. Znaczna ich część występuje daleko od obszarów zamieszkanymi, utrudniając tym samym ich wykorzystanie. Uzupełnianie wody w zbiornikach na lądzie zależy od parowania wody z powierzchni oceanów.

*Oceany* Jest to ilość ogromna, rocznie z powierzchni oceanów paruje 505 000 km<sup>3</sup> wody, dalsze 72 000 km<sup>3</sup> wody paruje z lądów. Wyparowana woda powraca na Ziemię w postaci opadów atmosferycznych,

	objętość [tys. km <sup>3</sup> ]	całkowite zasoby [%]	zasoby wody słodkiej [%]
<b>woda słona</b>			
oceany	1338000	96,54	
zasolone wody podziemne	12870	0,93	
słone jeziora	85	0,006	
<b>wody śródlądowe</b>			
lodowce, wieczne śniegi	24054	1,74	68,7
słodkie wody podziemne	10530	0,76	30,06
wody wiecznej zmarzliny	300	0,022	0,86
jeziora	91	0,007	0,26
woda glebowa	15,5	0,001	0,05
para wodna w atmosferze	12,9	0,001	0,04
bagna, obszary wodno-błotne	11,5	0,001	0,03
rzeki	2,12	0,0002	0,006
biosfera	1,12	0,0001	0,003
<b>całkowite zasoby wody</b>	<b>1386000</b>	<b>100</b>	
<b>całkowite zasoby wody słodkiej</b>	<b>35029</b>		<b>100</b>

Tab. 6.8. Światowe zasoby wody (wg Shiklomanov 1993)

przy czym większa jej ilość, spada na lądy (119 000 km<sup>3</sup>/rok – więcej niż z lądów wyparowuje) niż na oceany (458 000 km<sup>3</sup>/rok). Różnica tych wielkości wynika z cyklu obiegu wody, na który obok parowania i opadów atmosferycznych składa się jeszcze odpływ powierzchniowy (około 47 000 km<sup>3</sup>). Ponad połowa całkowitego odpływu powierzchniowego przypada na Azję i Amerykę Łacińską, a w niej na jedną rzekę – Amazonkę, której roczny odpływ wynosi 6000 km<sup>3</sup>.

*Obieg wody*

### Dostępność zasobów wody

Nierównomierne rozmieszczenie zasobów wody na Ziemi i sposób rozmieszczenia ludności powodują, że około jedna trzecia ludności świata żyje w warunkach umiarkowanego lub dużego deficytu wody (o takim deficycie mówimy wtedy, gdy konsumpcja wody jest większa, niż 10% odnawialnych zasobów). Ludność 80 krajów, stanowiąca 40% liczby ludności świata, odczuła skutki katastrofalnych susz, jakie wystąpiły w połowie lat 90. XX wieku (CSD 1997). W perspektywie najbliższych 25 lat przewiduje się powiększenie do dwóch trzecich liczby ludności świata, narażonej na deficyt wody a także, że wzrośnie konsumpcja wody o 40% (World Water Council 2000, ryc. 6.4).

*Deficyt zasobów wody*

Głównymi przyczynami wzrastającego zużycia ograniczonych zasobów wody w ostatnim stuleciu były: wzrost demograficzny, rozwój przemysłu oraz rozwój rolnictwa nawadnianego. Rozwój rolnictwa nawadnianego miał kluczowe znaczenie dla ukształtowania się zasad gospodarki wodnej, które przyjmowali planiści w ciągu dziesięcioleci, a które ostatnio są weryfikowane pod wpływem upowszechnienia się świadomości ekologicznej i idei ochrony środowiska. Założeniem owych zasad było przekonanie, że rosnące zapotrzebowanie na wodę do nawadniania, hydroelektrowni i dla celów konsumpcyjnych należy zaspokajać przez przegradzanie rzek oraz tworzenie sztucznych zbiorników wodnych. W rezultacie dzisiaj około 60% spośród 226 największych rzek na

*Przyczyny*

Legenda:  <1 katastrofalnie małe,  1–2 bardzo małe,  2–5 małe,  5–10 średnie,  10–20 duże,  >20 bardzo duże

Ryc. 6.4. Dostępne zasoby wody w roku 2000 (1000 m<sup>3</sup>/ 1 mieszkańca/rok; wg GEO 3, 2002).

świecie uległo silnej lub umiarkowanej fragmentacji zaporami i kanałami, co bez wątpienia spowodowało zmiany w samej rzece i ekosystemach nadwodnych (WCD 2000).

*Sztuczne zbiorniki*

Budowa sztucznych zbiorników wodnych przyniosła wymierne korzyści w postaci większej produkcji rolnej czy taniej energii elektrycznej. Spowodowała jednak również duże koszty. Przemieszczono ogółem w różnych częściach świata 40–50 mln ludzi, co zawsze powoduje wiele problemów natury społecznej, nie wspominając o kosztach ekonomicznych (WCD 2000). Zniknęło wiele cennych siedlisk, a ekosystemy uległy nieodwracalnym zmianom (patrz podrozdz. *Woda a ekosystemy*). W strefie suchej wprowadzenie wody do ekosystemu spowodowało wtórne zasolenie gleb, które doprowadziło do wyłączenia ich z uprawy (Kantowicz 1999). Współczesne zasady gospodarki wodnej w większym stopniu integrują cele gospodarcze ze społecznymi i z potrzebami ochrony środowiska.

**Zasoby wody a rolnictwo nawadniane**

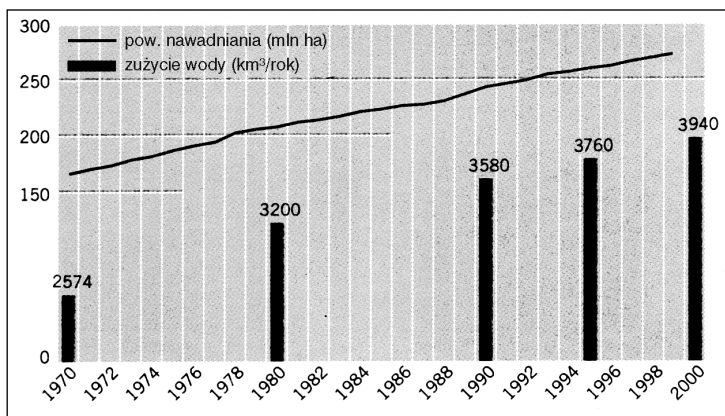
*Powierzchnia nawadniana*

Rolnictwo w całości zużywa 70% zasobów wodnych jezior, rzek i zbiorników wód podziemnych. Większość tych zasobów przeznaczana jest na nawadnianie upraw, które dają łącznie 40% żywności dostarczanej przez rolnictwo (CSD 1997, ryc. 6.5). Powierzchnia nawadniana wzrosła w ciągu ostatnich trzydziestu lat z 200 do 270 mln ha (FAO 2001).

*Zasolenie gleb*

W tym samym okresie zużycie wody wzrosło z 2500 do 3500 km<sup>3</sup> (Shiklomanow 1997). Niewłaściwe techniki nawadniania powodowały

zasolenie około 1,5 mln ha gleb rocznie, co spowodowało degradację 20% powierzchni obszarów nawadnianych, bardzo obniżając zbiory (WCD 2000). Reakcją na te niekorzystne zjawiska było powstanie wielu



Ryc. 6.5. Globalna powierzchnia nawadniania na tle zużycia wody (wg GEO 3, 2002)

krajowych programów reformujących gospodarkę wodną oraz technologię nawadniania. W skali międzynarodowej w 1993 roku został uruchomiony globalny system informacyjny AQUASTAT dostarczający danych o zapotrzebowaniu i zasobach wody dla rolnictwa (FAO 2001c).

## Jakość wody

Problem jakości wody jest w niektórych regionach równie ważnym problemem środowiskowym, jak niedostateczna ilość wody. Różne są źródła zanieczyszczeń przedostających się do wody. Są to nieoczyszczone ścieki komunalne i przemysłowe, niekontrolowane wycieki produktów ropopochodnych i innych chemikaliów, wody kopalniane, zanieczyszczenia spływające z pól i gospodarstw rolnych (nawozy chemiczne i środki ochrony roślin, odchody zwierzęce). Więcej niż połowa rzek świata jest poważnie zanieczyszczona, co przyczynia się do degradacji ekosystemów nadwodnych i zagraża zdrowiu ludzi (World Commission on Water, 1999). W wielu biednych regionach świata ludność korzysta z wody niezdatnionej do picia. Ponad miliard ludzi na świecie nie ma dostępu do pitnej wody, a kolejne 2,4 mld nie korzysta z urządzeń sanitarnych (WHO and UNICEF, 2000), cierpiąc z tego powodu na liczne choroby. Większość z nich żyje w Afryce i Azji.

*Źródła zanieczyszczeń*

*Dostęp do czystej wody*

## Wody podziemne

Od zasobów wód podziemnych zależy około jedna trzecia ludności świata. Roczne zużycie sięga 600–700 km<sup>3</sup> (GEO 3 2002) i czerpane jest głównie z płytko zalegających poziomów wodonośnych. Znaczna część ludności wiejskiej korzysta wyłącznie z zasobów wód podziemnych i wówczas problem jakości tych wód nabiera szczególnie dużego znaczenia, dotyczy to zwłaszcza ludności wiejskiej Europy. Wody podziemne narażone są na ryzyko nadmiernej eksploatacji, a także zanieczyszczenia (tab. 6.9 zob. str. 242). Gdy zużycie przekracza tempo odnawiania się zasobów, wówczas obniża się poziom zwierciadła wód, rosną koszty wydobycia i zużycie musi być ograniczane. Na terenach nadbrzeżnych nadmierna eksploatacja powoduje intruzję wody słonej, zanieczyszczając wodę w studniach odległych nawet o kilkanaście kilometrów od brzegu. Problem nadmiernej eksploatacji wód podziemnych jest najbardziej istotny w Indiach, Chinach, Azji Zachodniej, państwach byłego ZSRR, zachodniej części Stanów Zjednoczonych i na Półwyspie Arabskim.

*Zasoby wód podziemnych*

*Zanieczyszczenia*

*Nadmierna eksploatacja*

*Problemy  
jakości wód  
podziemnych*

<b>problem</b>	<b>przyczyny</b>	<b>substancje zanieczyszczające</b>
zanieczyszczenia antropogeniczne	niedostateczne zabezpieczenie zbiorników wód podziemnych przed dopływem zanieczyszczeń z terenów miast i przemysłu, rolnych	patogeny, azotany, azot amonowy, chlorki, siarczany, bor, metale ciężkie, DOC, wodorowęglany aromatyczne, pestycydy
skażenia naturalne	związane ze zmianami pH- Eh* i rozpadem minerałów (procesy te mogą być przyspieszone oddziaływaniami antropogenicznymi)	żelazo, związki fluoru i arsenu, mangan, magnez, glin, siarczany, selen, azotany
zanieczyszczenia ze studni	niewłaściwie zbudowane studnie, umożliwiające infiltrację zanieczyszczonych płytkich wód gruntowych	głównie patogeny

\*Eh, czyli tzw. potencjał oksydoredukcyjny lub potencjał redox, to wskaźnik charakteryzujący warunki utleniania i redukcji w roztworze. Oznacza się go przez pomiar różnicy potencjałów powstających na elektrodach. Wartości wahają się od około 100 mV do około 750 mV, zależnie od stopnia nasycenia roztworu wodorem cząsteczkowym (H<sub>2</sub>): im wyższa jest koncentracja H<sub>2</sub>, tym zdolności redukcyjne roztworu są większe i odwrotnie, a także od pH środowiska i reakcji mikrobiologicznych. Obydwie wartości Eh i pH wpływają na obecność w wodzie substancji zanieczyszczających.

Tab. 6.9. Problemy jakości wód podziemnych (wg GEO 3, 2002).

### Woda a ekosystemy

Gospodarka wodą w XX wieku spowodowała duże zmiany w ekosystemach wodnych i nadwodnych. W znacznym stopniu zostały wyeliminowane ekosystemy bagienne i inne typy ekosystemów wodno-błotnych, ponieważ wodę skierowano do innego użytkowania, zmieniono kierunek przepływu lub zanieczyszczono ściekami komunalnymi i przemysłowymi. W wielu rzekach i jeziorach zmieniło się funkcjonowanie ekosystemu. W wielkich rzekach pobór wody obniżył wielkość przepływu, co odbiło się na funkcjonowaniu terenów nadbrzeżnych. Ekosystemy wodno-błotne spełniają ważną funkcję w środowisku, nie tylko dla różnorodności biologicznej, ale także dla regulacji obiegu wody. Na przykład są natural-

*Ekosystemy  
wodno-błotne*

nym zabezpieczeniem przeciwpowodziowym, ponieważ mogą zaabsorbować dużą ilość wody w czasie nadejścia fali powodziowej. Poprawiają też jakość wód powierzchniowych, gdyż duża biomasa, występująca w ekosystemach wodno-błotnych, wspomaga biologiczne usuwanie zanieczyszczeń. W biomacie zmagazynowany jest węgiel, a więc ekosystemy te spełniają też ważną funkcję w cyklu jego obiegu. Wreszcie tworzą zasoby użytecznych dla człowieka produktów: ryby, mięczaki i skorupiaki, drewno i włókna roślinne. Oszacowanie całkowitego obszaru zajmowanego przez ekosystemy wodno-błotne jest niedokładne, ale ostatnie badania wskazują, że pozostało ich jeszcze co najmniej 12,8 mln km<sup>2</sup> (Finlayson i in. 1999). Działalność człowieka, głównie rolnictwo i osadnictwo spowodowało w XX wieku utratę około połowy występujących na świecie obszarów wodno-błotnych (Finlayson i in. 1999). Ich zniszczenie pogorszyło jakość zasobów wody i zmniejszyło ich ilość, zmniejszając tym samym ilość dostępnej dla człowieka wody. Dla ochrony ekosystemów wodno-błotnych podpisano w 1992 roku konwencję ramsarską.

### Zasady zrównoważonej gospodarki wodnej

O ile w latach 70. i 80. XX wieku gospodarka wodna była jeszcze zdominowana w większości przez podejście hydrotechniczne, w którym priorytetowo traktowano budowę wielkich zapór i zbiorników wodnych, o tyle lata 90. przyniosły nowe tendencje w polityce środowiskowej wielu państw. Nowe tendencje obejmują:

- uznanie nie tylko ekonomicznej, ale i społecznej wartości zasobów wody,
- położenie nacisku na wprowadzanie zasad efektywnego wykorzystania zasobów wody,
- przyjęcie zlewni jako podstawowej jednostki gospodarki wodnej (także zlewni transgranicznych), umożliwiającej efektywne działania dla ochrony i efektywnego wykorzystania wody,
- ulepszenie monitoringu,
- uznanie wszystkich użytkowników wody jako podmiotów gospodarki wodnej,
- uznanie konieczności opracowywania zintegrowanych strategii gospodarowania zasobami wodnymi,
- rozpoznanie globalnego problemu zmniejszających się zasobów dostępnej wody, spowodowanego przez różne czynniki, w tym wzrost demograficzny, rozwój przemysłu i wzrost zanieczyszczeń.

W odpowiedzi na potrzeby nowej gospodarki wodnej utworzono przy udziale Komisji Zrównoważonego Rozwoju (The Commission for

*Rola zlewni  
w gospodarce  
wodnej*

*Zintegrowana  
strategia  
gospodarki  
wodnej*



Sustainable Development – CSD) oraz innych międzynarodowych organizacji Światowy System Obserwacji Hydrologicznych (World Hydrological Cycle Observing System – WHYCOS), a na konferencji w Hadze rządy 120 państw przyjęły tak zwaną deklarację ministerialną, w której zostały określone zasady mądrego zarządzania zasobami wodnymi (World Water Forum, 2000) z intencją wprowadzania ich w życie na wszystkich szczeblach administracji, od administracji międzynarodowej po lokalną.

### Problemy wodne Polski

---

*Zasoby wodne* Polska należy do krajów ubogich pod względem zasobów wody, co może się wydawać paradoksalne w zestawieniu z faktem posiadania rzadkich w Europie Zachodniej krajobrazów jezior polodowcowych, lub wyjątkowych na skalę europejską rozległych bagien. Jeziora i bagna są zjawiskiem krótkotrwałym w geologicznej skali czasu, a ich istnienie jest zagrożone dodatkowo przez działalność człowieka. Pod względem wielkości odpływu rzecznego, który jest składnikiem bilansu wodnego i dobrym miernikiem zasobów wodnych kraju, Polska ma trzykrotnie mniejsze zasoby wodne niż średnia europejska, a pięciokrotnie mniejsze, niż średnia światowa w przeciętnym roku i w przeliczeniu na jednego mieszkańca. Obszary deficytu wód powierzchniowych znajdują się w pasie Nizin Środkowopolskich, obejmujących 38,5% powierzchni kraju. Deficyt ten spowodowany jest przede wszystkim niedostatkiem opadów atmosferycznych. Wielkość średniego odpływu rzecznego waha się pomiędzy wartościami 30 i 90 km<sup>3</sup>, toteż za podstawę określenia wielkości zasobów dyspozycyjnych przyjmuje się wielkość odpływu gwarantowanego w 95% czasu. Wynosi on 22 km<sup>3</sup>, a po odliczeniu 15 km<sup>3</sup> wody, która musi pozostać w rzekach i zbiornikach wodnych dla zapewnienia funkcjonowania ekosystemów wodnych, pozostaje 7 km<sup>3</sup> wody. Taką jej ilość można bezzwrotnie zużyć na potrzeby człowieka (Stan środowiska w Polsce 1993). Tymczasem pobór wody w ciągu ostatnich dziesięcioleci wzrastał, aż osiągnął swoje maksimum w połowie lat 80. XX wieku, przekraczając wielkość 15 km<sup>3</sup>. Głównym odbiorcą był przemysł, który

*Zużycie wody* zużywał dwie trzecie tej wielkości. Nadmierne zużycie zasobów wody mogło stać się główną barierą dalszego rozwoju, gdyby wcześniej nie załamał się ustrój polityczny gospodarki socjalistycznej. Przebudowa ustroju spotęgowała recesję gospodarczą końca lat 80. i początku lat 90. XX wieku, a jej skutkiem było zmniejszenie zużycia zasobów wodnych kraju. Wydawało się początkowo, że będzie to zjawisko nietrwałe, jed-

nak dzięki licznym wysiłkom podjętym w celu zrationalizowania gospodarki wodnej tendencja zmniejszenia zużycia wody utrzymała się w ciągu całej dekady lat 90. XX wieku, osiągając w 2000 roku wielkość 11 km<sup>3</sup> (Radziejowski, Burger, Błaszczuk 2002).

Zmniejszyła się także ilość ścieków odprowadzanych do wód powierzchniowych, zarówno przemysłowych, jak i komunalnych, i co ważniejsze, poprawiła się sytuacja pod względem proporcji ścieków oczyszczanych. Ich procent wzrósł z niecałych 70% w 1991 roku do 83% w 2001 roku, w tym 77,4% ścieków jest oczyszczanych biologicznie z podwyższonym usuwaniem biogenów. Pod tym względem Polska nie odbiega obecnie od średniej sytuacji w krajach Europy i pozostawia w tyle nawet takie państwa, jak Belgia, Hiszpania, Portugalia i Irlandia, a także Węgry i Bułgaria. W Polsce działa 4000 oczyszczalni ścieków, w tym około 2400 oczyszczalni komunalnych (1844 biologicznych i 421 oczyszczalni z podwyższonym usuwaniem biogenów). Wzrósł także odsetek ludności korzystającej z zaopatrzenia w wodę siecią wodociągową, wynosi on 30% ludności wiejskiej i 91,5% ludności miejskiej (Radziejowski, Burger, Błaszczuk 2002).

Jakość wód powierzchniowych w Polsce nadal nie jest zadowalająca. Obraz czystości rzek i jezior zależy od rodzaju wskaźników stanowiących podstawę oceny. Jest ona najgorsza, gdy podstawą jest wskaźnik sanitarny (tzw. miano Coli). Wówczas, żadnej z większych rzek naszego kraju nie można zaliczyć do I klasy czystości, a trzy czwarte długości rzek nie spełnia nawet kryteriów III klasy czystości. Przy uwzględnieniu kryteriów fizykochemicznych, takich rzek jest mniej, bo tylko jedna trzecia ich długości (Rzeczpospolita Polska Agenda 21, 1998). Najkorzystniejszy obraz jakości wód powierzchniowych uzyskujemy, gdy podstawą oceny są tak zwane podstawowe wskaźniki obligatoryjne. Kryterium wskaźników obligatoryjnych obejmuje wskaźniki zawartości tlenu rozpuszczonego, BZT<sub>5</sub>, CHZT, fenoli, chlorków, siarczanów, substancji rozpuszczonych i zawiesin<sup>3</sup>. Obowiązujący w Polsce system klasyfikacji rzek odbiega jeszcze od systemów obowiązujących w Unii Europejskiej, chociaż stosowane kryteria są ostrzejsze. Standardy określone dla różnych sposobów użytkowania wody są następujące:

- klasa I – obejmuje wody przeznaczone do zaopatrzenia ludności, niektórych zakładów przemysłowych i hodowli ryb łososiowatych,
- klasa II – obejmuje wody przeznaczone do hodowli ryb, hodowli zwierząt gospodarskich i do celów rekreacyjnych,

*Zanieczyszczenie ściekami*

*Jakość wód powierzchniowych*

*Rzeki*

*Klasyfikacja wody*

<sup>3</sup> BZT<sub>5</sub> – biologiczne zużycie tlenu podczas pięciu dób, CHZT – chemiczne zużycie tlenu.

- klasa III – obejmuje wody przeznaczone do zaopatrzenia przemysłu i nawodnień rolniczych.

W latach 1992–2000 nastąpiła znaczna poprawa jakości wód w rzekach i w jeziorach ocenianych według kryteriów obligatoryjnych. Udział rzek klasy I zwiększył się z 10% do 30%, a udział rzek pozaklasowych zmniejszył się z ponad 20 do mniej niż 10% (Radziejowski, Burger, Błaszczuk 2002).

*Jeziora* Klasy czystości jezior odpowiadają poziomowi ich eutrofizacji, ocenianej na podstawie wskaźników fizycznych, chemicznych i biologicznych:

- klasa I obejmuje wody oligo-mezotroficzne,
- klasa II obejmuje wody umiarkowanie eutroficzne,
- klasa III obejmuje wody silnie zeutrofizowane oraz hipertroficzne.

Najwięcej jest w Polsce jezior należących do klasy II i III, liczba jezior pierwszej i drugiej klasy czystości zwiększyła się w latach 90. XX wieku, a trzeciej oraz wód pozaklasowych uległ zmniejszeniu (Radziejowski, Burger, Błaszczuk 2002).

Głównymi przyczynami zanieczyszczenia wody w rzekach i w jeziorach są niedostatecznie oczyszczone ścieki komunalne oraz zrzuty zasolonych wód z kopalń węgla kamiennego. Poważnym problemem są także zanieczyszczenia obszarowe, pochodzące z rolnictwa, czyli zanieczyszczenia związkami biogennymi (związki azotu i fosforu) oraz zanieczyszczenia wprowadzane do Morza Bałtyckiego z dorzecza Wisły, Odry i rzek przymorza. Ilość tych zanieczyszczeń także uległa zmniejszeniu, zwłaszcza jeżeli chodzi o zanieczyszczenia metalami ciężkimi (Radziejowski, Burger, Błaszczuk 2002).

*Prawna ochrona wód* W latach 90. XX wieku zapoczątkowano zmiany prawne i organizacyjne w gospodarce zasobami wodnymi i w ochronie wód. Chodziło przede wszystkim o odejście od zarządzania zasobami wód śródlądowych przez terenowe organy administracji państwowej i przejście do zarządzania w układzie zlewniowym. Przygotowano również projekt nowego prawa wodnego, który wzbudził jednak szereg kontrowersji i w rezultacie ustawa z 1974 roku została jedynie znowelizowana w 1997 roku. Polska ratyfikowała też:

- konwencję helsińską (z 1992 roku) o ochronie morskiego obszaru Morza Bałtyckiego,
- konwencję o ochronie i użytkowaniu cieków transgranicznych i jezior międzynarodowych.

Podjęła też wiele innych przedsięwzięć legislacyjnych, dotyczących między innymi opłat za korzystanie z wód i urzędzeń wodnych, ustalenia

warunków dla zagospodarowania osadów ściekowych i dostosowania polskich norm do norm prawnych dyrektywy Unii Europejskiej, dotyczącej warunków odprowadzania ścieków do wód powierzchniowych.

Zarządzanie zasobami wodnymi kraju podlega organom administracji rządowej, ale utworzono także zarządy dorzeczy, podlegające Ministerstwu Środowiska. Jednostki podległe Ministerstwu Środowiska określają tak zwane warunki korzystania z wód dorzecza, które z mocy prawa nie mogą być naruszane w wydawanych przez wojewodów pozwoleniach wodno-prawnych (Rzeczpospolita Polska Agenda 21, 1998).

Zasoby wody na świecie zgromadzone są przede wszystkim w oceanach. Człowiek użytkuje jednak wodę słodką zgromadzoną w jeziorach, rzekach, glebie i płytkich zbiornikach wód podziemnych. Światowe zasoby wody słodkiej są rozmieszczone bardzo nierównomiernie i znaczna część krajów (w tym Polska) odczuwa deficyt wody. Problem niedostatku wody jest pogłębiany wzrastającym zanieczyszczeniem wód. Spowodowały one, wraz z zabiegami melioracyjnymi, duże zmiany w ekosystemach wodnych i wodno-błotnych. Zrównoważona gospodarka wodna zmierza więc do przywrócenia funkcji ekosystemów w naturalnym obiegu wody w przyrodzie.

## 7. Atmosfera

### SŁOWA KLUCZOWE:

skład chemiczny atmosfery i jego zmiany, zanieczyszczenia antropogeniczne, przyczyny i skutki zanieczyszczeń atmosferycznych, zmniejszenie zawartości ozonu stratosferycznego, efekt cieplarniany, efekt cieplarniany a zmiany klimatu, zmiany klimatu a rolnictwo, ochrona atmosfery.

### Skład chemiczny atmosfery ziemskiej i jego zmiany

Atmosfera ziemska, czyli powłoka gazowa otaczająca Ziemię, jest mieszaniną gazów, składającą się w 78% z azotu, w 21% z tlenu, niewielkich ilości argonu, dwutlenku węgla (0,03%) i pary wodnej oraz śladowych zawartości gazów szlachetnych (neonu, helu, kryptonu i ksenonu). Ta mieszanina gazów nazywana jest powietrzem i jest niezbędna dla życia człowieka i większości organizmów. A jednak atmosferę, inaczej niż ziemię, las, czy wodę, których zasoby są ograniczone, nie traktujemy jako zasobu. Człowiek żyjący w stałym miejscu zamieszkania nie obawia się o to, że zabraknie mu powietrza. Problemem środowiskowym zwią-

*Atmosfera  
ziemską*

zanym z atmosferą jest nie ilość powietrza, ale jego jakość, czyli ilościowo niewielkie zmiany składu chemicznego, które mają jednak doniosłe konsekwencje.

*Skład chemiczny atmosfery*

Skład chemiczny atmosfery ziemskiej nie był stały w ciągu całej historii Ziemi. W początkowym okresie istnienia planety atmosfera ziemska nie zawierała tlenu, dużo więcej było za to dwutlenku węgla, siarki i wodoru w postaci cuchnącego gazu siarkowodoru, ponieważ, jak się dzisiaj sądzi, pierwotna atmosfera wydobyla się z wnętrza Ziemi w czasie, gdy pierwotna skorupa oddzielała się od płaszcza (van Andel 1991).

*Atmosfera w prekambryzu*

Obecna zawartość tlenu ustaliła się dopiero pod wpływem wczesnych etapów rozwoju życia (tabela 6.10). Może się to wydawać paradoksalne, że życie (z nielicznymi wyjątkami) uzależnione jest obecnie od tlenu, za-

czas [mld lat]	zdarzenia	skutki
?	ewolucja chemiczna	tworzy się organiczny bulion i zmniejsza zawartość dwutlenku węgla w atmosferze
?	pierwsze przejawy życia	heterotrofy żywią się organicznym bulionem
?	konkurencja o podstawowe związki organiczne	przodkowie prokariotów; tworzy się aparat genetyczny
>3,8	pierwsze autotrofy	spadek zawartości dwutlenku węgla, pojawienie się tlenu w morzu
~3,5	fotosynteza uwalnia tlen, neutralizowany przez reakcję ze związkami żelazowymi	bakterie i glony budują stromatolity i żelazistą formację wstęgową
~2	1% tlenu w atmosferze, enzymy zapewniają ochronę wnętrza komórki przed tlenem	osłona ozonowa koniec sedymentacji żelazistej formacji wstęgowej, metabolizm tlenowy
2-1	pojawienie się eukariotów	
~1	rozmnażanie płciowe	bardziej złożone i wyspecjalizowane zespoły organizmów; organizmy wielokomórkowe
0,7	10% tlenu w atmosferze	szybkie różnicowanie się wyższych roślin i zwierząt, ale jeszcze bezszkieletowych
0,6		kambryjska eksplozja organizmów szkieletowych i ich różnicowania

Tab. 6.10. Wczesna historia życia i historia geologiczna Ziemi a zmiany składu chemicznego atmosfery (van Andel, 1991).

pewniającego sprawne funkcjonowanie podstawowych procesów życiowych, ale jego powstanie nie byłoby możliwe w atmosferze tlenowej. Życie pojawiło się na Ziemi u schyłku pierwszego miliarda lat, a wczesna jego ewolucja przebiegała bardzo wolno, gdyż po kilku dopiero miliardach lat życie nagle bujnie rozkwitło i rozpowszechniła się ta postać fotosyntezy, która dzisiaj jest wykorzystywana przez większość roślin zielonych, a która bardzo obficie wytwarza tlen. Proces polega na rozszczepianiu cząsteczki wody za pomocą energii słonecznej i zamianie dwutlenku węgla w pożyteczne związki organiczne. Fotosynteza, wytwarzając tlen, stworzyła też tarczę ozonową ( $O_3$ ), chroniącą przed szkodliwym dla życia promieniowaniem ultrafioletowym. Tak jak w początkowym okresie dostępność tlenu w powietrzu i wodzie stała się ważnym czynnikiem dalszej ewolucji życia, tak dzisiaj zmiana składu chemicznego atmosfery pod wpływem działalności człowieka może prowadzić do daleko idących i nie zawsze łatwych do przewidzenia konsekwencji.

*Rola  
fotosyntezy*

### Zanieczyszczenia antropogeniczne

Antropogeniczne zanieczyszczenia powietrza powstają jako skutek uboczny działalności człowieka, związane są z przemysłem, rolnictwem, transportem, górnictwem. Największe znaczenie ma spalanie paliw dla celów grzewczych, przemysłowych i transportowych. Z przemysłu pochodzą ponadto zanieczyszczenia związane z procesami technologicznymi, a także z awariami i wypadkami. Światowa Organizacja Zdrowia (WHO – World Health Organization) wymienia sześć głównych substancji tworzących zanieczyszczenia atmosferyczne. Są to: tlenek węgla (CO), ołów (Pb), dwutlenek azotu ( $NO_2$ ), pył, obejmujący tak zwany pył zawieszony PM10 (o średnicy ziaren 10mm, mierzony metodą wagową) i pył zawieszony reflektometryczny (tzw. BS – Black Smoke) mierzony metodą reflektometryczną na podstawie stopnia zaczernienia filtra, dwutlenek siarki ( $SO_2$ ) i ozon troposferyczny ( $O_3$ ) (WHO, 1999). W Polsce stosuje się z reguły podział na następujące grupy zanieczyszczeń (Raport PIOŚ 1998):

*Substancje  
zanieczyszczające*

*Podział  
zanieczyszczeń*

- zanieczyszczenia podstawowe, czyli występujące powszechnie i będące nieuniknionym skutkiem spalania paliw kopalnych podczas wytwarzania energii. Należą do nich dwutlenek siarki, dwutlenek azotu i pył,
- zanieczyszczenia specyficzne, pochodzące z różnych procesów technologicznych, wykorzystywanych w zakładach produkcyjnych. Należą do nich: fluor, metale ciężkie (ołów, kadm, miedź, cynk, nikiel, arsen), benzen i inne węglowodory, chlorowcopochodne węglowodorów aroma-

tycznych (CFCs, połączenia chlorowców – chlor, fluor, brom, jod – z wodorem, o ogólnym wzorze  $HX$ , X-chlorowiec). W Polsce, w miarę powszechnie dokonuje się pomiaru następujących substancji: amoniaku, benzopirenu, benzenu, fluoru, formaldehydu, kadmu i ołowiu,

- zanieczyszczenia emitowane przez źródła mobilne, przede wszystkim samochodowe, nazywane także zanieczyszczeniami komunikacyjnymi. Tworzą je głównie tlenek węgla, tlenki azotu, węglowodory, związki ołowiu i sadzy,

- zanieczyszczenia wtórne, powstające często w znacznej odległości od źródeł emisji jako efekt reakcji i przemian zachodzących w zanieczyszczonej atmosferze. W ten sposób powstają zanieczyszczenia związkami utleniającymi (utleniacze fotochemiczne), jak ozon oraz związkami prowadzącymi do zakwaszenia środowiska, a więc siarczanami i azotanami.

### Przyczyny i skutki zanieczyszczeń atmosferycznych

Zanieczyszczenia powietrza prowadzą do pogarszania się jego jakości, przede wszystkim na terenach zurbanizowanych i przemysłowych. Czasami powietrze zawiera silnie toksyczne substancje zagrażające zdrowiu człowieka, niektóre z nich są bardzo trwałe i mogą przemieszczać się z prądami atmosferycznymi na znaczne odległości. W zanieczyszczonym powietrzu powstają tak zwane kwaśne deszcze, w stratosferze redukcji ulega ochronna warstwa ozonu, pod wpływem zanieczyszczeń zmienia się globalny klimat. Wszystkie te zjawiska w sposób bardziej lub mniej bezpośredni zagrażają człowiekowi i ekosystemom.

Istnieje pięć grup problemów środowiskowych o znaczeniu globalnym lub regionalnym, pośrednio lub bezpośrednio powiązanych z antropogenicznymi zanieczyszczeniami i atmosfery, na których skupia się uwaga społeczności międzynarodowej. Są to (Stan środowiska w Polsce 1988):

*Skutki zanieczyszczeń atmosfery*

- zmiany klimatu i zubożenie stratosferycznej warstwy ozonowej związane ze wzrostem zawartości w atmosferze dwutlenku węgla ( $CO_2$ ), metanu ( $CH_4$ ) i tlenków azotu ( $NO_x$ ) oraz przenikaniem freonów i halonów

*Zmiany klimatu*

do górnej warstwy atmosfery. Pośrednimi skutkami tych zmian mogą być niekorzystne zjawiska meteorologiczne: nasilenie się w jednych regionach ekstremalnych susz, a w innych burz, opadów i powodzi. Dalsze skutki tych zmian mogą szczególnie mocno odczuć rolnicy,

*Zakwaszenie środowiska*

- zakwaszenie środowiska (gleb i zasobów wodnych) wywołane przede wszystkim przez zanieczyszczenia dwutlenkiem siarki ( $SO_2$ ), tlenkiem azotu ( $NO_x$ ), amoniakiem ( $NH_3$ ) oraz ich pochodnymi. Substancje te w drodze depozycji mokrej (kwaśne deszcze) lub suchej docierają do po-

wierzchni Ziemi, obniżając odczyn (pH) gleby i wody, powodując również uszkodzenia w lasach, korozję budynków, w tym wielu cennych zabytków,

- eutrofizacja wód śródlądowych powodowana przede wszystkim przez związki azotu ( $\text{NO}_x$  i  $\text{NH}_3$  i pochodne), przedostające się do wód za pośrednictwem opadów atmosferycznych i spływu powierzchniowego i podziemnego. Pod wpływem wzrostu zawartości azotu zaburzeniu ulega funkcjonowanie ekosystemów wodnych,

*Eutrofizacja wód*

- pogorszenie jakości powietrza w aglomeracjach, związane ze wzrostem stężeń  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ , CO, pyłów i innych zanieczyszczeń ujemnie oddziałujących na zdrowie mieszkańców obszarów zurbanizowanych i uprzemysłowionych,

*Wpływ na zdrowie*

- powstawanie ozonu troposferycznego ( $\text{O}_3$ ) w przyziemnej warstwie atmosfery, związane z przemianami fotochemicznymi zachodzącymi pod wpływem światła słonecznego w powietrzu zanieczyszczonym tlenkami azotu ( $\text{NO}_x$ ) i lotnymi związkami organicznymi (VOCs). Przekroczenie progowych wartości stężeń powoduje choroby układu oddechowego i układu krążenia oraz zakłóca funkcjonowanie zbiorowisk roślinnych.

Spalanie paliw kopalnych i biomasy jest najpoważniejszą przyczyną wzrostu zanieczyszczeń atmosferycznych. W latach 1973–1998 produkcja energii elektrycznej wzrosła o 57%, a w jej strukturze dominowały ciągle węgiel, ropa naftowa i gaz, zdecydowanie mniejsze było zaś znaczenie energii otrzymywanej z elektrowni atomowych, wodnych lub innych odnawialnych zasobów (IEA 2000). Struktura produkcji energii różni się w poszczególnych regionach: gaz dominuje w Rosji, węgiel w Chinach, spalanie biomasy odgrywa podstawową rolę w biednych krajach tak zwanego południa, nazywanych też krajami rozwijającymi się, lub Trzecim Światem. W Polsce 75% zużywanej energii wytwarza się z węgla kamiennego i brunatnego, 12% z ropy naftowej, a 10% z gazu ziemnego. Spalanie paliw ma też największy wpływ na emisję zanieczyszczeń (Raport PIOŚ 1998). Kwaśne deszcze zagrażają człowiekowi i przyrodzie w Europie i Ameryce Północnej, a w ostatnich latach także w Chinach. Spowodowały one znaczne zniszczenia lasów, a w Skandynawii zmniejszenie populacji ryb w jeziorach. Według ocen dokonywanych w ramach Programu EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme) najwyższe wielkości depozycji substancji zakwaszających (związków siarki i azotu utlenionego) występują od wielu lat w tzw. Czarnym Trójkącie, obszarze przygranicznym trzech państw – Niemiec, Czech i Polski. Przyczyną tego stanu jest duża koncentracja przemysłu wydobywczego, energetycznego i ciężkiego oraz niekorzystny układ lo-

*Przyczyny zanieczyszczeń atmosfery*

*Czarny Trójkąt*



Emisja  $SO_2$  kalnych warunków topograficznych i meteorologicznych. Wieloletnie szkodliwe oddziaływanie zanieczyszczeń spowodowało trwałe szkody w lasach sudeckich, szczególnie w Górach Izerskich i w Karkonoszach. W ostatnich latach w wyniku działań podejmowanych przez wszystkie trzy kraje sytuacja ulega systematycznej poprawie (Wspólny Raport o jakości powietrza w obszarze Czarnego Trójkąta w 1999 roku, 2000). W wielu krajach europejskich zmniejszono emisję dwutlenku siarki – głównej przyczyny kwaśnych deszczy – o 70% w stosunku do wartości maksymalnych, a w Stanach Zjednoczonych redukcja osiągnęła poziom 40%. W Azji i w Regionie Pacyfiku zagrożenie ciągle wzrasta (GEO 3 2002). W Polsce w ciągu ostatnich trzech, czterech lat osiągnano poziom trzech czwartych dopuszczalnych stężeń. Systematyczny, blisko 50% spadek emisji  $SO_2$ , obserwowany w ostatnim dziesięcioleciu, był spowodowany początkowo głównie spadkiem produkcji energii elektrycznej, obecnie jest rezultatem wielu wprowadzonych na początku lat 90. XX wieku instrumentów prawno-ekonomicznych, określonych w I Polityce Ekologicznej Państwa. Mimo ewidentnych sukcesów w zmniejszaniu emisji zanieczyszczeń Polskę charakteryzuje wciąż wyższy niż średnia europejska poziom emisji  $SO_2$  w przeliczeniu na jednego mieszkańca (Raport PIOŚ 1998).

Smog O ile zanieczyszczenia pochodzące z przemysłu i energetyki zmniejszono przynajmniej w krajach rozwiniętych, o tyle problem zanieczyszczeń komunikacyjnych w większości krajów świata ciągle narasta. W wielkich miastach i w szczególnych warunkach pogodowych zanieczyszczenia komunikacyjne powodują utrzymywanie się smogu, zwiększa się także zawartość ozonu w przyziemnej części atmosfery w warunkach słonecznych ciepłych dni i podwyższonego ciśnienia atmosferycznego.

Ozon troposferyczny Ozon troposferyczny może przemieszczać się na odległość nawet 800 km. Jego nadmierna koncentracja jest problemem w uprzemysłowionych i zurbanizowanych regionach Europy i Ameryki Północnej, wpływa negatywnie na zdrowie człowieka, a także na roślinność naturalną i uprawną. Gwałtowna urbanizacja w krajach rozwijających się powoduje, że tam również pojawia się problem zanieczyszczenia powietrza w miastach, zwłaszcza tych największych – Pekin, Kalkuta, Meksyk, Rio de Janeiro (World Bank 2001).

Do globalnych problemów środowiskowych związanych z zanieczyszczeniem atmosfery zaliczyć trzeba pierwszą z wymienionych wyżej grup problemów, a więc zubożenie ochronnej warstwy ozonowej, oraz problem zmian klimatycznych, ponieważ potencjalne skutki ich pogłębiania się mają znaczenie dla całej ludzkości.

## Spadek koncentracji ozonu w stratosferze

Ozon występuje w atmosferze do wysokości około 100 km od powierzchni Ziemi, osiągając maksymalną koncentrację (około  $5 \times 10^{12}$  cząsteczek/cm<sup>3</sup>) w stratosferze na wysokości około 19–23 km, w tak zwanej warstwie ozonowej. Chroni ona Ziemię przed szkodliwym dla życia promieniowaniem ultrafioletowym. Obniżanie się zawartości ozonu w tej warstwie może mieć szkodliwy wpływ na zdrowie ludzi oraz na ekosystemy wodne i lądowe. Główną przyczyną zmian koncentracji ozonu w stratosferze są chlorowcopochodne węglowodorów aromatycznych (głównie freony – CFC-11 i CFC-12 i halony), które w wyniku działania łańcucha procesów chemicznych i fotochemicznych powodują rozpad cząsteczki ozonu. Czynnikiem sprzyjającym jest niska w stratosferze temperatura (poniżej  $-78^{\circ}\text{C}$ ), która wydłuża czas życia cząsteczek aktywnego chloru i tym samym przyspiesza rozpad cząsteczek ozonu. Oddziaływanie substancji powodujących spadek koncentracji ozonu w stratosferze poznano w pierwszej połowie lat 70. XX wieku (Molina, Rowland 1974). Substancji tych używano w przemyśle chłodniczym (lodówki i klimatyzatory), izolacyjnym, kosmetycznym (aerozole), w sprzęcie przeciwpożarowym (gaśnice halonowe). Produkcja substancji zubażających warstwę ozonową osiągnęła szczyt w latach 80. XX wieku, po czym już w 1988 roku dzięki międzynarodowym wysiłkom mającym na celu ochronę warstwy ozonowej, rozpoczął się systematyczny znaczący spadek ich produkcji i zużycia. Zmiany warstwy ozonowej osiągnęły swój szczyt w 2000 roku, kiedy tak zwana dziura ozonowa nad Antarktydą zajęła powierzchnię przeszło 28 mln km<sup>2</sup> (WMO 2000, NASA 2001). Aktualne tempo strat ozonu stratosferycznego szacuje się na 6% w strefie umiarkowanej półkuli północnej w czasie zimy i na wiosnę, kiedy straty są największe. W średnich szerokościach geograficznych półkuli południowej tempo strat jest bardziej wyrównane w ciągu roku i wynosi 5%. Największe straty ozonu następują w wysokich szerokościach geograficznych, nad Antarktydą w czasie wiosny straty sięgają 50%, a nad Arktyką 15%. Od całkowitej zawartości ozonu zależy w znacznej mierze dopływ promieniowania nadfioletowego (UV-B), toteż podanym wartościom tempa strat ozonu towarzyszy wzrost promieniowania nadfioletowego, odpowiednio o 7%, 6%, 130% i 22% (GEO 3 2002). Chociaż od schyłku lat 80. XX wieku drastycznie zmniejszono produkcję i zużycie substancji zubażającej warstwę ozonową, to ze względu na stosunkowo długi czas życia tych substancji, ich koncentracja w stratosferze w dalszym ciągu wzrasta. Szacuje się, że dopiero w połowie XXI wieku będzie

*Ozon  
stratosferyczny*

*Dziura  
ozonowa*

możliwe osiągnięcie koncentracji ozonu, jaka występowała przed rokiem 1980, o ile państwa będą nadal kontrolowały poziom produkcji i zużycia substancji zubażających warstwę ozonu (GEO 3 2002).

### Efekt cieplarniany a zmiany klimatu

Zmiany klimatu Ziemi w minionych epokach można wyjaśnić, odwołując się wyłącznie do przyczyn naturalnych. W ciągu ostatnich dwóch wieków w wyniku rewolucji przemysłowej znacząco wzrósł wpływ ludzi na klimat, zarówno w skali lokalnej, jak i globalnej. Zmiany globalne są następstwem przede wszystkim antropogenicznej zmiany składu atmosfery. Narastająca intensywność działalności gospodarczej, szczególnie w dziedzinie produkcji energii, leśnictwa, rolnictwa czy komunikacji, skutkuje wprowadzaniem do atmosfery wielu składników nieobjętych dla jej właściwości termoregulacyjnych. Rezultatem zmiany składu atmosfery jest wzmożenie tzw. efektu cieplarnianego (greenhouse efekt), co prowadzi do globalnego ocieplenia klimatu (global warming). Samo zjawisko efektu cieplarnianego nie jest niczym nowym, występuje w naturze od momentu uformowania się atmosfery, zagrożenie stanowi natomiast możliwość oddziaływania człowieka na jego intensywność.

*Efekt  
cieplarniany*

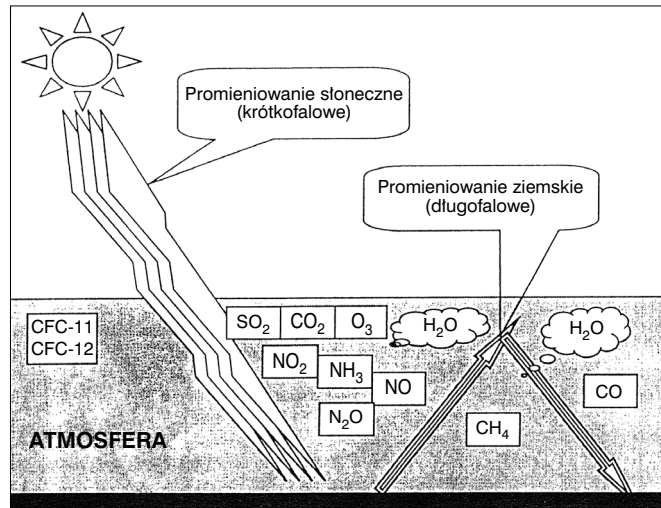
### Czym jest efekt cieplarniany?

*Bilans  
cieplny  
Ziemi* Skład atmosfery wpływa w istotny sposób na bilans cieplny Ziemi, a przez to na jej temperaturę. Najważniejszym źródłem energii docierającej do powierzchni Ziemi jest promieniowanie słoneczne (inne źródła – energia wnętrza Ziemi czy promieniowanie innych ciał niebieskich – są bardzo małe, ich wpływ wyraża się ułamkami promila). Jest to promieniowanie krótkofalowe o długości 0,1–4  $\mu\text{m}$ , dla którego atmosfera ziemską jest – mówiąc w pewnym uproszczeniu – przezroczysta: przez czystą i suchą atmosferę przenika ponad 90% promieniowania słonecznego. Ogrzana tym promieniowaniem powierzchnia Ziemi sama z kolei emituje promieniowanie (jak każde ciało o temperaturze wyższej od zera bezwzględnego). Jednak rodzaj tego promieniowania jest inny od słonecznego, tak jak różna jest temperatura obu tych ciał, od której zależy długość emitowanego promieniowania: Słońca około 6000°K, Ziemi 288°K (15°C). Promieniowanie ziemskie, nazywane też długofalowym, podczerwonym lub ciepłym, ma długość 4–80 $\mu\text{m}$  (maksimum w paśmie 10–12  $\mu\text{m}$ ) i dla tego rodzaju promieni atmosfera ziemską jest niemal nieprzepuszczalna, absorbując 96% promieniowania. Atmosfera dzia-

*Promienio-  
wanie  
krótkofalowe*

*Promienio-  
wanie  
długofalowe*

ła jak filtr, przepuszczający skierowane ku Ziemi krótkofalowe promieniowanie słoneczne, jednocześnie zatrzymując emitowane przez Ziemię promieniowanie długofalowe. Część zaabsorbowanego przez atmosferę promieniowania ziemskiego jest reemitowana ku powierzchni Ziemi jako



Ryc. 6.6. Schemat efektu cieplarnianego (wg Kantowicz, Walewski, 2001).

promieniowanie zwrotne, ogrzewa ją, i wywołuje wzrost tempe-

ratury dolnych warstw atmosfery. To zjawisko, wynikające z istnienia atmosfery i znane od przeszło stu lat (Arrhenius 1896), nosi nazwę efektu cieplarnianego lub szklarniowego (często porównuje się atmosferę do szklarni, do której swobodnie dociera promieniowanie słoneczne, ale z której odpływ ciepła jest ograniczony). Właśnie owo zahamowanie odpływu ciepła jest przyczyną wzrostu temperatury. Powoduje ono, że temperatura powierzchni Ziemi jest o około 33°C wyższa od tej, jaka panowałaby na niej, gdyby nie było atmosfery. Można więc twierdzić, że efekt cieplarniany ma działanie dobroczynne, umożliwia istnienie na Ziemi życia – trudno przypuszczać, by mogło ono występować przy średniej temperaturze wynoszącej minus 18°C. Dlaczego więc powstają obawy związane z tym zjawiskiem?

Właściwości termoregulacyjne atmosfery zależą, jak już wspomniano, od jej składu, zwłaszcza od zawartości następujących substancji: para wodna, dwutlenek węgla, metan, ozon, tlenki i podtlenek azotu, dwutlenek siarki, amoniak, freony. Choć większość z nich występuje w znikomych, śladowych ilościach, decydują one o rozmiarach efektu cieplarnianego, stąd ich nazwa: gazy cieplarniane. Emisja tych gazów, związana z działalnością gospodarczą, powoduje wzrost ich stężenia w atmosferze, co w konsekwencji może doprowadzić do nasilenia efektu cieplarnianego i podniesienia temperatury Ziemi.

Aktualne stężenie dwutlenku węgla w atmosferze wynosi ok. 370 ppm (cząstek gazu na milion cząstek powietrza w jednostce objętości) i wzro-

*Promienio-  
wanie  
zwrotne*

*Gazy  
cieplarniane*

sło o 30% w stosunku do roku 1750, czyli do okresu przed rewolucji przemysłowej. Wpływ dwutlenku węgla na wzrost efektu cieplarnianego jest szacowany na około 60%, metanu na 20%, na dwutlenek azotu 6–7% i około 14% na pozostałe gazy cieplarniane, w tym substancje zubażające warstwę ozonową (GEO 3 2002). Emisja dwutlenku węgla rozłożona jest nierównomiernie (tabela 6.11), rozwinięte państwa przemysłowe są odpowiedzialne za większą część przeszłej i obecnej wielkości emisji. Państwa OECD w 1998 roku wyemitowały ponad połowę światowej emisji dwutlenku węgla, co daje średnią w przeliczeniu na jednego mieszkańca trzykrotnie wyższą od średniej światowej. Jednocześnie jednak w tych państwach osiągnięto 11% zmniejszenie wielkości emisji w porównaniu z 1975 rokiem (IEA 2000).

*Antropogeniczny wzrost efektu cieplarnianego* Skutki zwiększenia koncentracji gazów cieplarnianych w atmosferze dla klimatu Ziemi, chociaż różnie szacowane, nie budzą dzisiaj wątpliwości. Wzrost temperatury powietrza w ostatnich pięćdziesięciu latach został oceniony przez IPCC (International Panel on Climate Change) w 2001 roku jako dowód istnienia antropogenicznego dodatkowego efektu cieplarnianego. Zanotowany przez przyrządy pomiarowe na świecie wzrost temperatury powietrza w ostatnim stuleciu wyniósł około 0,6 ( $\pm 0,2$ )°C, najcieplejsze były lata 90. XX wieku, a w 1998 roku zanotowano najwyższe temperatury od 1861 roku.

*Modele symulacyjne* Znaczne zróżnicowanie opinii występuje w związku z prognozami zasięgu zmian klimatu. Tworzy się różne modele symulacyjne, w których zakłada się określony poziom emisji gazów cieplarnianych, określone związki atmosfery z oceanem, stopień lesistości Ziemi itp. Najczęściej sporządzane są modele dla podwojonej zawartości CO<sub>2</sub> w atmosferze (głównego gazu cieplarnianego) lub dla podwojonej wartości wszystkich gazów cieplarnianych (Budyko 1987, Kozuchowski, Przybylak 1995).

Azja i Pacyfik	2167
Europa	1677
Ameryka Północna	1614
Ameryka Łacińska i Karaiby	365
Afryka	223
Azja Zachodnia	187
Świat ogółem	6234

Tab. 6.11. Emisja dwutlenku węgla w 1988 roku (mln ton/rok) z podziałem na regiony (GEO 3, 2002).

Wskazują one na możliwość antropogenicznego wzrostu temperatury powierzchni Ziemi średnio o 1–3,5°C (Raport PIOŚ 1998). Prognozuje się ponadto, że wzrost ten nie będzie jednakowy na całej kuli ziemskiej: nieznaczny w niskich szerokościach geograficznych, najwyższe wartości osiągnie w okolicach podbiegunowych, zwłaszcza w Arktyce. Ocieplenie zaznaczy się tam szczególnie w okresie zimowym. Jednocześnie ze wzrostem temperatury dolnych warstw atmosfery nastąpi ochłodzenie stratosfery, co może mieć wpływ na pionowe ruchy powietrza. Zmniejszenie kontrastów termicznych na linii równik–bieguny wpłynie na osłabienie cyrkulacji atmosferycznej i oceanicznej, co w umiarkowanych szerokościach geograficznych może doprowadzić do zmniejszenia opadów (choć parowanie, a więc i zawartość pary wodnej w atmosferze, zwiększy się w wyniku wzrostu temperatury). To ostatnie dobrze pokazuje, jak skomplikowane zależności występują w atmosferze, jak trudno niekiedy przewidzieć ich końcowy rezultat i dlaczego niełatwo uzyskać pewną prognozę.

Duże znaczenie problemu globalnych zmian klimatu wynika również z wielu dalszych pośrednich skutków tych zmian – zmiana poziomu morza, prowadząca do podniesienia linii brzegowej, co dotknie wielu mieszkających przy niej ludzi. Z powodu zmiany temperatury i opadów zmieniają się warunki funkcjonowania ekosystemów lądowych. Zdrowie człowieka, a także gospodarka, którą on prowadzi, są również wrażliwe na zmiany klimatyczne. Spośród dziedzin działalności człowieka najbardziej związane i zależne od klimatu jest rolnictwo.

Niektóre współcześnie obserwowane procesy możemy traktować jako pewnego rodzaju wskaźniki zmian, które w przyszłości mogą wystąpić z większą intensywnością lub na większą skalę. Zaobserwowano na przykład degradację raf koralowych spowodowaną wzrostem temperatury morza (IPCC, 2001), widoczny jest też spadek liczebności populacji niektórych ptaków wędrownych, związany z niekorzystnymi dla nich warunkami meteorologicznymi (Silllett i in. 2000). Choć zmiany w niektórych sytuacjach mogą się okazać korzystne dla człowieka, to jednak trudność ich przewidzenia budzi wśród ludzi i polityków niepokój, stanowi także poważny problem, wobec konieczności rozwiązania którego stoi cała ludzkość.

### Zmiany klimatu a rolnictwo

Rolnictwo należy do tych dziedzin gospodarki człowieka, w których powiązania z klimatem są szczególnie silne. Wynika to z biologicznego charakteru procesów produkcyjnych w rolnictwie. Przewidywana zmiana

*Prognozy*

*Skutki  
globalnych  
zmian  
klimatu*

ważnych elementów klimatu: temperatura, opady czy parowanie, pociągnie za sobą zmiany zasięgów poszczególnych upraw, ich struktury, pól, sposobów uprawy, hodowli, terminów prac polowych itp. Jak wspomniano, zmiany klimatu w poszczególnych regionach będą miały różny charakter i różne natężenie. W zależności od panujących tam obecnie warunków klimatycznych, charakteru i wielkości ich zmian, mogą być one pozytywne lub negatywne. Na przykład wzrost temperatury na obszarach charakteryzujących się obecnie niedostatkiem ciepła (północna Kanada, Rosja czy Skandynawia) można z rolniczego punktu widzenia uznać za korzystny, zaś taki sam wzrost temperatury lub zmniejszenie opadów w regionach ciepłych i suchych obniży ich rolniczy potencjał. Wydaje się, że spośród prognozowanych zmian elementów klimatu, poważne konsekwencje w rolnictwie może wywołać wzrost ewapotranspiracji. Istotne będą też zapewne skutki spodziewanego nasilenia się zjawisk ekstremalnych: upałów, mrozów, ulewnych deszczy czy długotrwałych susz. Zjawiska te zawsze odbijają się negatywnie na produkcji rolnej, zwiększając bowiem i tak znaczne ryzyko niepowodzeń. Przeprowadzone w końcu lat 90. XX wieku szacunki sugerują jednak, że spodziewane zmiany klimatu będą dla rolnictwa w skali globalnej korzystne, choć oczywiście w poszczególnych regionach ocena ta może być inna (Kantowicz, Walewski 2000). Oprócz zmian klimatu ważne dla produkcji roślinnej będzie też samo zwiększenie zawartości dwutlenku węgla w atmosferze. Umożliwi to niektórym roślinom uprawnym (zwłaszcza z tzw. grupy  $C_3$ , do której należą m.in. pszenica, ryż, soja) intensywniejszą fotosyntezę, szybszy rozwój i wyższe plony (Sinha 1991). Rolnictwo nie będzie tylko biernym odbiorcą antropogenicznego „sygnału” zmian klimatycznych, do pewnego stopnia będzie go również kształtować. Mamy tu bowiem do czynienia ze sprzężeniem zwrotnym: wywołane efektem cieplarnianym zmiany klimatu wpływać będą na działalność rolniczą, która z kolei mieć będzie pewien wpływ na wielkość emisji gazów cieplarnianych, a przez to i na rozmiary typowych zmian. Produkcja rolnicza i zmiany użytkowania ziemi są, obok spalania paliw kopalnych i biomasy, najważniejszą przyczyną wzrostu zawartości trzech głównych gazów szklarniowych: dwutlenku węgla ( $CO_2$ ), metanu ( $CH_4$ ) i podtlenku azotu ( $N_2O$ ). Najwięcej powstaje dwutlenku węgla – 49%, metanu 18%, podtlenku azotu 6%. Podstawowym źródłem emisji dwutlenku węgla jest energetyka i transport, natomiast zwiększenie emisji dwóch pozostałych gazów związane jest ze wzrostem produkcji żywności (uprawa roślin i hodowla zwierząt). Zamiana gospodarki leśnej na rolniczą powoduje nasilenie procesu mineralizacji i zmianę zawartości węgla w glebie i w ro-

*Północne  
zasięgi upraw*

*Zjawiska  
ekstremalne*

*Wpływ  
na fotosyntezę*

*Emisja gazów  
cieplarnianych  
w rolnictwie*

ślinności, a w końcowym rezultacie utleniania węgla organicznego zawartego w glebie, zmienia się także jego zawartość w atmosferze. Gleba jest jednocześnie źródłem i „pułapką” gazów cieplarnianych (Sapek 2000). Gdyby cały węgiel zawarty w materii organicznej gleby (ok. 1500 mld ton w glebach świata) został uwolniony w postaci dwutlenku węgla, wówczas podwoiłaby się jego zawartość w atmosferze. Proces uwalniania węgla przebiega jednak różnie, w zależności od roślinności naturalnej i uprawnej, rodzaju gleby, sposobu uprawy i innych czynników. Wiadomo, że gleby ekosystemów naturalnych po przekształceniu w agrosystemy tracą 25–50% początkowej zawartości materii organicznej. Nie potrafimy natomiast w skali globalnej ocenić wpływu zamiany gospodarki leśnej na rolniczą na rozmiary emisji dwutlenku węgla do atmosfery (Sapek 2000).

## Ochrona atmosfery

Zmniejszenie emisji zanieczyszczeń osiągnięto w większości rozwiniętych, uprzemysłowionych krajów świata dzięki polityce środowiskowej wdrażanej od lat 70. XX wieku. Początkowo główną rolę odgrywały instrumenty kontroli i kar, odzwierciedlające się w powszechnie przyjmowanej zasadzie „zanieczyszczający płaci”. Wykorzystywano tylko trzy instrumenty ekonomiczne: opłaty emisyjne (ekologiczne), kary ekologiczne oraz subwencje. W ostatnich latach podejście opłatowo-redystrybucyjne zmieniło się na bodźcowe, większe jest znaczenie rynkowych instrumentów ekonomicznych, na przykład handel emisjami. Instrument ten jest uważany przez ekonomistów za prawie idealny, zmniejszający w skali makroekonomicznej koszty redukcji emisji zanieczyszczeń i nie mający istotnego wpływu na konkurencyjność przedsiębiorstw (Błachowicz, Retue, 2003). Rozwój polityki środowiskowej nastąpił też w wyniku rozwoju nowych technologii. Upowszechniły się tzw. czyste technologie w przemyśle, zwłaszcza motoryzacyjnym. Spektakularne zmniejszenie emisji zanieczyszczeń osiągnięto w dziedzinie transportu. Dużo gorsza jest sytuacja krajów słabo rozwiniętych, w których źródła zanieczyszczeń są bardziej zróżnicowane, a inwestycje proekologiczne znikome.

Na szczeblu międzynarodowym najwcześniejsze są działania na rzecz ochrony warstwy ozonowej, które rozpoczęły się w 1975 roku, kiedy został utworzony przez UNEP Komitet Koordynacyjny do spraw Warstwy Ozonowej. Dziesięć lat później, w 1985 roku podpisano konwencję wiedeńską o ochronie warstwy ozonowej, a następnie protokół montrealński w sprawie substancji zubażających warstwę ozonową (w 1987 roku).

*Instrumenty  
prawno-  
-ekonomiczne*

*Czyste  
technologie*

*Protokół  
montrealński*



Podpisało go do 2001 roku 181 państw. Protokół montrealcki pierwotnie wymagał 50% redukcji najpowszechniej używanych substancji CFCs oraz całkowitego zaprzestania użycia halonów do 1999 roku. Do roku 2000 w kolejnych poprawkach do protokołu montrealckiego na liście znalazło się 96 substancji szkodliwych. Wszystkie kraje rozwinięte wstrzymały produkcję tych substancji, dla krajów biedniejszych przewidziany został dziesięcioletni okres przejściowy i mechanizm pomocy finansowej, w formie specjalnego funduszu.

*Protokół z Kioto* W 1992 roku opracowana została ramowa konwencja Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu, która jest pierwszym międzynarodowym traktatem prawnym dotyczącym przeciwdziałania zmianom klimatycznym. Podstawowym celem konwencji jest stabilizacja koncentracji gazów cieplarnianych na poziomie, który zapobiegłby niebezpiecznej antropogenicznej ingerencji w system klimatyczny (Raport PIOŚ 1998). Kraje, które podpisały konwencję (170, w tym Polska) uznały jednak, że dotychczasowe zobowiązania są niewystarczające i podczas III konferencji podpisany został tak zwany protokół z Kioto (w 1997 roku), określający wielkość redukcji gazów cieplarnianych do lat 2008–2012 o co najmniej 5% w stosunku do poziomu emisji w 1990 roku (GEO 3, 2002). Niestety, protokół z Kioto nie został ratyfikowany przez Stany Zjednoczone, największego emitenta dwutlenku węgla. Duże regionalne znaczenie miało przyjęcie konwencji o zanieczyszczeniach transgranicznych w 1979 roku (CLRTAP – Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution). Podpisano wiele protokołów, ostatnio w sprawie zakwaszenia, eutrofizacji i ozonu troposferycznego.

*Konwencja o zanieczyszczeniach transgranicznych*

Antropogeniczne zanieczyszczenia powietrza pochodzą przede wszystkim ze spalania surowców energetycznych i powstają głównie w uprzemysłowionych i zurbanizowanych regionach świata. W najbogatszych państwach problem ten został już w większości rozwiązany m.in. dzięki wprowadzeniu czystych technologii, natomiast w dalszym ciągu nasila się on w krajach rozwijających się. Dynamika atmosfery powoduje, że zanieczyszczenie powietrza jest problemem globalnym. Szeroko dyskutowane jest zjawisko zubożenia ochronnej warstwy ozonowej oraz konsekwencji globalnych zmian klimatycznych. Prognozowanie skali zmian utrudnia fakt, że zależą one nie tylko od działalności człowieka, ale także od czynników i procesów naturalnych, na przykład oscylacji klimatycznych północnego Atlantyku lub Południowego Pacyfiku, wywołanych zmianą położenia prądów morskich.

## Pytania i zagadnienia

1. Wyjaśnij pojęcie zasobów ziemi i omów ich degradację na wybranym przykładzie.
2. Jaki jest związek między występowaniem lasu a zmianami klimatu?
3. Dlaczego zubożanie biologicznej różnorodności jest problemem środowiskowym?
4. Omów rolę obiegu wody w przyrodzie oraz skutki zmian wprowadzanych przez człowieka.
5. Porównaj naturalne i antropogeniczne zmiany w atmosferze.

## Literatura uzupełniająca

1. Chełmicki W., 2002, *Woda. Zasoby, degradacja, ochrona*, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
2. Craig J. R., Vaughan D. J., Skinner B. J., 2003, *Zasoby Ziemi*, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
3. Jones A., Duck R., Reed R., Weyers J., 2002, *Nauki o środowisku. Ćwiczenia praktyczne*, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
4. Kondracki J., 2002, *Geografia regionalna Polski*, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
5. Kostrowicki A. S., 1999, *Geografia biosfery. Biogeografia dynamiczna łądów*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa.
6. Lenart W., 2004, *Zielona Polska*, Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, Warszawa.
7. Mannion A. M., 2001, *Zmiany środowiska Ziemi. Historia środowiska przyrodniczego i kulturowego*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa.
8. Olszewski K., 1995, *Meteorologia zanieczyszczeń. Wybrane zagadnienia*, Uniwersytet Warszawski, Międzywydziałowe Studia Ochrony Środowiska, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Warszawa.
9. Stanley S. M., 2002, *Historia Ziemi*, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.

---

# Zrównoważony rozwój a turystyka

---

## BLOKI TEMATYCZNE

1. Koncepcje zrównoważonego rozwoju i polityki środowiskowej.
2. Rozwój turystyki.
3. Rola środowiska przyrodniczego w turystyce i rekreacji.
4. Turystyka zrównoważona.
5. Miejsce turystyki w edukacji środowiskowej.

### SŁOWA KLUCZOWE:

1. definicje zrównoważonego rozwoju, polityka środowiskowa, ekologiczacja polityk sektorowych (w tym turystyki),
2. ekonomiczno-kulturowe uwarunkowania turystyki, czynniki rozwoju turystyki i ekologiczne zagrożenia, rozmiary i znaczenie turystyki,
3. znaczenie przyrody dla turystyki, jakość walorów środowiska naturalnego, wpływ turystyki na przyrodę, negatywne ekologiczne efekty, chłonność i pojemność turystyczna,
4. turystyka zrównoważona, ekoturizm na świecie, ekoturystyka w Polsce, turystyka w środowisku wiejskim, dom na wsi,
5. cele i formy edukacji ekologicznej, wychowawcza rola turystyki, narodowa strategia edukacji ekologicznej, ścieżki przyrodnicze, rola prasy w edukacji środowiskowej; miejsce edukacji ekologicznej w lokalnej prasie dolnośląskiej.

## 1. Koncepcje zrównoważonego rozwoju i polityki środowiskowej

### SŁOWA KLUCZE:

definicje zrównoważonego rozwoju, polityka środowiskowa, ekologizacja polityk sektorowych (w tym turystyki).

### Definicje zrównoważonego rozwoju

*Zrównoważony rozwój* Zasada zrównoważonego rozwoju, intensywnie wypracowywana w latach 80. XX wieku<sup>1</sup>, została zdefiniowana ponad 10 lat temu w dokumentach Szczytu Ziemi w Rio de Janeiro (z 1992 roku), w V i VI Programie Ochrony Środowiska i Zrównoważonego Rozwoju Wspólnoty Europejskiej, a także w wielu międzynarodowych umowach i spotkaniach, w tym na Światowym Szczycie Zrównoważonego Rozwoju Rio + 10 (World Summit on Sustainable Development Rio+10) w Johannesburgu w 2002 roku (patrz rozdz. I). W Polsce zasadzie zrównoważonego rozwoju nadano wysoką rangę, umieszczając w Konstytucji Rzeczypospolitej Polskiej (z 1997 roku) w art. 5. zapisu, że „Rzeczpospolita Polska [...] zapewnia ochronę środowiska, kierując się zasadą zrównoważonego rozwoju”. Wszyscy uznają też, że zrównoważony rozwój, trwały rozwój (ang. *sustainable development*), ekorozwój (ang. *ecodevelopment*) to nowy, wiodący kierunek w polskiej polityce środowiskowej (Kozłowski 2000). Pojęcia te w krajowym ustawodawstwie, praktyce planowania i licznych opracowaniach stosowane są w różnych zakresach<sup>2</sup>. Nie wdając się w dyskusje terminologiczne, można przyjąć zapis w ustawie Prawo ochrony środowiska z 27 kwietnia 2001 roku, który definiuje zrównoważony rozwój społeczno-gospodarczy jako taki rozwój, w któ-

<sup>1</sup> Pojęcie ekorozwoju pojawiło się już w latach 70. XX wieku w dokumentach Programu Ochrony Środowiska Narodów Zjednoczonych i zostało rozwinięte w Światowej Strategii Ochrony Przyrody (Olaczek 1999). Koncepcja zrównoważonego rozwoju (oznaczająca taki przebieg rozwoju gospodarczego, który nie naruszałby w sposób istotny i nieodwracalny środowiska życia człowieka, nie doprowadziłby do degradacji biosfery, a który godziłby prawa przyrody, ekonomiki i kultury) pojawiła się po raz pierwszy na arenie międzynarodowej w Raporcie ONZ pt. *Nasza wspólna przyszłość*. Raport ten został przyjęty przez Zgromadzenie Ogólne ONZ w 1987 roku i od tego czasu pojęcie to zajmuje centralne miejsce w polityce dotyczącej środowiska (Równy i Jabłoński 2002).

<sup>2</sup> Czasami ekorozwój (określony cechami zrównoważoności, trwałości i samopodtrzymywania się rozwoju) uznaje się za pojęcie o najszerszym zakresie (Borys 2003). W innych interpretacjach zrównoważony rozwój określa się cechami trwałości i samopodtrzymywania się, uznając za pojęcie najszersze, a ekorozwój za węższy termin. W węższym zakresie ekorozwój utożsamia się z rozwojem gospodarki i ekonomii opartym na poszanowaniu przyrody i ochronie środowiska.

rym następuje proces integrowania działań politycznych, gospodarczych oraz społecznych, z zachowaniem równowagi przyrodniczej oraz trwałości podstawowych procesów przyrodniczych, w celu zagwarantowania możliwości zaspokajania podstawowych potrzeb poszczególnych społeczności lub obywateli zarówno współczesnego pokolenia, jak i pokoleń przyszłych.

## Polityka środowiskowa

Słowo polityka pochodzi od greckiego *politika*, co oznacza sprawy państwa, zarządzanie państwem. Instrumentami, którymi polityka posługuje się do realizacji ustalonych przez nią celów są: tworzenie prawa, planowanie, finansowanie, realizacja przedsięwzięć i kontrola. Polityka środowiska nie jest oczywiście sprawą nową. W formie interwencji w różne dziedziny praktycznej działalności ludzkiej istnieje już od ponad 100 lat. Interwencje te miały zwykle postać przepisów prawnych odnoszących się do działalności przemysłowej, budowlanej, prawa pracy, prawa wodnego lub ochrony przyrody. Początki nowoczesnej pojmowanej polityki środowiskowej pojawiły się w krajach uprzemysłowionych w połowie lat 60. XX wieku (Jędraszko1999). Przełomem, na przykład w Niemczech i innych krajach zachodnich był ogłoszony w 1970 roku przez Radę Europy Rok Ochrony Przyrody oraz omawiana wielokrotnie w poprzednich rozdziałach – konferencja sztokholmska (w 1972 roku). Właśnie w związku z tym rokiem w byłych krajach EWG wprowadzono i upowszechniono pojęcie ochrona środowiska – rozumiane jako stosowanie zespołu odpowiednich środków.

Ogólnie, polityka środowiskowa (ekologiczna) oznacza całokształt działań oraz przedsięwzięć, mających na celu ochronę środowiska przez zmniejszanie zagrożeń i usuwanie skutków zanieczyszczeń. Punktem wyjścia światowej polityki środowiskowej była obserwacja, że dotychczasowy rozwój gospodarczy dokonał się wielkim kosztem zagrożenia równowagi ekologicznej zarówno w skali poszczególnych regionów, jak i naruszenia globalnego klimatu, zniszczenia wielorodności gatunków flory i fauny<sup>3</sup>, zmniejszenie nieodnawialnych zasobów surowcowych oraz wzrostu bezrobocia wywołanego racjonalizacją produkcji. Wskazuje się też na masowe marnotrawstwo (zwłaszcza energii) w krajach uprzemy-

*Polityka  
ekologiczna*

<sup>3</sup> Dziennie wymiera ok. 70 gatunków tych nieodtwarzalnych efektów trwającej miliony lat ewolucji – takie tempo oznacza groźbę zubożenia światowej różnorodności biologicznej o połowę w ciągu jednego lub dwóch pokoleń ludzkich.

słowionych<sup>4</sup>. Podbudową ideową polityki środowiskowej było więc stwierdzenie o skończoności zasobów Ziemi i konieczności ich oszczędzania<sup>5</sup> oraz stwierdzenie, że rozwój gospodarczy nie może odbywać się kosztem środowiska, bowiem jego elementy muszą być zachowane dla przyszłych pokoleń. Idei ekorozwoju przyporządkowano hasło „Ziemi nie odziedziczyliśmy od naszych przodków, myśmy ją pożyczyci od naszych dzieci”. Przed politykami staje pytanie: jak pogodzić naturalne dążenia do materialnego komfortu (czyli stałością pracy, ochroną socjalną i zdrowotną, wypoczynkiem i przyjemnościami) z zachowaniem odpowiedniej jakości środowiska.

Ważne miejsce w polityce zajmuje zarządzanie środowiskiem, czyli działania mające na celu ograniczenie zużycia zasobów naturalnych (surowce, powietrze, woda). W gospodarce dotyczy to wyboru produktów nieobciążających środowiska, odpowiednich środków transportu, oszczędności energii oraz rezygnacji z określonych wzorów konsumpcji, także turystycznej.

### **Polityka ochrony środowiska w warunkach Rzeczypospolitej Polskiej**

---

W Polsce sejm uchwałą z dnia 10 maja 1991 roku przyjął Politykę Ekologiczną Państwa, która określiła cele i kierunki działania na rzecz poprawy stanu środowiska. Do najważniejszych priorytetów ochrony środowiska zaliczono:

- unowocześnienie prawa ekologicznego,
- wprowadzenie instrumentów ekonomicznych (opłaty, kary, zwolnienia i preferencje podatkowe, dotacje, pożyczki),
- utworzenie instytucji finansujących (Fundusz Narodowy, Wojewódzkie i Gminne Fundusze Ochrony Środowiska, EkoFundusz, Bank Ochrony

<sup>4</sup> Na przykład tylko 15–20% energii zawartej w benzynie powoduje ostatecznie poruszanie się samochodu, żarówki wykorzystują efektywnie tylko 3% pierwotnej energii. Jak wykazują przeprowadzone w Stanach Zjednoczonych studia, ok. 93% zużytych i wprowadzonych do obrotu gospodarczego zasobów nigdy nie zostaje przekształcane w sprzedawane produkty, ok. 80% wytworzonych produktów jest w całości wyrzucanych. Szacuje się, że prawie 99% materiałów zużytych do produkcji towarów staje się już po sześciu tygodniach odpadami. Przez ostatnie 40 lat zużyto więcej zasobów niż zrobiły to poprzednie generacje.

<sup>5</sup> Dotyczy to głównie źródeł energii (zasoby ropy i gazu mogą wystarczyć na około 100 lat, węgla na kilkaset lub mniej w razie intensywnego rozwoju tzw. państw Trzeciego Świata, zwłaszcza Chin i Indii), zasobów gleb (jedna trzecia gleb uprawnych uległa erozji; 2 mld ludzi cierpi niedostatek wody) oraz ochrony globalnego klimatu (przeciwdziałanie zanieczyszczeniu atmosfery przez dwutlenek węgla i inne gazy wywołujące zanikanie ochronnej warstwy stratosferycznej ozonu, co może doprowadzić do zmiany sposobu życia, a nawet zagrożenia cywilizacji).

Środowiska) oraz utworzenie nowych instytucji monitoringu i kontroli środowiska (Inspekcja Ochrony Środowiska)<sup>6</sup>.

Przyjęta w Konstytucji RP zasada zrównoważonego rozwoju została rozwinięta w nowej II Polityce Ekologicznej Państwa, przyjętej uchwałą sejmu 22 sierpnia 2001 roku ([www.mos.gov.pl](http://www.mos.gov.pl)). Podstawowym jej celem jest zapewnienie bezpieczeństwa ekologicznego współczesnym i przyszłym pokoleniom poprzez przyjęcie takiego modelu rozwoju kraju, który zapewni skuteczną regulację i reglamentację korzystania ze środowiska (art. 74). Do realizacji tego celu (wywodzącego się wprost z definicji zrównoważonego rozwoju) wyznaczono kierunki działania o charakterze strategicznym, taktycznym i sektorowym (Agenda 21 w Polsce).

Zalecane sektorowe działania w turystyce to przede wszystkim:

- zmniejszenie natężenia ruchu turystycznego na obszarach o szczególnych walorach przyrodniczych,
- zmiana modelu i form turystyki na bardziej przyjazne środowisku,
- promocja ekologicznych form turystyki,
- poprawa infrastruktury i jakości usług turystycznych.

Koncepcja zrównoważonego rozwoju znalazła w Polsce bardzo podatny i przygotowany grunt. Opublikowana już w maju 1991 roku pierwsza wersja Polityki Ekologicznej Państwa, oparta na ekorozwoju (pojęciu zbliżonym do definicji rozwoju zrównoważonego), wyprzedziła tak ważne dla zasady zrównoważonego rozwoju międzynarodowe dokumenty, jak Agenda 21 i deklaracja z Rio de Janeiro, przyjęte w czerwcu 1992 roku oraz V Program Ochrony Środowiska i Zrównoważonego Rozwoju Unii Europejskiej, czy Program Działań Ekologicznych „Środowisko dla Europy” (z 1993 roku). Nowa, II Polityka Ekologiczna Państwa (z 2000 r.) wyznacza kierunki działania o charakterze strategicznym, taktycznym i sektorowym.

<sup>6</sup> Ustawa o Inspekcji Ochrony Środowiska z 20 lipca 1991 roku ustanowiła Głównego Inspektora Ochrony Środowiska jako centralny organ administracji rządowej do spraw kontroli przestrzegania przepisów o ochronie środowiska oraz analizy stanu środowiska. Organa IOŚ prowadzą ewidencję tzw. podmiotów gospodarczych, podlegających systematycznej kontroli. Na koniec 2001 roku w ewidencji wojewódzkich inspektoratów ochrony środowiska znajdowało się ogółem 46 018 użytkowników środowiska, około 0,5 tys. zakładów spełnia normy ISO 9002, ISO 14001 i ma Świadectwa Przedsiębiorstwa Czystej Produkcji (Zareba 2002). Zarządzeniem nr 32 Prezesa Rady Ministrów z dnia 28 października 1994 powołano też Komisję do Spraw Ekorozwoju (organ opinio-doradczy dla premiera). Do zadań komisji należy m.in. „dokonywanie okresowych przeglądów i ocen zgodności z wymaganiami ekorozwoju polityki przemysłowej, energetycznej, transportowej, rolnej, przestrzennej, komunalnej, prywatyzacyjnej, zdrowotnej i innych programów rozwoju, restrukturyzacji, obowiązującego prawa i realizacji zobowiązań międzynarodowych”. Szczególnie chodziło o współdziałanie w przygotowywaniu raportów w sprawie realizacji zapisów Agendy 21 na potrzeby ONZ oraz promocji polskich osiągnięć i określenie potrzeb w tym zakresie.

Zgodnie z koncepcją zrównoważonego rozwoju ekologizacja turystyki oznacza taki rozwój tego sektora gospodarczego, który nie narusza zasad i priorytetów ochrony środowiska, uwzględniania prawa ochrony i poszanowania przyrody. Ze względu na potrzebę wdrażania zasad zrównoważonego rozwoju w określonych geograficznie obszarach, niezbędne są strategie rozwoju turystyki zrównoważonej w ujęciu regionalnym. Turystyka ma do odegrania ważną rolę w praktyce proekologicznego zarządzania środowiskiem.

## 2. Rozwój turystyki

### SŁOWA KLUCZOWE:

ekonomiczno-kulturowe uwarunkowania turystyki, czynniki rozwoju turystyki i ekologiczne zagrożenia, rozmiary i znaczenie turystyki

### Ekonomiczno-kulturowe uwarunkowania turystyki

Problemy wzrostu i rozwoju gospodarczego, w tym turystyki, są przedmiotem badań ekonomicznych. Ekonomia i polityka ekonomiczna, traktowane jako dyscypliny naukowe, mają własne kierunki rozwoju, które odzwierciedlają różne postrzeganie celów, środków i metod gospodarowania (Szubert-Zarzeczny 2002). Każde państwo stara się tworzyć własną politykę gospodarczą i społeczną, której częścią jest polityka turystyczna. Jej charakter i rozwój określa przynależność do określonego systemu gospodarczego i kręgu kulturowego<sup>7</sup>. W Polsce do podstawowych założeń polityki ekonomicznej państwa należy pobudzanie produkcji i wzrost eksportu, zrównoważenie budżetu i walka z bezrobociem. W odniesieniu do sektora usług turystycznych zasadniczym celem jest pobudzanie do rozbudowy infrastruktury turystyki na wzór krajów wysokorozwiniętych (Gołębski 2002). W zachodnich krajach o wysokim – powyżej 25 tys. dolarów – poziomie PKB powstaje gospodarka,

<sup>7</sup> A., H. Toffler, *Budowa nowej cywilizacji. Polityka trzeciej fali*, Poznań 1996. Wg autorów pierwsza fala rozwoju cywilizacyjnego rozpoczęła się około 8 000 r. p.n.e. i trwała do czasów rewolucji przemysłowej w Europie (w latach 1650–1750). W krajach o najniższym poziomie rozwoju, zaliczanych wg ich koncepcji do sektora pierwszej fali, gospodarka funkcjonuje opierając się na rolnictwie i sprzedaży surowców. Druga fala rozpoczęła się rewolucją przemysłową. Proces industrializacji, jako cel rozwoju cywilizacyjnego, zakończył się w Stanach Zjednoczonych w połowie lat 50. XX wieku, gdy liczba pracowników umysłowych przewyższyła liczbę pracowników fizycznych. Rewolucja informatyczna jest tożsama z trzecią falą rozwoju, który dokonuje się z wykorzystaniem zaawansowanych technologii informatycznych i coraz większych zasobów wiedzy.



w której nawet dwie trzecie ogółu zatrudnionych pracuje w sektorze usług. Jednym z przejawów rozwiniętej serwicyzacji w krajach najbardziej rozwiniętych pod względem gospodarczym jest bardzo wysoki wskaźnik uczestnictwa obywateli w ruchu turystycznym.

### **Czynniki rozwoju turystyki i ekologiczne zagrożenia**

---

Dążenie do spędzania wolnego czasu w otoczeniu przyrody i tym samym korzystania z jej zasobów (wody i ziemi), istniało już od początków rozwijającego się życia miejskiego. Przed nastaniem epoki industrialnej nawet mieszkańcy miast żyli jednak w bliższym kontakcie z naturą. Wspomniana wielokrotnie w kontekście ochrony środowiska eksplozja przemysłu w XIX wieku i związany z tym rozwój fabryk sprawił, że robotnicy po długich godzinach pracy, nie mieli możliwości ani sił, aby wyjeżdżać w celach wypoczynkowych za miasto<sup>8</sup>. Dopiero osiągnięcia socjalne XX wieku zwiększyły sposoby i potrzeby rekreacji wszystkich warstw społecznych. Określona kodeksami pracy liczba godzin tygodniowej pracy i urlopu, a także roczna liczba świąt i okolicznościowych dni wolnych oznaczają, że poszczególne osoby obecnie mogą zupełnie inaczej zaplanować czas wolny niż na początku stulecia<sup>9</sup>. Jednakże dla rekreacji na świeżym powietrzu najważniejszy nie jest czas wolny po pracy, czy po zajęciach szkolnych, mimo że korzysta z niego coraz więcej ludzi, co ma związek ze wzrostem liczby posiadaczy samochodów. Większe znaczenie ma czas wolny w końcu tygodnia, podczas dni świątecznych oraz urlopu. Jest to czas, który pozostaje człowiekowi po wypełnieniu przez niego obowiązków zawodowych, szkolnych i domowych, i który może być przeznaczony na turystykę, rozrywkę, rozwój osobowości, na przykład uczestnictwo w wydarzeniach kulturalnych (Łobożewicz 1997).

Szczegółowe omówienie ekonomicznych czynników rozwoju turystyki – wzrostu poziomu dochodów realnych ludności, poszerzania ofert turystycznej lub polityki turystycznej różnych państw można znaleźć w literaturze specjalistycznej (Gołembski, Gaworecki 2003). Stymulującym

<sup>8</sup> Na początku wieku XX w większości krajów przemysłowych obowiązywał sześćdziesięciogodzinny tydzień pracy; w latach 70. uległ skróceniu do 40 godzin, a obecnie w niektórych krajach (np. we Francji) realizowany jest już model trzydziestopięciogodzinny.

<sup>9</sup> W roku 1900 tylko ok. 25% czasu obywateli amerykańskich można było uznać za czas wolny (czyli czas po pracy, śnie, zajęciach domowych i higienicznych), w roku 1950 wartość ta wzrosła do 34%, a w 2000 roku wynosiła już ok. 40%.

czynnikiem wydaje się także rozwój motoryzacji i powszechna dostępność – oprócz publicznego – transportu prywatnego<sup>10</sup>. Z drugiej strony specjaliści od ochrony środowiska na całym świecie przestrzegają przed negatywnymi skutkami ekologicznymi nadmiernej produkcji i użytkowania samochodów, zwłaszcza w regionach turystycznych. Problemy środowiskowe powodowane przez pojazdy samochodowe są bardzo zróżnicowane. Do najbardziej uciążliwych należy hałas, korki uliczne (dwa lata swego życia człowiek spędza uwięziony w korkach) oraz zanieczyszczenie środowiska. Spaliny samochodowe są jednym z najgroźniejszych i najobfitszych źródeł zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego (Wachowski, Kirszensztejn 1999)<sup>11</sup>. Negatywne działanie polega na wprowadzaniu do środowiska przyrodniczego szkodliwych gazów spalinowych, które zawierają tlenki azotu NO<sub>x</sub>, tlenek węgla CO, węglowodory C<sub>n</sub>H<sub>m</sub> (w tym wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne WWA o udokumentowanym działaniu mutagennym i kancerogennym), w mniejszych ilościach cząstki stałe: sadza, związki chloru i fosforu oraz ołowiu, który kumuluje się w przydrożnych roślinach. Gazy (głównie tlenki azotu i węglowodory), dostając się do atmosfery, są przyczyną (przy dużym nasłonecznieniu) smogów fotochemicznych występujących w Los Angeles. W okolicach stacji benzynowych i warsztatów samochodowych wycieki benzyny i ropy skażają glebę i wodę. Do tego dochodzą puszki po olejach, rozbite szkła i plastiki, wraki samochodowe i zużyte opony, stwarzające poważny problem uciążliwych odpadów<sup>12</sup>.

<sup>10</sup> Od 1908 roku, daty otwarcia pierwszej fabryki Henry'ego Forda w Detroit, produkcja samochodów wciąż wzrasta: w 1960 roku – 50 mln, w 1990 – 400 mln, w 1999 – 1,5 mld, co roku przybywa ok. 40 mln pojazdów. W Polsce w 1970 roku było ok. 0,5 mln samochodów osobowych, w 1980 roku zarejestrowano już ponad 2,5 mln, a w końcu lat 90. – ponad 10 mln. Dopiero od września 2002 roku obowiązuje zakaz sprowadzania starych samochodów bez katalizatorów. Samochody okazały się śmiertelnie niebezpiecznym narzędziem. W ciągu roku „zabijają” ok. 200 tys. ludzi, „ranią” 10 mln, a 0,5 mln z powodu ich użytkowania zostaje kalekami.

<sup>11</sup> Zdaniem autorów w ostatnich kilkudziesięciu latach gwałtowny rozwój motoryzacji sprawił, że samochody wnoszą więcej zanieczyszczeń niż energetyka i przemysł razem wzięte. W całkowitej ilości zanieczyszczeń występujących w powietrzu gazy uwalniane przez pojazdy samochodowe stanowią 50–80%. Obecnie, aby zmniejszyć ilość emitowanych zanieczyszczeń, paliwa wzbogaca się w tzw. czynniki utleniające (Wachowski, Kirnsztejn 1999). Najczęściej jest to bezwodny alkohol etylowy dodawany w Polsce do paliwa w ilości ok. 5%. Rozwijana jest również produkcja estru etylowego oleju rzepakowego do zasilania silników Diesla. Działania przeciwko wprowadzeniu tzw. biopaliw, widoczne w Polsce, działają na niekorzyść środowiska. Prowadzone są również intensywne próby wprowadzenia na rynek (głównie amerykański) samochodów zasilanych bateriami elektrycznymi.

<sup>12</sup> Polska zajmuje nadal w Europie czołowe miejsce w ilości wytwarzanych odpadów, co wynika ze zbyt niskiego gospodarczego wykorzystania, niedostatecznego odzysku i stosowania przestarzałych technologii.

Transport kołowy zmienia też krajobraz, gdyż wymaga niezbędnej infrastruktury (drogi, objazdy, autostrady), która w Polsce zajmuje ok. 3% powierzchni. Budowa dróg zmienia stosunki wodne, w górach powoduje erozję gleb, a ogólnie przyczynia się do niekorzystnej fragmentacji spójnych dotychczas środowisk, co stanowi zagrożenie dla roślin i zwierząt, gdyż powoduje zmniejszanie się biologicznej różnorodności. Wzdłuż dróg, a także kolejowych szlaków przemieszczają się różne, nie zawsze korzystne, gatunki roślin.

Szybkość, z jaką ludzie przemieszczają się samolotami, sprzyja szerzeniu się i przenoszeniu z kontynentu na kontynent chorób zakaźnych, infekcyjnych i inwazyjnych, które wywołują bakterie i wirusy (na przykład wirusy gorączki wschodniej Nilu i wirus Ebola zawlekany z Afryki do Europy i Ameryki) oraz pasożyty, na przykład zarodźce malarii przenoszonej przez komary (patrz rozdz. IV). Malaria importowana do Europy, mimo pewnego zmniejszenia się ruchu turystycznego po 11 września 2001 roku jest nadal częsta. W Polsce rozpoznaje się rocznie zwykle kilkadziesiąt przypadków zawlekanej malarii, ale śmiertelność jest większa niż w innych krajach (Pawłowski, Stefaniak 2003).

Ostatnio szczególną uwagę zwróciła epidemia SARS, ponieważ osiągnęła zasięg światowy, a rozpoczęła się od pojedynczego przypadku dra Liu Jianluna, sześćdziesięcioletniego lekarza z prowincji Guangdong w Chinach i rozpowszechniła się błyskawicznie na inne kontynen-

kraj	liczba przypadków malarii ogółem (zgony)
Wielka Brytania	2050 (8)
Włochy	984 (1)
Niemcy	861 (3)
Ukraina	335 (2)
Holandia	395 (4)
Belgia	113 (0)
Szwecja	132 (0)
Rosja	503 (2)
<b>Polska</b>	<b>22 (2)</b>
Czechy	21 (0)
Litwa	9 (0)
Słowacja	9 (0)

Tab. 7.1. Przykładowa liczba przypadków malarii zawleczonej do Europy w 2002 roku (wg „Medicus Mundi Polonia” 2003, nr 11).

ty<sup>13</sup>. W ciągu jednej nocy – 21 lutego 2003 roku – w hotelu Metropole w Hongkongu doszło do zakażenia wirusem co najmniej szesnastu osób mieszkających na tym samym piętrze, a poprzez nie do rozprzestrzenienia się epidemii nie tylko w samym mieście, ale nawet w Toronto, Hanoi i Singapurze. W ciągu kolejnych czterech miesięcy zachorowało ponad 4000 osób i zmarło 550 zakażonych w 28 krajach. Razem z przypadkami w Chinach i na Tajwanie do końca czerwca 2003 roku zachorowało 8456 osób, spośród których zmarło 809. Ogniska epidemiczne SARS, dzięki upowszechnianiu informacji w mass mediach, zostały opanowane i dnia 5 lipca 2003 roku WHO przestało zalecać ograniczenia w podróżach międzynarodowych z uwagi na SARS.

W związku z licznymi zagrożeniami chorobami infekcyjnymi i inwazyjnymi organizator ruchu turystycznego powinien uwzględnić ich występowanie w obsługiwanych regionach świata, poznać środowisko, określić charakter wyjazdu (służbowy, rekreacyjny) oraz warunki i czas pobytu (Mizgajaska-Wiktor 2004). Z danych wspomnianej autorki wynika, że jeszcze 20 lat temu Polacy przebywali w krajach tropikalnych i subtropikalnych głównie w celach służbowych, a w ostatniej dekadzie proporcje te odwróciły się, ponad 97% stanowią wyjazdy o charakterze turystyczno-rekreacyjnym. Przy wyjazdach służbowych odpowiednie przepisy określają obowiązek wykonania szczepień ochronnych dostosowanych do danego rejonu świata, o których informują stacje sanitarno-epidemiologiczne. Obecnie w ruchu międzynarodowym, jedynym wymaganiem szczepieniem ochronnym jest immunizacja przeciwko żółtej gorączce poświadczona certyfikatem Światowej Organizacji Zdrowia (WHO). Obowiązuje ona podróżujących do Afryki na południe od Sahary z wyjątkiem Afryki Południowej, Namibii, Zimbabwe, Botswany, Mozambiku i Madagaskaru, a także osoby wyjeżdżające do Panamy i Ameryki Południowej z wyjątkiem Chile, Paragwaju, Urugwaju i Argentyny. Szczepienie przeciwko wirusowemu zapaleniu wątroby (wzw) typu A jest zalecane podróżującym do krajów o niskim standardzie higieniczno-sanitarnym, natomiast wzw typu B – osobom wyjeżdżającym do Afryki, na Daleki Wschód, oraz w szczególnych grupach ryzyka osób o obniżonej odporności. Szczepienia przeciwko durowi brzuszemu zaleca się przede wszystkim podróżującym do Indii, Ameryki Środkowej

<sup>13</sup> Bull. WHO 2003, nr 8/8, s. 625–626. Wirus SARS nie jest jeszcze dostatecznie poznany. Należy do rodziny korona wirusów, podobnie jak wirusy kataru. Okres wylęgania choroby nie przekracza 10 dni, ale jedna osoba może zakażyć wiele osób w otoczeniu. Wśród pierwszych ofiar choroby był personel lokalnych bazarów i restauracji, co miało związek z handlem i przygotowaniem do spożycia cywet i jenotów.

i Południowej, Afryki tropikalnej oraz na Bliski i Daleki Wschód. W indywidualnych wypadkach (archeolodzy, speleolodzy, geolodzy) należy szczepić się również przeciwko tężcowi, a także w kierunku błonicy (powinni to zrobić na przykład udający się do byłych republik Związku Radzieckiego). Szczepionkę przeciwko *poliomyelitis* zaleca się w niektórych krajach afrykańskich i w większości krajów azjatyckich, zwłaszcza przy wyjazdach do pracy w ośrodkach misyjnych dla dzieci. Szczepienia zapobiegające meningokowemu zapaleniu opon mózgowo-rdzeniowych stosuje się przy wyjazdach w suche rejony Afryki, na południe od Sahary oraz dla pielgrzymujących do Mekki. Szczepionka przeciwko japońskiemu zapaleniu mózgu jest szczególnie zalecana podczas planowania dłuższych pobytów w wioskach indyjskich oraz w Azji dalekowschodniej (Mizgajska-Wiktor 2004). Autorka przypomina o potrzebie zastrzeżonej higieny turystów w odmiennych warunkach klimatycznych, na przykład mycie zębów w wodzie przegotowanej, noszenie bielizny bawełnianej i pełnego obuwia, picie tylko wody przegotowanej, napoi z butelek zamykanych kapslem lub puszkowanych, dokładne mycie owoców, ochronę przed słońcem, przegrzaniem, unikanie kąpieli w otwartych zbiornikach słodkowodnych oraz kontaktu ze zwierzętami jadowitymi i roślinami trującymi, unikanie zabiegów zwiększających ryzyko chorób przenoszonych drogą krwi (tatuaze, akupunktura, przekłuwanie uszu).

### Rozmiary i znaczenie turystyki

Od kilkudziesięciu lat ruch turystyczny zarówno w skali światowej, jak i poszczególnych krajów charakteryzuje dynamiczny rozwój. W 1999 roku turystyka światowa osiągnęła wyższe tempo rozwoju niż światowa gospodarka (Szuber-Zarzecny 2002). Wynika to, jak już wspomniano, ze wzrostu zamożności społeczeństw krajów postindustrialnych, a także wchodzących na drogę intensywnej industrializacji, dostępności środków transportu oraz wydłużania się czasu wolnego. W 1995 roku liczba podróży na świecie wynosiła 566 mln, a w 1999 roku podróżowało już 663 mln ludzi, czyli 10% populacji ziemskiej. Decydujący wpływ na zróżnicowanie rozwoju turystyki pod koniec XX wieku miał stopień bezpieczeństwa danego kraju oraz czynniki ekonomiczne<sup>14</sup>. Światowa Organizacja Turystyczna (World Tourist Organization – WTO) przewi-

<sup>14</sup> Największą potęgą turystyczną pozostaje wciąż Francja. Wzrost liczby zagranicznych turystów odnotowuje też Grecja, Hiszpania, Włochy i Irlandia.

duje, że w 2020 roku międzynarodowy ruch turystyczny na świecie wzrośnie do 1561 mln, a w Europie do 717 mln podróży (Gołembski 2002). W Europie w latach 2000–2010 spodziewany jest wzrost wpływów z turystyki w produkcie krajowym brutto do 13,5% (2,1 mld dolarów), a liczba osób zatrudnionych w usługach turystycznych wzrośnie do 23,6 mln (14% zatrudnionych ogółem).

W ostatniej dekadzie turystyka w Polsce rozwijała się inaczej. Na początku lat 90. XX wieku po otwarciu granic i okresie gwałtownego wzrostu międzynarodowego ruchu turystycznego, głównie tranzytowego, nastąpiło spowolnienie jego dynamiki. Mimo to w 1996 roku Polskę odwiedziło 20 mln turystów (bez lokalnej wymiany przygranicznej), co daje nam 7. miejsce w Europie, przynosząc 4% ogólnoeuropejskich dochodów z turystyki. W końcu dekady Polska, podobnie jak kraje byłej Jugosławii, Węgry i Rumunia, odnotowała spadek przyjazdów.

Głównym czynnikiem rozwoju turystyki na świecie była i jest niewątpliwie ciekawość ludzi i stan majątności. Wśród zajęć czasu wolnego – zwiększającego się dzięki rozwojowi techniki – turystyka zajmuje zwykle pierwsze miejsce, jest też wyznacznikiem pozycji różnych grup społecznych. Potrzeba korzystania z bogactw przyrody w czasie turystyki i wypoczynku na świeżym powietrzu jest wciąż tendencją wzrostową, zwłaszcza w krajach wysoko rozwiniętych, postindustrialnych. Aby ograniczyć uciążliwości związane z masową turystyką samochodową poszukuje się innych środków transportu. Jednym ze sposobów przemieszczania się eliminujących zanieczyszczenie środowiska spalinami, jest kolej (na długich trasach) oraz szybka kolej miejska nadziemna lub podziemna (metro) i rowery.

### 3. Rola środowiska przyrodniczego w turystyce i rekreacji

#### SŁOWA KLUCZOWE:

znaczenie przyrody dla turystyki, jakość walorów środowiska naturalnego, wpływ turystyki na przyrodę, negatywne ekologiczne efekty, chłonność i pojemność turystyczna.

#### Znaczenie przyrody dla turystyki

---

Związki i zależności między przyrodą a turystyką i rekreacją mają zróżnicowany charakter. Z punktu widzenia wpływu środowiska na turystykę rozważa się głównie walory turystyczne środowiska naturalnego. Eko-

systemy, w których ludzie lubią spędzać wolny czas, są bardzo różne. Wybór zależy przede wszystkim od gustu turystów i dostępności terenu. Z badań wynika, że pierwszeństwo ma przyciągająca siła wody (brzeg morza, piaszczyste wybrzeża wielkich jezior). Walorami nazywa się zespół elementów przyrodniczych, które są przedmiotem zainteresowania turysty, na przykład klimat, woda, ukształtowanie powierzchni, budowa geologiczna, roślinność (Gołembski 2002). Do zwiększenia walorów rekreacyjnych przyczynia się też obecność małych jeziorek lub rzek w głębi łądu. Odnotowuje się też upodobania do dzikiej (lub sprawiającej wrażenie dzikiej) przyrody: lasów, wydm i wrzosowisk. Wpływ walorów turystycznych jest więc różny a należy go rozpatrywać pod kątem trzech podstawowych typów turystyki: poznawczej, wypoczynkowej i leczniczej. Na przykład w turystyce wypoczynkowej największe znaczenie mają następujące elementy: rzeźba terenu, wody powierzchniowe, temperatura, szata roślinna. Walory przyrodnicze są bardzo ważnym i najwcześniej postrzeganym motywem w turystyce poznawczej, identyfikowanej przez wiele lat z krajoznawstwem (Lijewski i in. 2002). Dzieli się je zwykle na trzy grupy:

- walory krajobrazowe (np. wydmy, morza, świat roślinny i zwierzęcy),
- walory wielkoprzestrzenne (parki narodowe, parki krajobrazowe i obszary chronionego krajobrazu),
- walory o lokalizacji punktowej, czyli osobliwości przyrodnicze i to zarówno przyrody ożywionej, jak i nieożywionej, na przykład jaskinie, grotty skalne, przełomy rzek, skałki, ściśle chronione obszary łąkowe niektórych ptaków błotnych lub bobrów, grupy drzew.

Przydatność rekreacyjno-turystyczną niektórych jednostek siedliskowo-roślinnych przedstawiono w tabeli 7.2.

typ siedliska (potencjalnej roślinności naturalnej)	odporność na użytkowanie rekreacyjne	właściwości lecznicze i psycho- regulacyjne	zagrożenia patogenne	właściwości estetyczne	dostępność terenu
1	2	3	4	5	6
<b>bór suchy (<i>Cladonio-Pinetum</i>)</b>					
a) zbiorowisko naturalne	1	3S	1	2-3	E, G
b) zbiorowiska zastępcze:					
– samosiewy	1	2S	1	2	E
– uprawy leśne	1	2S	1	1	E, G
– murawki napiaskowe	1	1	1	1-2	E
<b>bór sosnowy świeży (<i>Cladonio-Pinetum</i> i <i>Peucedano-Pinetum</i>)</b>					
a) zbiorowisko naturalne	2	5S	1	4	G
b) zbiorowiska zastępcze:					
– samosiewy	2	4S	1	3	
– uprawy leśne	2	3S	1	2	G

Zrównoważony rozwój a turystyka

typ siedliska (potencjalnej roślinności naturalnej)	odporność na użytkowanie rekreacyjne	właściwości lecznicze i psycho- regulacyjne	zagrożenia patogenne	właściwości estetyczne	dostępność terenu
– wrzosowiska	2	3	2	4T	U
– murawki napiaskowe	1–2	4S	2	3	E
– użytki rolne	2	2Z	1	2	G
bory bagienne sosnowe i świerkowe ( <i>Vaccino-uliginosi-Pinetum</i> , <i>Sphagno girghensonii-Piceetum</i> )					
a) zbiorowiska naturalne	1	4S	4–5	3–4	E
b) zbiorowiska zastępcze					
– młodniki naturalne i sztuczne	1	3S	4–5	Q	E, G
bory świerkowe górskie ( <i>Eu-Yaccinio Piceion</i> )					
a) zbiorowiska naturalne	2–3	4S	2–3	4–5	E, G, B
b) zbiorowiska zastępcze					
– samosiewy leśne	3	3–4S	2–3	3	E, B
– uprawy leśne	3	3–4S	2–3	3	G, B, E
– borówczyśka	3	2–3Z	3	3	B
– ziołoroślą	3	3–4Z	3	4	B, E
– użytki zielone	4–5	1–2Z	2–3	2–4	G
bory świerkowo-jodłowe ( <i>Galio-Abietion</i> , <i>Yaccinio-Abietion</i> )					
a) zbiorowiska naturalne	3	4–5U	2–3	4	E, G, B
b) zbiorowiska zastępcze:					
– samosiewy leśne	3	4U	2–3	4	E, B
– uprawy leśne	3	3–4S	2–3	3	G, E
– murawy i użytki zielone	4–5	2UZ	3	3–4	G, B
– użytki rolne	2	2Z	2	2	G
bory mieszane sosnowo-dębowe świerkowo-dębowe ( <i>Querco-Pinetum</i> i <i>Querco-Piceetum</i> )					
a) zbiorowiska naturalne	3	4–5U	3	4	G
b) zbiorowiska zastępcze:					
– drzewostan sosnowy	3	4–5S	2–3	4	G
– drzewostan świerkowy	3	3–4S	3	3	G
– samosiewy leśne	3–4	3–4U	3	3	U
– uprawy leśne (młodniki)	3	3US	3	2–3	G
– murawy naturalne i użytki zielone	4	3–4ZU	3–4T	3	G
– użytki rolne	3	1–2Z	2–4T	2–3	G
– zbiorowiska ruderalne	4	2–3ZS	3 ^ t	3–4	U
kwaśne dąbrowy ( <i>Quercetea robori-petraeae</i> )					
a) zbiorowiska naturalne	3	4–5U	3–4T	4	G
b) zbiorowiska zastępcze:					
– drzewostan sosnowy	3	4–5U	3T	4	G
– samosiewy leśne	3–4	4U	3–4T	3–4	U
– uprawy leśne	3–4	3–4U	3–4T	3	G
– murawy naturalne i użytki zielone	4	3ZU	3–4T	3	G
– użytki rolne	2–3	1–2Z	2–4T	2–3	G
– zbiorowiska ruderalne	3–4	2ZU	2–3T	3	U
kwaśne buczyny ( <i>Luzulo-Fagion</i> )					
a) zbiorowiska naturalne	2–4	4–5U	2–4T	4	G, B
b) zbiorowiska zastępcze:					
– drzewostan sosnowy	2–3	4–5U	3T	3–4	G
– drzewostan świerkowy	3–4	3S	2–3	3	G, B
– samosiewy leśne	2–4	3–4U	3T	3	E, B
– uprawy leśne	2–4	3U	3T	2–3	G
– murawy i użytki zielone	3–4	3UZ	3–4T	3	G
– użytki rolne	2–3	1–2UZ	2–3T	2–3	G



Rola środowiska przyrodniczego w turystyce i rekreacji

typ siedliska (potencjalnej roślinności naturalnej)	odporność na użytkowanie rekreacyjne	właściwości lecnicze i psycho- regulacyjne	zagrożenia patogenne	właściwości estetyczne	dostępność terenu
– zbiorowiska ruderalne	2–4	1–2UZ	3–4T	2–3	U
żyzne buczyny ( <i>Eu-Fagion</i> i <i>Cephalanthero-Fagion</i> )					
a) zbiorowiska naturalne	2–3Z	4U	3T	4–5T	G, B
b) zbiorowiska zastępcze:					
– drzewostan sosnowy	3	4–5U	3–4T	4	G
– drzewostan świerkowy	2–3Z	4S	3	3–4	G, B
– samosiewy leśne	3	4U	3T	4	B, E
– uprawy leśne	2–3	3U	3T	3–4	G, E, B
– murawy naturalne i użytki zielone	4–5	3–4U-Z	3–5T	3–5	G
– użytki rolne	2–3Z	1–2UZ	3–5T	3T	G
– zbiorowiska ruderalne	3–5	1–2UZ	3–4T	2–3	U
dąbrowa świetlista ( <i>Quercetalia pubescentis-petraeae</i> )					
a) zbiorowiska naturalne	2–3	5U	2–4T	5T	G,E
b) zbiorowiska zastępcze:					
– drzewostan sosnowy	2–3	4–5U	3–4T	4	G
– drzewostan modrzewiowy	3	3U	3	2–3	G
– samosiewy leśne	3–4	4U	4	4	E
– uprawy leśne	3	3U	4	3	G
– murawy naturalne i użytki zielone	4	4–5UZ	4T	4–5T	E, G
– użytki rolne	2–3	1–2UZ	4–5T	4	G
– zbiorowiska ruderalne	4	3–4UZ	3	3–4	U
grądy ( <i>Carpinion betuli</i> )					
a) zbiorowisko naturalne	3	4–5S	4–5T	5T	G, E
b) zbiorowiska zastępcze:					
– drzewostan sosnowy	3	4–5U	3–4T	4	G, E
– drzewostan świerkowy	3	3U	2–4T	2–0	G
– drzewostan modrzewiowy	3	3U	2–3	2–3	G
– samosiewy leśne	3–4	38	3–4T	3–4	E
– uprawy leśne	3	38	3–4T	3	G
– murawy naturalne i użytki zielone	4–5	3UZ	3–5T	3–4	G
– użytki rolne	3	1–2UZ	2–5T	3	G
– zbiorowiska ruderalne	3–5	3UZ	2–3	3	U
łąg wiązowo-jesionowy ( <i>Ficario-Ulmetum campestris</i> )					
a) zbiorowisko naturalne	2–3	2–3U	4–5T	4–5T	E,G
b) zbiorowiska zastępcze:					
– drzewostan jesionowy	3	3U	4–5T	4	G
– drzewostan topolowy	3	2U	4–5T	2	G
– samosiewy leśne	2–3	3U	4–5T	3	E
– uprawy leśne	2–3	3U	4–5T	2	G
– murawy naturalne i użytki zielone	4	3–4UZ	4–5T	4	G
– użytki rolne	2	1–2UZ	2–4T	2	G
– zbiorowiska ruderalne	3	2UZ	2–5T	3	U
łąg olszowy ( <i>Circaeo-Alnetum</i> )					
a) zbiorowisko naturalne	2–3	2–3S	4–5T	3	E
b) zbiorowiska zastępcze:					
– samosiewy i uprawy leśne	2–3	2–3U	4–5T	3	E
– murawy naturalne i użytki zielone	3	3S	4–5T	3–4	G
– zbiorowiska ruderalne	3	1–28	4–5T	1–2	U

Zrównoważony rozwój a turystyka

typ siedliska (potencjalnej roślinności naturalnej)	odporność na użytkowanie rekreacyjne	właściwości lecznicze i psycho-regulacyjne	zagrożenia patogenne	właściwości estetyczne	dostępność terenu
<i>łęgi górskie (Acerion pseudoplatani, Alnetum incanae, Carici-Fraxinetum, Caltho-Alnetum)</i>					
a) zbiorowiska naturalne	2-3	2-3U	3-4T	3-5	E, B
b) zbiorowiska zastępcze:					
– zarośla i ziołorośla nadrzeczne	3	2-3U	3-4T	3-4	E, B
– zarośla i ziołorośla na zboczach	2-3	3-4U	3-4T	4-5	B, E
– młaki potęgowe	1-2	1-2U	3-4T	3	E
– zbiorowiska ruderalne	3-4	T-2UZ	2-3T	3	U
<i>łęg topolowo-wierzbowy (Salici-Pupletum)</i>					
a) zbiorowisko naturalne	2-4	4U	4T	4-5	E
b) zbiorowiska zastępcze:					
– drzewostan topolowy	3-4	2U	4-5T	2	G
– samosiewy leśne	3-4	3U	4-5T	3-4	
– wikliniska	1-3	4S	2-3	4	G
– murawy naturalne i użytki zielone	3-4	3-4U	2-3T	3-4	G
– użytki rolne	2-3	1-2U	2-5T	3	G
– zbiorowiska ruderalne	3-4	1-2U	3-4T	2-3	U
<i>olsy (Alnetea glutinosae)</i>					
a) zbiorowisko naturalne	1-2	1-2S	4-5	3-4	E, B
b) zbiorowiska zastępcze:					
– samosiewy olszowe	2	2-3S	4-5	3	E
– łożowiska	1-2	1-2S	3-4	2-3	E, B
– ziołorośla	2	3S	4-5	3-4	E
– turzycowiska	2-3	2-3SZ	3T	3	E, B
– łąki i pastwiska	3	1-3SZ	3-4T	3	G, E
– zbiorowiska ruderalne	1-3	1-2SZ	3-5T	3-4	E, B
<i>zarośla kosodrzewiny (Pinetum mughi)</i>					
a) zbiorowisko naturalne	3-4Z	4-5SZ	2-3T	4-5	E, B
b) zbiorowisko zastępcze					
– psiara kosówkowa	4-5Z	2-3Z	2-3T	2-3	B
<i>zarośla i ziołorośla wysokogórskie (Betulo-Adernostyletea)</i>					
a) zbiorowisko naturalne	2-4Z	3-4SZ	2-4T	4-5	E, B
b) zbiorowiska zastępcze:					
– ziołorośla szczawiowe	3-4Z	3SZ	2-4T	3	B
– murawki – psiary	4-5Z	2SZ	3-4T	2	B
<i>torfowiska wysokie (Oxycocco-Sphagneteta)</i>					
	1	3-4S	3-5T	4-5	B, E
<i>murawy kserotermiczne (Festuco-Brometea)</i>					
a) zbiorowiska naturalne	2-4Z	4-5U	2-3T	4-5T	E
b) zbiorowiska zastępcze:					
– pastwiska	4Z	3-4U	2-3T	3-4	E
– użytki rolne	2-3Z	2-3U	3-5T	3-4	G
– zbiorowiska ruderalne	4Z	3-4U	3-4T	3-4	U
<i>murawy wysokogórskie (Caricetea curvulae, Elyno-Seslerietea)</i>					
a) zbiorowiska naturalne	3-5Z	3-4SZ	1-2TZ	4-5	B
<i>szuwały (Phragmition)</i>					
a) zbiorowiska naturalne	1-2	2-3U	2-4TZ	4	E, B

Objaśnienia do tabeli:

podstawowa skala wartości: 5 – bardzo dobre, 4 – dobre, 3 – średnie, 2 – małe,  
1 – bardzo małe

oznaczenia dodatkowe: Z – zależne głównie od czynników zewnętrznych,  
U – uniwersalne (bez ograniczeń), S – selektywne,  
T – zmienne w czasie, E – ograniczenia ekologiczno-  
-środowiskowe, G – ograniczenia gospodarcze,  
B – ograniczenia bezpieczeństwa.

Tab. 7.2. Przydatność rekreacyjna jednostek siedliskowo-roślinnych wydzielanych na mapie potencjalnej roślinności naturalnej (wg Krzymowska-Kostrowicka 1997).

### Jakość walorów środowiska naturalnego

Najwyższą jakość z punktu widzenia zainteresowania i potrzeb turysty ma środowisko nieprzekształcone i niezniszczone przez człowieka, czyli zachowujące cechy naturalności<sup>15</sup>. Do obszarów o najwyższej jakości zalicza się zwykle tereny wysokogórskie, tundry, tajgi, pustynie. Najbardziej zmienione i przekształcone przez człowieka są regiony górnicze, obszary intensywnych upraw rolniczych i hodowlanych oraz miasta, które *nota bene* są także atrakcyjne dla turystów, jednakże ze względu na inne walory (kulturalne, rozrywkowe).

Przykładem zaniku bezpośrednich związków między jakością środowiska przyrodniczego a rozwojem turystyki są obszary ekologicznego zagrożenia, które sąsiadują, a nawet pokrywają się z regionami turystycznymi. Badania prowadzone przez Matczaka (1995) wykazały, że w Polsce ponad 40% obszarów wykorzystywanych turystycznie charakteryzuje różny stopień zanieczyszczenia środowiska przyrodniczego. Na obszarach silnie zanieczyszczonych występuje 14% terenów turystycznych, prawie 25% obszarów wykorzystywanych turystycznie charakteryzuje bardzo wysoki stopień zanieczyszczenia środowiska. W końcu lat 90. XX wieku największe ujemne zależności między jakością środowiska a rozwojem turystyki występowały na terenie byłych województw: szczecińskiego, wałbrzyskiego, gdańskiego, krakowskiego i katowickiego. Podobny brak zależności między dobrym stanem środowiska a turystyką występuje na obszarach podmiejskich otaczających duże aglome-

<sup>15</sup> Tomiałojć (1994) wyróżnia kilka stanów odkształcenia biotopów i krajobrazów: stany pierwotne (tylko śladowo zaburzone przez człowieka), naturalne (częściowo zmienione przez człowieka), kulturowe, czyli antropogeniczne, w których ingerencja człowieka dominuje nad siłami przyrody oraz sztuczne i zdewastowane. Zatem, las naturalny oznacza wprawdzie sztucznie zasadzony drzewostan, ale z cechami naturalnych procesów ekologicznych niekontrolowanych przez człowieka.

racje, które znajdują się często w strefach zanieczyszczonego powietrza, skażenia gleb i wód ściekami.

Warto wspomnieć, że na podstawie kryterium jakości środowiska już w latach 60. XX wieku Komisja Badania Funduszy Wczasowych Stanów Zjednoczonych ORRRC (Outdoor Recreation Resources Review Commission) wyróżniła sześć klas terenów rekreacyjnych (Simmons 1979):

*Klasy  
terenów  
rekreacyjnych*

1. miejsca silnie przekształcone i zagospodarowane do celów masowego użytku,
2. tereny poddawane znacznym przekształceniom do ogólnego zastosowania,
3. obszary środowiska naturalnego,
4. unikalne tereny przyrodnicze, na przykład miejsca występowania wyjątkowo pięknych widoków, niezwykłych zjawisk naturalnych lub ważne z naukowego punktu widzenia,
5. tereny pierwotne, na przykład niezakłóconych bezdroży, ostępów puszczy o naturalnych cechach dzikości,
6. obiekty historyczne i kulturalne o znaczeniu miejscowym, regionalnym lub ogólnokrajowym.

### Wpływ turystyki na przyrodę

Rekreacyjno-turystyczne użytkowanie środowiska przyrodniczego powoduje wiele różnych skutków. Z punktu widzenia tylko techniki oddziaływania Krzymowska-Kostrowicka (1997) wyróżnia:

- oddziaływanie fizyczne, czyli mechaniczne zmiany powstające z powodu poruszania się ludzi oraz urządzeń technicznych w danym środowisku,
- oddziaływania chemiczne, głównie zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego spalinami samochodowymi oraz odpady, które definiuje się jako substancje powstałe w wyniku bytowania i działalności turystycznej ludzi, nieprzydatne i uciążliwe dla środowiska,
- oddziaływania biologiczne polegające na wprowadzeniu lub eliminowaniu z ekosystemów organizmów żywych, synantropizacji gatunków; przeniesione organizmy, rozstając się ze swoimi naturalnymi drapieżcami i pasożytami rozprzestrzeniają się zwykle gwałtownie w nowych siedliskach,
- oddziaływania techniczne (zabudowa, infrastruktura usługowa).

Największym zagrożeniem dla przyrody jest masowość ruchu turystycznego, który często w sposób niekontrolowany przyczynia się do nadmiernego wzrostu transportu i działalności usługowej właśnie w miejscach o najbardziej delikatnej strukturze ekologicznej. Masowa turystyka i towarzyszące jej inwestycje (hotele, sklepy, drogi, lotniska), określane

czasami mianem ekspansji turystycznej, mogą stanowić zagrożenie zarówno dla przyrody, jak i dla kultury niegdyś izolowanych grup ludzi i plemion, zakłócając ich tryb życia oraz ingerując w zagospodarowywanie terenów. W niektórych rejonach biosfery można już mówić o katastrofie ekologicznej spowodowanej działalnością turystyczną, która obejmuje swym zasięgiem praktycznie wszystkie ekosystemy lądowe i wodne.

W ostatnim stuleciu współzależność człowiek–środowisko z powodu masowego stosowania na terenach rekreacyjno-turystycznych zintensyfikowała się z powodu masowego stosowania sprzętu technicznego. Na przykład motocykle crossowe, samochodziki wydmowe i skutery śnieżne rozszerzyły znacznie mobilność turystów na wszelkie rodzaje terenów lądowych, podobnie akwalungi pozwalają na znaczne przenikanie i przebywanie pod wodą. Zagrożona jest nawet Antarktyda, gdzie na listę ginących gatunków wpisano albatrosy<sup>16</sup>. Problemem są odpady, na przykład uczestnicy Everest Environmental Expedition 2000 usunęli z południowej przełęczy Mount Everest prawie 800 zużytych butli tlenowych. Wielkie wyprawy, których celem jest tylko zysk, zabierają w góry dziesiątki Sierpów, kilometry lin, tony jedzenia, drabiny, a nawet wygodne namioty wyposażone w łaźnie i telewizory. Za najbardziej narażone na zniszczenie uznano Filipiny, gdzie na siedmiu tysiącach wysp przetrwało jedynie 6–8% pierwotnej przyrody. Mimo to można tam spotkać aż 30% gatunków ptaków żyjących na Ziemi, a 17% roślin i 55% ssaków to endemity. Masowa turystyka zagraża przyrodzie Madagaskaru, reklamowanego jako turystyczny raj. Bogactwo flory (7 tys. gatunków endemitów) i fauny (106 gatunków ssaków, 450 gadów i płazów) jest trzebione, zwłaszcza na Wybrzeżu Madagaskaru wokół turystycznie zagospodarowanych wiosek z basenami i tawernami, w których miejscowa kultura prezentowana jest zwykle w formie wieczorków folklorystycznych (raporty „People and Planet”).

### Negatywne ekologiczne efekty

Najważniejsze skutkami nadmiernej penetracji turystycznej w ekosystemach wrażliwych są chyba skutki zdeptywania, szczególnie tam, gdzie korzenie roślin są wrażliwe na ubijanie górnych warstw gleby. Rośliny mogą bardzo ucierpieć i po upływie paru lat użytkowania, na przykład leśnego pola namiotowego, już nie są w stanie się zregenerować.

<sup>16</sup> Publicyści, na przykład Eryk Mistewicz w artykule *Turystyczna konkwista* („Wprost” 6 sierpnia 2000) alarmują, opisując ulubione zabawy antarktycznych, często zblazowanych, podróżników: gonitwy za pingwinami, straszenie słoni morskich i ptaków wysiadujących jaja.

Powierzchnia gleby jest bowiem zbyt mocno stratowana, by mogło się rozpocząć kielkowanie. Niezbędny jest wówczas okres wypoczynku w czasie którego stosuje się spulchnianie gleby i wypalanie nadmiaru śmieci. Często, ze względu na potencjalnych turystów, wycina się drzewa, by stworzyć lepszy widok, czasem przeciwnie – stosuje się chemiczne środki owadobójcze by zachować drzewa lub inne zespoły roślin mające szczególną wartość krajobrazową. Same drogi pożarowe wycinane w celu uzyskania jak najlepszej skuteczności działania straży nie zawsze uwzględniają zasady ekologii. Masowy ruch turystyczny oddziałuje stresująco na faunę. Na wielu popularnych terenach rekreacyjnych opartych na zasobach przyrodniczych zwierzęta przejmują rolę czyścicieli i stają się zależne pokarmowo od zwiedzających, odżywiając się pozostawionymi przez nich resztkami. Inne zwierzęta z powodu obecności turystów opuszczają siedliska. W obu wypadkach zniszczony zostaje system ekologiczny, co w konsekwencji sprawia, że warunki stają się coraz mniej naturalne. Zagrożenia obszarów chronionych wynikają często z polityki lokalnych gospodarzy wymagających od dyrekcji parków udostępniania ich jak największej liczbie turystów. Podejmuje się więc budowę dróg, czemu towarzyszy melioracja terenu, co ma poważny wpływ na stabilność gleb, stosunki wodne w terenie, a tym samym na florę i faunę (Tomiałojć 1995)<sup>17</sup>. Pobocza obsiewa się mieszkankami zawierającą rośliny obce dla danego ekosystemu, przez co stwarza się także potencjał ogromnych inwazji biotycznych.

Najczęściej, by sprostać naporowi turystów na tzw. tereny wrażliwe, stosuje się odpowiednie znakowanie dróg i szlaków, buduje pojemne parkingi, zwłaszcza dla transportu publicznego, kieruje się ruch turystyczny szlakami dla pieszych i rowerzystów do terenów stanowiących obiekt zainteresowania przyrodniczego, np. punktów widokowych.

### Chłonność i pojemność turystyczna

Intensywna eksploatacja środowiska w celach wypoczynkowych i rekreacyjnych bez właściwych zabezpieczeń szybko prowadzi do degradacji walorów przyrodniczych i kulturowych. Rozwój turystyki, zdaniem fachowców, musi przebiegać wolno i być pod stałą kontrolą. Najważniejsze jest, aby środowisko przyrodnicze mogło wchłoniąć turystów bez ujem-

<sup>17</sup> Pewne formy melioracji, zdaniem autora, są niewątpliwie korzystne ekonomicznie i mogą być przy odpowiednim podejściu mało szkodliwe, a nawet obojętne dla przyrody. Problemem środowiskowym (ekologicznym i ekonomicznym) może stać się natomiast odwadnianie terenów stanowiących naturalne formacje przyrodnicze (bagna, mokradła, torfowiska).

nych następstw dla ekosystemu. Decydującą rolę odgrywają systemy zarządzania turystyką wprowadzane przez lokalne władze. Formą ochrony przed dewastującym wpływem wzmożonego ruchu turystycznego, szczególnie na obszarach chronionych, jest ocena ich wytrzymałości. W tym celu określa się ich chłonność i pojemność turystyczną, przepustowość szlaków turystycznych oraz typy przedsięwzięć turystycznych najbardziej odpowiednich dla określonego środowiska przyrodniczego.

Naturalne granice korzystania ze środowiska określają w polskiej literaturze przedmiotu dwa podstawowe parametry: wskaźnik naturalnej chłonności terenu oraz wskaźnik pojemności turystycznej terenu (Gołembski 1999). Chłonność turystyczna rozumiana jest jako zdolność środowiska do przyjęcia określonej wielkości obciążenia turystycznego. Jest to maksymalna liczba turystów, która może równocześnie przebywać na danym obszarze (miejscowość, region, przestrzeń), nie powodując dewastacji i degradacji środowiska naturalnego, a tym samym pogorszenia warunków wypoczyniania. Przez pojemność turystyczną (obiektu, miejscowości, regionu) rozumie się głównie zasoby bazy noclegowej (liczba noclegów) i gastronomicznej (liczba miejsc konsumpcyjnych, liczba wydawanych posiłków) itp.

*Chłonność  
turystyczna*

*Pojemność  
turystyczna*

Dla celów analitycznych i planistycznych proponuje się przyjęcie dodatkowo następujących wskaźników:

- wskaźnik naturalnej chłonności turystycznej wyrażający relację między wielkością ruchu turystycznego a możliwościami przyjęcia określonej liczby turystów, dzięki której nie zostaną naruszone walory naturalne i nie nastąpi spadek atrakcyjności,
- wskaźnik pojemności ekologicznej oceniający potrzeby inwestycyjne i produkcyjne w turystyce w kontekście zasobów naturalnych,
- wskaźnik chłonności gospodarczej terenu, czyli rachunku sozoeconomicznego opłacalności turystyki w porównaniu z innymi rodzajami działalności gospodarczej,
- wskaźnik pojemności wynikowej oceniający wydolność infrastruktury,
- wskaźnik pojemności socjopsychologicznej wyrażający subiektywne odczucia turystów i mieszkańców,
- wskaźnik pojemności fizycznej, który określa maksymalną granicę turystyki ze względu na zasoby przyrody.

Turystyka, czerpiąc bezpośrednio z walorów przyrodniczych, jest w szczególności sposobem odpowiedzialna za stan środowiska i sposób gospodarowania zasobami przyrody. Turystyczna mobilność człowieka możliwa z ekologicznego punktu widzenia dzięki dostępowi i wykorzystywaniu naturalnych źródeł energii paliw kopalnych,

wywołuje wiele niekorzystnych zmian w środowisku. Ciągła i intensywna penetracja obszarów cennych przyrodniczo powoduje m.in. niepożądane przekształcenia w biocenozach i doprowadza do poważnych zaburzeń w funkcjonowaniu ekosystemów, a to z kolei prowadzi do ograniczenia lub nawet zaniku funkcji turystycznej obszaru. Zasoby naturalne zużyte przez gospodarkę turystyczną tylko w niewielkim stopniu są odnawialne. Naturalne granice korzystania ze środowiska przyrodniczego przez turystykę, wyrażane przez wskaźniki chłonności i pojemności terenu, określają jednocześnie poziom jakości wypoczynku.

## 4. Turystyka przyjazna środowisku

### SŁOWA KLUCZOWE:

turystyka zrównoważona, ekoturizm na świecie, ekoturystyka w Polsce, turystyka w środowisku wiejskim, dom na wsi.

### Turystyka zrównoważona

Koncepcja zrównoważonego rozwoju ma ogromne znaczenie w kształtowaniu rozwoju turystyki. W turystyce idea ta znalazła odzwierciedlenie w pojęciu sustainable tourism, czyli turystyki zrównoważonej (Gołemb-ski 2002). Oznacza to utrzymanie równowagi między potrzebami turystów a ochroną środowiska przyrodniczego i kulturą lokalnych społeczności. Należy więc promować rozwój takiej turystyki, która nie naruszałaby w sposób istotny i nieodwracalny środowiska i nie doprowadzałaby do jego degradacji. Formy tej turystyki, ściśle związane ze środowiskiem przyrodniczym i społecznym (wtapianie się w środowisko) i równocześnie niepowodujące zmian w środowisku, określa się też mianem ekoturystyki.

Potrzeba zapobiegania degradacji środowiska naturalnego, związana z dynamicznym rozwojem turystyki w ostatnich dziesięcioleciach, wynika z koncentracji ruchu turystycznego. Występuje ona zwłaszcza na obszarach chronionych, co powoduje duże napięcia społeczne i trudne do rozwiązania problemy środowiskowe<sup>18</sup>. Dziesiątki milionów ekotury-

<sup>18</sup> Od 1992 r. znaczna część funduszy Ministerstwa Ochrony Środowiska, Zasobów Mineralnych i Leśnictwa (obecnie Ministerstwa Środowiska) uzupełnianych przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej przeznaczona jest na wykonywanie planów ochrony parków narodowych. Działania te polegają na określeniu zasad ochrony ekosystemów w oparciu o ich pełną inwentaryzację. Z inicjatywy Ekofunduszu rozpoczęto w 1997 r. realizację przy współudziale Lasów Państwowych i Karkonoskiego Parku Narodowego – kompleksowego programu przywracania bioróżnorodności w Karkonoszach i Górach Izerskich leżących w obrębie tzw. Czarnego Trójkąta.



stów rocznie powoduje wzrost wymagań do jakości dróg, noclegów, wyżywienia, wody i wszelkich usług. Pozostawiają po sobie, jak już wspomniano, odpady, śmieci i spaliny samochodowe. Doprowadziło to do konieczności wyznaczania w obrębie parków systemu obszarów rekreacyjnych. Pod naciskiem opinii publicznej także zaplecze usługowe przenosi się zwykle poza obręb chronionego obszaru.

W Europie obszarami przyrodniczymi o nadmiernej koncentracji ruchu turystycznego są tereny górzyste (Alpy, Pireneje, Karpaty), norweskie fiordy, a ostatnio Laponia i Islandia. Miejsca te przyciągają turystów zarówno zimą, jak i latem. Na terenach tych czasami znajdują się łatwo załamujące się ekosystemy o bardzo krótkim sezonie wegetacyjnym. W Polsce szczególne natężenie ruchu turystycznego widoczne jest na obszarach nadwodnych, górskich i leśnych. Obserwuje się wyraźną degradację cennych zespołów chronionych na terenie Kampinoskiego, Tatrzańskiego, Pienińskiego i Wielkopolskiego Parku Narodowego. Zdaniem Tomiałojcia (2003) pozostałych dwadzieścia parków narodowych, a zwłaszcza wielokrotnie liczniejsze (ponad 120) parki krajobrazowe, wykorzystuje się w celach rekreacyjnych i turystycznych w bardzo małym stopniu. Na przykład leżąca niedaleko głównej trasy komunikacyjnej Europy (Paryż–Berlin–Warszawa–Moskwa) Puszcza Białowieska i całe Podlasie, z jego unikatowym Biebrzańskim PN, mają wszelkie dane, aby stać się centrum ekoturystyki w ramach Zielonych Płuc Europy.

### Ekoturizm na świecie

W encyklopedycznym wydaniu *Conservation and Environmentalism* (1995) John Marsh (profesor geografii w Trent University Peterborough w Ontario) zdefiniował ekoturizm (ang. *ecotourism*) jako podróżowanie do przyrodniczych atrakcji z poszanowaniem lokalnej społeczności. Założeniem było więc takie podróżowanie i przebywanie w środowiskach przyrodniczych i kulturowych o względnie małym stopniu przekształcenia, które wzmacnia zrozumienie i potrzebę ochrony przyrody i przyczynia się do wzrostu integralności jej mieszkańców. Inspiracją przyrodniczej turystyki były ruchy proekologiczne, które powstały na Zachodzie już w latach 60. XX wieku, a szczególnie rozwinięte w latach 70. zasady filozoficzne tzw. głębokiej ekologii (ang. *deep ecology*). Jej twórca, norweski profesor filozofii Arne Naess, kładzie nacisk na bezpośrednie doświadczenia jedności z naturą. Ekoturizm, który początkowo pojawiał się w ofercie biur podróży w USA, Kanadzie, krajach Ameryki Południowej i Australii, nastawiony był na zwiedzanie i poznawanie mało znanych,

*Ekoturizm*

niezbadanych oraz bardzo trudno dostępnych terenów o wyjątkowej wartości przyrodniczej, na przykład Nepalu, Afryki Wschodniej, Wielkiej Rafy Koralowej Australii i Alaski.

Ekoturizm jest dziś bardzo dochodową dziedziną gospodarki, przynoszącą rocznie w skali światowej 12 mld dolarów zysku (Tomiałojć 2003). Dla współczesnego człowieka, zwłaszcza z krajów rozwiniętych cywilizacyjnie i gospodarczo, turystyka stanowi bowiem integralny element stylu życia. Jest stałym składnikiem konsumpcji społecznej. Przykładem proekologicznych tendencji w popycie turystycznym w tych krajach jest tzw. koncepcja *soft tourism*. Tendencje w sferze potrzeb i preferencji tradycyjnych (*hard tourism*) i nowoczesnych (prośrodowiskowych) klientów biur turystycznych zestawiono w tabeli 7.3. Niekonsumpcyjne wykorzystywanie walorów przyrodniczych wykazuje tendencję wzrostową.

Obserwowanie dzikich zwierząt podczas bezkrwawych safari, wycieczki fotograficzne, komercyjne i amatorskie fotografowanie, pokazy zwierząt w specjalnych parkach natury dostarczają w Kenii ok. jednej trzeciej dochodu narodowego<sup>19</sup>.

<b>HARD TOURISM (turystyka twarda) Cechy dotychczasowej turystyki</b>	<b>SOFT TOURISM (turystyka łagodna) Cechy przyszłej turystyki</b>
podróżowanie grupowe	podróżowanie indywidualne
mało czasu, pobyty krótkoterminowe	dużo czasu, pobyty długoterminowe
dominujący model jednego, głównego wyjazdu w okresie urlopowo-wakacyjnym	model opierający się na dwóch lub więcej nieco krótszych wyjazdach wypoczynkowych w roku
wszystko z góry ustalone – trasa, program itd.	indywidualne i spontaniczne decyzje programowe
wygoda i bierność	wysitek i aktywność
nastawienie na dużą liczbę wyjazdów oraz poznanych atrakcji	nastawienie na jakość, przeżycie nowych doświadczeń
poczucie wyższości, efekt demonstracji	szacunek i partnerstwo w kontaktach z gospodarzami
brak przygotowania i wiedzy na temat atrakcji, kultury i zwyczajów odwiedzanych terenów	przygotowanie się do wizyty w odwiedzanym regionie, kraju
importowany styl życia i taki sam sposób zachowań	życie według wzorów ludności miejscowej

<sup>19</sup> Obliczono, że każdy lew obserwowany w parku narodowym w Amboseli (Kenia) przynosił ok. 27 000 dolarów zysku rocznie, a stado słoni ok. 610 000 dolarów rocznie, czyli wielokrotnie więcej niż korzyść z jednorazowego zabicia tych zwierząt (Tomiałojć 2003).

<b>HARD TOURISM (turystyka twarda) Cechy dotychczasowej turystyki</b>	<b>SOFT TOURISM (turystyka łagodna) Cechy przyszłej turystyki</b>
zakupy	prezenty
hałaśliwość	spokój
pamiątki ogólnodostępne (np. produkowane masowo figurki wieży Eiffla)	pamiątki osobiste (np. samodzielnie zrobione zdjęcia, film wideo)
pełna niezajomość i brak zainteresowania językiem odwiedzanego kraju	nauka miejscowego języka (przynajmniej kilku słów)
szybkie środki transportu, częste i szybkie przemieszczanie się	mniej znaczenie szybkości przemieszczania się
ciekawość, wścibskość	takt
nastawienie na komfort	komfort nie jest niezbędny
dystans między personelem a klientem	często przyjacielskie kontakty z obsługą

Tab. 7.3. Proekologiczne zmiany w turystyce (wg Golebski 2002)

### Ekoturystyka w Polsce

W piśmiennictwie krajowym powszechniejszy od ekoturyzmu jest termin ekoturystyka<sup>20</sup>. Pojęcie to, podobnie jak ekologia, nie ma jednej, ustalonej definicji. Ekoturystyka zwana jest też turystyką proekologiczną, przyrodniczą, przyjazną środowisku, dostosowaną, odpowiedzialną, zieloną, łagodną, zrównoważoną, alternatywną lub wspierającą (Łobożewicz 1997). Termin ten służy *de facto* do określenia różnych form rekreacji na świeżym powietrzu i bardziej świadomej formy spędzania wolnego czasu „na łonie natury”. Chodzi więc o turystykę, która aktywnie zbliża do przyrody, umożliwia bliższe i pełniejsze poznanie związków człowieka z otaczającym go środowiskiem, nie ingeruje natomiast w naturalne ekosystemy (Zaremba 2000). Ekoturystyka, stanowiąca istotę koncepcji turystyki zrównoważonej, powinna:

- uwzględniać przyrodnicze, kulturowe i społeczne uwarunkowania,
- rozwijać się w sposób zrównoważony (spokojny) i kameralny, minimalizując zużycie surowców i energii,

<sup>20</sup> Według definicji amerykańskiego Stowarzyszenia Ekoturystycznego ekoturystyka to „świadoma podróż do naturalnych miejsc przyrodniczych, która z jednej strony pomaga chronić środowisko, a z drugiej podtrzymuje dobrobyt lokalnych mieszkańców”.

- ograniczać się do małych grup ludzi,
- respektować i akceptować zwyczaje lokalnych społeczności,
- wspierać gospodarkę danego regionu,
- inspirować poznawcze pasje turystów, służyć ich zdrowiu, poszerzać wiedzę,
- rozwijać i pogłębiać świadomość ekologiczną.

Idee turystyki przyjaznej środowisku były zawsze obecne i kultywowane w działalności krajoznawców i turystów kwalifikowanych skupionych w Polskim Towarzystwie Krajoznawczym (PTTK)<sup>21</sup>. Pod koniec lat 80. XX wieku powstało z inicjatywy Oddziału Akademickiego PTTK w Krakowie i Polskiego Klubu Ekologicznego pierwsze biuro Ekoturyst nastawione na propagowanie turystyki ekologicznej poprzez „ukazywanie alternatywy dla panującego modelu masowej turystyki”. Ważnym założeniem było też wykorzystanie turystyki jako narzędzia edukacji środowiskowej. Przykładami krajowej turystyki ekologicznej są ścieżki przyrodnicze, przyrodnicze rajdy turystyczne i wycieczki przyrodnicze. Wyspecjalizowane biura podróży obsługują zwykle wycieczki szkolne i zagraniczne grupy osób zainteresowanych ochroną przyrody Polski (Łobożewicz 1997).

W warunkach krajowych podstawą rozwoju ekoturystyki na obszarach chronionych<sup>22</sup>, głównie w parkach krajobrazowych i ich okolicy oraz obszarach chronionego krajobrazu, powinno być współdziałanie zarządów parków i władz lokalnych (gmin) odpowiedzialnych za długofalowy program rozwoju turystyki zrównoważonej w regionie. Najlepszymi formami turystyki w parkach krajobrazowych, które mają szansę rozwoju są różne formy turystyki aktywnej kwalifikowanej (Pisarski, Rąkowski 1996):

---

<sup>21</sup> W Polsce turystyka łączona z krajoznawstwem zawsze miała szlachetne cele poznawcze i wychowawcze. Pierwszą organizacją, która powstała na ziemiach Polski w 1873 roku było Galicyjskie Towarzystwo Tatrzańskie (Łobożewicz 1997). Pierwszy zarząd wybrany 10 maja 1874 roku zmienił nazwę znosząc określenie „galicyjskie” dla podkreślenia ogólnopolskiego charakteru tej organizacji. W 1919 roku towarzystwo przyjęło nazwę Polskie Towarzystwo Tatrzańskie. Celem statutowym była m.in. ochrona przyrody, zachęcanie do zwiedzania gór i wspieranie przemysłu góralskiego. Wzajemne stosunki przyrody, kultury i ochrony przyrody przeanalizował interesująco profesor filologii polskiej z Uniwersytetu Wrocławskiego Jacek Kolbuszewski (1988) omawiając twórczość wielu krajoznawców z okresu prekursorskiego i międzywojennego, m.in. Wincentego Pola, Oskara Kolberga, Władysława Syrokomli.

<sup>22</sup> W 1994 roku Światowa Unia Ochrony Przyrody przyjęła następujące kategorie obszarów chronionych: I – rezerваты ścisłe, II – parki narodowe, III – pomniki przyrody, IV – obszary czynnej ochrony gatunków i siedlisk, V – obszary chronionego krajobrazu, VI – obszary czynnej ochrony zasobów przyrodniczych, VII – obszary tradycyjnych siedlisk społeczności ludzkich, VIII – strefy specjalnego użytkowania zasobów naturalnych.

- piesze wędrówki (uprawiane przez cały rok),
- traperstwo (szkoły przetrwania, tzw. survival),
- turystyka rowerowa,
- żeglarstwo i kajakarstwo na terenach jezior w parkach krajobrazowych, na przykład Mazurskim Parku Krajobrazowym, Drawskim Parku Krajobrazowym lub na Pojezierzu Iławskim,
- turystyka konna, na przykład w Puszczy Knyszyńskiej, Solskiej czy Bolimowskiej,
- niektóre dyscypliny sportowe (wędkarstwo, wspinaczki, speleologia, lotniarstwo, biegi na orientację), a także rafting (sportowe spływy po rwących rzekach),
- narciarstwo typu alpejskiego odgrywa istotną rolę w ruchu turystycznym w niektórych parkach krajobrazowych, na przykład w żywieckim lub popradzkim.

Na obszarach chronionych dopuszczalne są więc różne formy turystyki kwalifikowanej, krajobrazowej, wypoczynkowej i przygodowej pod warunkiem braku ingerencji w naturalne ekosystemy. Zagrożeniem są więc te, które pozwalają wnikać w głąb trudno dostępnych obszarów lub łączą się z fizycznym oddziaływaniem na glebę, wodę, roślinność.

Osobną kategorią jest turystyka ekologiczna uprawiana przez miłośników przyrody w miejscach i na obszarach chronionych z mało przekształconymi krajobrazami, unikatowymi zbiorowiskami roślinnymi i rzadkimi gatunkami flory i fauny. Podstawowymi sposobami uprawiania tej turystyki może być:

- samodzielne zwiedzanie po wyznaczonych ścieżkach przyrodniczych i znakowanych szlakach turystycznych,
- zwiedzanie terenu przez zorganizowane niewielkie grupy turystyczne o specjalnym programie, prowadzone przez fachowych przewodników; poznawanie roślin i obserwacje dzikich zwierząt (na przykład ptaków) w ich naturalnych habitatach (na przykład w dobrze zachowanych parkach: narwiańskim, poleskim, sobiborskim, strzeleckim) wymaga jednak (oprócz kwalifikowanych przewodników) także odpowiedniej infrastruktury.

Turystyką wypoczynkową kameralną, a więc w minimalnym stopniu zagrażającą środowisku, jest też agroturystyka.

### Turystyka w środowisku wiejskim

Rodzajem turystyki wypoczynkowej jest turystyka wiejska polegająca na spędzaniu czasu wolnego w środowisku wiejskim. Bazą noclegową mo-

*Agroturystyka*

gą być pokoje gościnne, prywatne domy letniskowe, pensjonaty, a także kempingi. Agroturystyka, jako forma rekreacji związanej z przebywaniem na terenie gospodarstw rolnych w Polsce nie jest zjawiskiem nowym. Dawniej pobyt turystów (gości) organizowany przez rodzinę wiejską we własnym gospodarstwie rolnym określano mianem „wczasów pod gruszą” lub po prostu letniskiem. Zdaniem specjalistów aż jedna trzecia gmin (ok. 50% powierzchni kraju) może zapewnić dobre warunki do rozwoju tego rodzaju turystyki. Są to tereny słabo uprzemysłowione, o dużym bezrobociu, a z drugiej strony charakteryzujące się zasobami przyrodniczo-kulturowymi, niekiedy wręcz unikatowymi w skali europejskiej (na przykład obszary wodno-błotniste, Puszcza Białowieńska). Dynamicznemu rozwojowi agroturystyki sprzyja ograniczanie turystyki górskiej i nadbrzeżnej ze względu na ochronę środowiska. W latach 90. XX wieku agroturystyka rozwijała się głównie w krajach Europy Zachodniej (Austria, Francja, Niemcy, Wielka Brytania, Irlandia), w mniejszym stopniu w krajach skandynawskich oraz pozaeuropejskich (Kutkowska 2003).

Agroturystyka spełnia założenia ekoturystyki w zakresie kształtowania świadomości ekologicznej zarówno gości, jak i gospodarzy, ma również duże znaczenie społeczne. Jest możliwością atrakcyjnego wypoczynku, zwłaszcza dla ludzi mniej zamożnych. Rozwój agroturystyki na obszarach parków krajobrazowych stwarza możliwości uzyskiwania bezpośrednich korzyści przez mieszkańców przez cały rok. Gospodarze mogą zarabiać także sprzedając zdrową żywność, wyroby sztuki ludowej i rzemiosła artystycznego, przygotowując posiłki i dodatkowe atrakcje turystyczne (przejażdżki konne, bryczkami, kuligi). Przygotowania te nie wymagają dużych nakładów finansowych ani budowy nowych obiektów.

Gospodarstwa agroturystyczne, zgodnie z ustawą z dnia 29 sierpnia 1997 roku O usługach turystycznych i rozporządzeniem ministra gospodarki z dnia 13 czerwca 2001 roku w sprawie obiektów hotelarskich i innych obiektów, w których świadczone są usługi hotelarskie, należy traktować jako tzw. inne obiekty hotelarskie, które podlegają obowiązkowi rejestracji i kategoryzacji (Dz.U. 2001, nr 55, poz. 578). Na Dolnym Śląsku skategoryzowanych jest 560 gospodarstw z ogólnej liczby 3945 w całej Polsce (Kutkowska 2003). Z informacji GUS-u i Ośrodków Doradztwa Rolniczego wynika, że w 2000 roku w Polsce istniało ok. 11 000 agroturystycznych gospodarstw dysponujących ok. 60–70 tys. miejsc noclegowych, szacuje się też, że w 2005 roku będzie ich około 18 000. Z badań własnych, przeprowadzonych na terenie powiatu jeleniogórskie-

go, wynika, że w ciągu ostatnich kilku lat liczba takich gospodarstw zmalała z dwudziestu ośmiu do jedenastu<sup>23</sup>. Wynikało to m.in. z dużej liczby konkurujących ze sobą podmiotów gospodarczych, znacznego zróżnicowania potrzeb i preferencji nabywców usług, braku promocji agroturystyki w gminach, braku informacji o prawnych, organizacyjnych i finansowych aspektach prowadzenia takiej działalności przez rolników oraz z pogarszających się warunków finansowych, które uniemożliwiały rozbudowę i modernizację zasobów mieszkaniowych rolników.

Rozwój agroturystyki napotyka także ogólniejsze problemy (Walkowicz, Rydzanicz 2003). Utrudnienia wynikają głównie z zapóźnienia rozwoju infrastruktury (wodociągi, kanalizacja, oczyszczalnie ścieków, gaz, telekomunikacja), złego stanu dróg, a także trudności w przełamaniu (zakorzenionej niekiedy w psychice społeczności wiejskiej) nieufności wobec nieznanymi i obcych. Do niezbędnych czynników stymulujących agroturystykę jako przyjazną środowisku odmianę małej turystyki wkomponowanej w krajobraz i lokalną strukturę zalicza się proekologiczną edukację zarówno zamierzających podjąć działalność przedsiębiorców, jak i kształcenie wysoko wykwalifikowanej kadry zajmującej się organizacją wypoczynku. Zadaniem władz samorządowych i mieszkańców jest eksponowanie walorów przyrodniczych terenu poprzez wyznaczenie i organizowanie punktów widokowych, szlaków spacerowych, ścieżek zdrowia i tras rowerowych.

## Dom na wsi

---

Coraz bardziej powszechnym zjawiskiem, najsilniej rozwiniętym w Skandynawii, jest moda na drugi dom w okolicy wiejskiej. Domki weekendowe, wakacyjne, dachy, chatki plażowe, przyczepy mieszkalne stanowią specjalną część zasobów rekreacyjnych. Ich właściciele pragną przebywać bliżej przyrody, najczęściej w wiejskim otoczeniu, ale równocześnie mieć jak najwyższy komfort mieszkania (elektryczność, telekomunikacja, urządzenia sanitarne, usługi, sklepy). Problemem natury ekonomicznej jest skomplikowany system zarządzania i gospodarowania tak użytkowanymi terenami. Trudności natury estetycznej polegają czasem na gromadzeniu szpecących domków wypoczynkowych, ustawianych w ulubionych miejscach cennych pod względem przyrodniczym (często jest to nielegalna inwestycja). Z punktu widzenia ekologii najpoważniejsze skutki wynikają z udostępnienia do budowy terenów na przykład wokół atrakcyjnego je-

---

<sup>23</sup> Prace dyplomowe studentów PWSZ w Wałbrzychu.

ziora, lasu. Mimo przepisów okolice takich domków są zaśmiecanie, a surowe ścieki odprowadzane bezpośrednio do naturalnych zbiorników wodnych, co powoduje ich eutrofizację.

Turystyka zgodna z założeniami polityki środowiskowej jest turystyką zrównoważoną. Zalecane ograniczenia w turystycznym użytkowaniu środowiska zmierzają do tego, aby rodzaj i skala tego korzystania nie stwarzały zagrożenia dla jakości i trwałości zasobów przyrodniczych, a tym samym jakości turystyki i rekreacji. Dotyczy to głównie turystyki wypoczynkowej, związanej z pobytem większych grup turystów w domach wczasowych i wypoczynkowych, na kempingach i polach namiotowych. Ta do niedawna najbardziej rozpowszechniona i prawdziwie masowa forma wypoczynku w Polsce powinna być uprawiana z dala od najcenniejszych walorów przyrodniczych, poza obszarem parków narodowych, na terenie otulin obszarów chronionych i w szeroko pojętej okolicy.

Ekoturystyka, jako najbardziej wyspecjalizowana forma rekreacji poznawczej, jest przyjazna środowisku. Jednakże nawet jej wpływ na przyrodę bywa zróżnicowany. Zagrożeniem mogą być takie jej formy, które w trudno dostępnych miejscach łączą się z fizycznym oddziaływaniem na wodę, glebę oraz florę i faunę, na przykład rajdy motorowe, wspinaczka, speleologia, rowery górskie. Pozytywną stroną turystyki zrównoważonej jest społeczne zrozumienie dla kultury materialnej i duchowej mieszkańców, zwiększone lokalne zatrudnienie, niezbędne dla rozwoju gospodarczego regionu.

## 5. Miejsce turystyki w edukacji ekologicznej

### SŁOWA KLUCZOWE:

cele i formy edukacji ekologicznej, wychowawcza rola turystyki, Narodowa Strategia Edukacji Ekologicznej, ścieżki przyrodnicze, rola prasy w edukacji środowiskowej, miejsce edukacji ekologicznej w lokalnej prasie dolnośląskiej.

### Cele i formy edukacji ekologicznej

Edukacja ekologiczna (środowiskowa), czyli wychowanie, nauczanie i kształcenie, jest odrębnym nurtem naukowym i oświatowym (Olaczek 1999). Syntetyzuje bowiem treści nauk empirycznych, w tym przyrodniczych (biologia z ekologią, chemia z biochemią, fizyka z astronomią, geografia i geologia) z humanistycznymi, czyli społecznymi (socjologia, politologia, ekonomia, prawo, zarządzanie, filozofia) oraz naukami formalnymi (matematyka, informatyka i mechanika). Oprócz treści opisowych i twierdzeń, wyprowadzonych z doświadczenia lub dedukcji zawie-



ra sądy wartościujące (normatywne) wyprowadzone z filozofii, a ściślej z etyki (Kantowicz 1995). Przez edukację środowiskową dąży się do zmiany osobowości i postępowania ludzi wobec otaczającej przyrody, której częścią jest człowiek. Nadrzędne cele ideowe to rozwijanie świadomości ekologicznej i poczucia moralnej odpowiedzialności za stan środowiska przyrodniczego, wyrabianie estetycznej i emocjonalnej wrażliwości na istnienie praw przyrody oraz ochrona przed myśleniem nieracjonalnym i magicznym, np. ideologii New Age (patrz rozdz. I). Praktycznymi przesłankami tak rozumianej edukacji środowiskowej jest zaś kształtowanie poprawnego postępowania wobec przyrody, uzyskanie społecznego wsparcia i zrozumienia dla działań proekologicznych i tworzenie warunków ekonomicznych dla postępu naukowo-technicznego w ochronie środowiska. Edukacja ekologiczna jest jedną z ważniejszych funkcji wychowawczych turystyki oraz podstawą i głównym stymulatorem rozwoju turystyki zrównoważonej, w tym proekologicznego rynku turystycznego.

### Wychowawcza rola turystyki

W literaturze przedmiotu opisywane są najczęściej następujące funkcje<sup>24</sup> turystyki: zdrowotna (łączona z profilaktyką i rehabilitacją), wypoczynkowa (zwana też rekreacyjną), ekonomiczna, motywacyjna, etniczna i edukacji kulturalnej oraz wychowawcza, kształceniowa, zwana też poznawczą. Podstawowy cel wychowawczy turystyki – kształtowanie osobowości człowieka – spełnia głównie turystyka krajoznawcza i kwalifikowana. Obie formy stanowią trzon turystyki ekologicznej, która w latach 90. XX wieku stała się integralną częścią problemów związanych z szeroko rozumianą ochroną i edukacją środowiskową (ekologiczną). Z jednej strony bowiem turystyka jest działalnością usługową i gospodarczą, która, podobnie jak energetyka, przemysł, transport, gospodarka komunalna i budownictwo, rolnictwo i leśnictwo, wywiera presję na środowisko w formie bezpośredniego lub pośredniego korzystania z jego zasobów. Niewłaściwie organizowana masowa turystyka i rekreacja, jak już wykazano, ma negatywny wpływ na środowisko przyczynia się bowiem do lokalnego zanieczyszczenia środowiska czynnikami fizycznymi, chemicznymi i biologicznymi. W turystyce upatruje się jednak narzędzi skutecznej edukacji ekologicznej. Oczywiście jest bo-

<sup>24</sup> Niektórzy autorzy zamiast funkcji wymieniają cele, które można osiągnąć w określonych formach turystyki (Łobożewicz 1997).

wiem, że nawet najsprawniejsza organizacja ekoturystyki opartej na najtrafniejszej koncepcji etyki środowiskowej (moralnej odpowiedzialności człowieka za życie na Ziemi) na niewiele się przyda, jeśli nie zostanie powszechnie zaakceptowana. Dlatego edukację środowiskową uważa się za element o żywotnym znaczeniu dla zrównoważonego rozwoju turystyki, jest to szansa na przygotowanie społeczeństwa do bezkonfliktowych form turystycznych na obszarach, które są cenne ze względu na zachowaną tam bioróżnorodność (Domka 1996).

### Narodowa Strategia Edukacji Ekologicznej

Wszystkie międzynarodowe i krajowe konferencje dotyczące ochrony przyrody i polityki środowiskowej uznały edukację ekologiczną (w tym zdrowotną) społeczeństwa za działania priorytetowe (Kuroczko 2000). Powszechna edukacja ekologiczna, czasami traktowana niestety jako nowe i modne hasło, jest scharakteryzowana w dokumencie Narodowej Strategii Edukacji Ekologicznej (z 2001 roku) pt. *Przez edukację do trwałego i zrównoważonego rozwoju*. Cel, organizację i strukturę edukacji ekologicznej w Polsce oparto na założeniach Międzynarodowej Strategii Edukacji Środowiskowej<sup>25</sup> opracowanej przez UNESCO i UNEP (Program Ochrony Środowiska Narodów Zjednoczonych) i Światową Unię Ochrony Przyrody w 1988 roku.

Zdaniem wielu autorów (Kamieniecka 1995, Soćko 1999, Mrocza 2000, Krauze 2000) edukacją ekologiczną powinni być objęci zarówno organizatorzy turystyki (zwłaszcza agro- i ekoturystyki) i jej uczestnicy (turyści), jak i mieszkańcy regionów turystycznych. Dla realizacji celów edukacyjnych najważniejsze są następujące działania:

- obligatoryjne włączanie problematyki proekologicznej do programów nauczania w szkołach i uczelniach kształcących na potrzeby turystyki i rekreacji,
- promocja szkoleń dla instruktorów, strażników i opiekunów przyrody,
- systematyczne szkolenie przyszłych organizatorów turystyki i potencjalnych ich odbiorców (głównie dzieci i młodzież) oraz aktualnych decydentów i organizatorów przedsięwzięć turystycznych w terenie.

Turystyka i różne formy rekreacji, odgrywające bardzo ważną rolę w kształtowaniu proekologicznych postaw dzieci, młodzieży i dorosłych, powinna:

---

<sup>25</sup> Poza Polską używa się terminu edukacja środowiskowa (od ang. *environmental education*) jako jednoznacznie z edukacją ekologiczną.

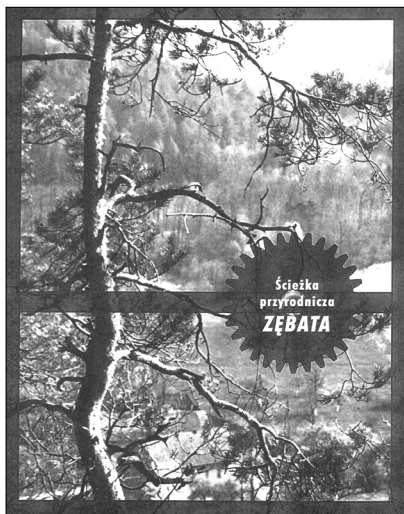
- mieć charakter komplementarny i interdyscyplinarny,
- dotyczyć całego życia człowieka,
- odzwierciedlać zmiany zachodzące w świecie,
- podkreślać ciągłość i wzajemne powiązania aktualnych działań z konsekwencjami dla następnych pokoleń,
- opierać się na rzetelnej wiedzy i etyce ekologicznej.

Wsparciem w realizacji tych edukacyjnych zadań mogą służyć fachowcy z dziedziny ochrony środowiska. W Polsce edukacja ekologiczna, rozumiana jako formalne kształcenie fachowców dla służb ochrony środowiska, jest bowiem dość dobrze zorganizowana (Olaczek 1999). Na poziomie średnim kształcą się techników ze specjalnościami: ochrona powietrza, wód, gleby, gospodarka odpadami, zarządzanie i konserwacja zieleni itp. Na poziomie wyższym politechniki kształcą w zakresie inżynierii i systemów środowiskowych, akademie rolnicze – kształtowania środowiska rolnego, melioracji, geodezji, rekultywacji i architektury krajobrazu, akademie pedagogiczne i uniwersytety – nauczycieli biologii i chemii środowiskowej, ekologii<sup>26</sup>. Od 1992 roku szkolenie kadry, m.in. w celach edukacji ekologicznej, odbywa się również na nowym interdyscyplinarnym kierunku studiów pod nazwą ochrona środowiska (Lonc 2003). Absolwenci uniwersyteckich i technicznych uczelni są dobrze przygotowani do współpracy z różnymi specjalistami, w tym organizatorami ruchu turystycznego. Uczelnie akademickie prowadzą ponadto studia podyplomowe z zakresu ochrony środowiska (Olaczek, Warcholińska 1999).

### Ścieżki przyrodnicze

Najbardziej skutecznym i efektywnym sposobem edukacji środowiskowej są zajęcia terenowe. Mogą mieć charakter wycieczki, lekcji-wycieczki, warsztatu terenowego, czy też ścieżki dydaktycznej (Krzywańska, 1999). Ścieżki przyrodnicze są ważną i atrakcyjną formą edukacji ekologicznej głównie dla dzieci i młodzieży szkolnej. Te politematyczne umożliwiają zarówno poznanie rzeźby i budowy geologicznej okolicy, podziwianie krajobrazów, jak i obserwację flory i fauny charakterystycznej dla danego regionu. Ścieżki to znakowane trasy, wzdłuż których znajdują się warte bliższego poznania, interesujące i szczególnie piękne lub osobliwe obiekty, które mają znaczenie w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych (biologia, geografia, ochrona środowiska), a także historii czy krajoznawstwa.

<sup>26</sup> Podstawowe kompetencje merytoryczne i zakres umiejętności absolwentów tych kierunków uniwersyteckich zawarto w projekcie Białej Karty Edukacji Przyrodniczej (Stawiński 1995).



Ryc. 7.1. Ścieżka przyrodnicza „Zębata”.

Obiekty te opisuje się w specjalnych przewodnikach po ścieżce i objaśnia się na specjalnych tablicach w terenie. Zwykle ścieżki wytycza się w atrakcyjnych przyrodniczo krajobrazach, na przykład w parkach narodowych, rezerwach, w otoczeniu miejscowości turystycznych i szlaków turystycznych, a nawet w parkach podmiejskich.

Wędrówka wytyczonymi atrakcyjnymi szlakami wprowadza młodych ludzi w fascynujący żywy świat przyrody, a także pomaga poznać zabytki – wytwory ludzkiej wyobraźni i myśli. Przykładem może służyć ścieżka przyrodnicza „Zębata” w Sudetach Środkowych na Przełęczy Srebrnej (586 m n.p.m.), prowadząca malowniczym

szlakiem wzdłuż Gór Bardzkich (ryc. 7.1). Trasa i materiały pomocnicze (karty pracy dla uczniów) przygotowali i opracowali w 2002 roku nauczyciele, słuchacze studiów podyplomowych Uniwersytetu Wrocławskiego, a zarazem działacze Kłodzkiego Towarzystwa Oświatowego i Centrum Turystyki Niekonwencjonalnej w Srebrnej Górze, przy współpracy metodyków z Wydziałowego Studium Dydaktyki Przyrodniczej Uniwersytetu Wrocławskiego.

Ścieżka długości ok. 5,5 km – oznaczona za pomocą logo, zębataki – rozpoczyna się na parkingu obok Przełęczy Srebrnej i wiedzie w kierunku południowo-zachodnim do przełęczy, a kończy się w schronisku turystycznym (tab. 7.4). Nazwa ścieżki pochodzi od dawnej Kolei Sowiogórskiej<sup>27</sup>, która jest bardzo ciekawym krajobrazowo elementem siedemnastopunktowej trasy dydaktycznej. Ciekawostką przyrody nieożywionej jest m.in. „flisz”, miejsce (punkt widokowy oznaczony numerem 7), w którym odsłaniają się dolnokarbońskie łupki z wkładkami szarogłazów. Paśnik (punkt 13.) jest miejscem dokarmiania zwierząt (głównie ssaki jeleniowate), w którym uczniowie poznają warunki i sposoby ochrony lokalnej zwierzyny leśnej (sarny, daniela). Rozmieszczenie i piętrowość roślinności to zadania określone w punktach 14–16 (ryc. 7.2). Panorama miasta i twierdzy srebrnogórskiej (punkt 17.) jest okazją do przypomnienia przeszłości i historii miejscowości (pierwsze wzmianki

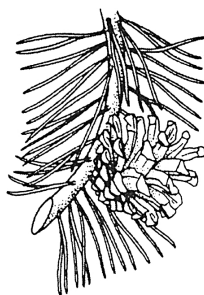
<sup>27</sup> Oddana do użytku w 1902 r. łączyła Dzierżoniów ze Ścinawką Średnią przez Srebrną Górę i stanowiła atrakcję turystyczną (ok. 50 tys. turystów rocznie). W latach 30. XX w. zaniechano jej eksploatacji, głównie wskutek likwidacji przemysłu wydobywczego.

punkt	m	lokalizacja tablicy (problematyka miejsca, rodzaj zadania lub informacji)
0	0	parking na Przełęczy Srebrnej, początek ścieżki (tablica informacyjna – jednostki geograficzne i geologiczne)
1	200	200 m na SW od Przełęczy Srebrnej, przy siatce (ochrona drzewostanu przed zwierzętami)
1	400	pod pierwszym wiaduktem (obliczanie wysokości wiaduktu proporcją, historia kolei zębatej – ogólnie)
3	500	na wiadukcie (szczegółowa historia kolei zębatej, rozpoznawanie miejsc charakterystycznych w terenie)
4	700	200 m na SE od wiaduktu, przekop kolejki (finiszowa budowa geologiczna terenu)
5	900	400 m na SE od wiaduktu, koniec przekopu (techniki kopania przekopów wczoraj i dziś)
6	950	50 m na S od poprzedniego punktu, punkt widokowy (praca z mapą: wskazywanie miejsc na mapie z terenu, początek ćwiczenia dendrologicznego)
7	1150	drugi przekop kolejki (wietrzenie skał, roślinność pionierska, cd. ćwiczeń dendrologicznych)
8	1150	350 m na E od drugiego przekopu, nasyp kolejowy (techniki budowania nasypów, cd. ćwiczeń dendrologicznych)
9	1900	750 m na E od drugiego przekopu, polana z wieżą (finał ćwiczeń dendrologicznych, karłowatość drzew, elementy krajobrazu)
10	2150	drugi wiadukt (na S – odręczny szkic z naniesionymi elementami krajobrazu, na N – zjawiska zachodzące w koronie drzew)
11	2300	pod drugim wiaduktem (ćwiczenia w określaniu wysokości drzew i wiaduktu)
12	2500	200 m na NW od drugiego wiaduktu, leśna droga (działalność erozyjna strumienia)
13	2700	droga obok paśnika (zwierzęta tych stron, rola paśnika w lesie)
14	3200	granice typów lasów (piętra roślinności i charakterystyczne dlań gatunki, wyznaczanie stron świata za pomocą busoli – skala nawigacyjna)
15	3900	droga leśna, najwyższy położony punkt na grzbiecie (określanie wysokości względnej w oparciu o mapę, nanoszenie trasy na mapę topograficzną)
16	4400	grzbiet z rozległym widokiem na przedgórze (Uskok Sudecki Brzeźny, określanie nazw widocznych miejsc, praca z mapą, historia Srebrnej Góry)
0 bis	5200	ponownie parking (długość trasy, logo trasy, podsumowanie dnia)
17	5500	schronisko Srebrna Góra (rola schronisk turystycznych, regionalne legendy, zadanie domowe, posiłek, odpoczynek, część rekreacyjna wyjazdu)

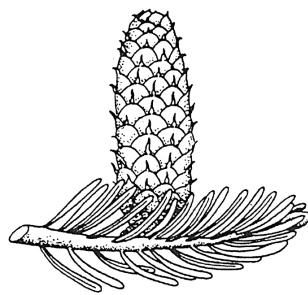
Tab. 7.4. Ścieżka przyrodnicza „Zębata”.



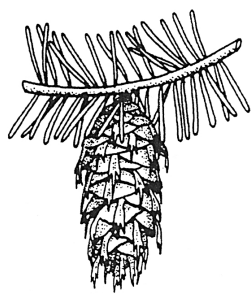
Modrzew europejski



Sosna pospolita



Jodła pospolita



Daglezja



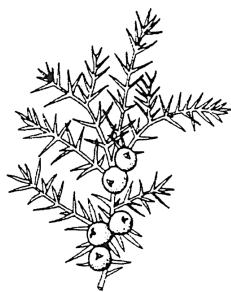
Sosna limba



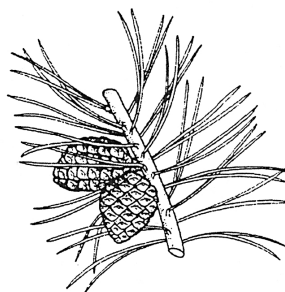
Cis pospolity



Żywotnik zachodni



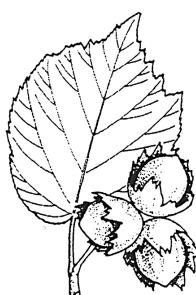
Jałowiec pospolity



Kosodrzewina



Kruszyna pospolita

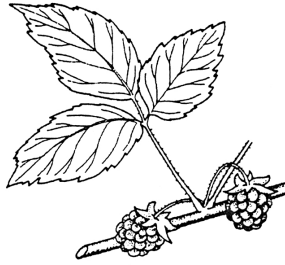


Leszczyna pospolita

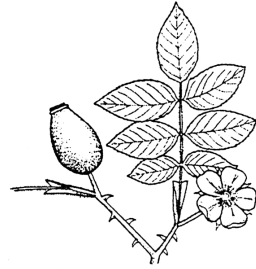
A



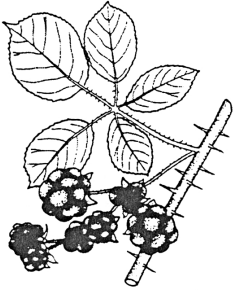
Kalina koralowa



Malina właściwa



Dzika róża



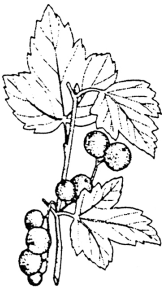
Jeżyna



Trzmielina zwyczajna



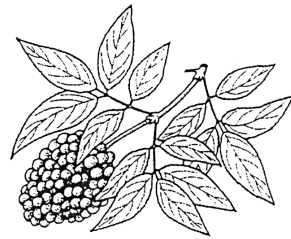
Szakłak pospolity



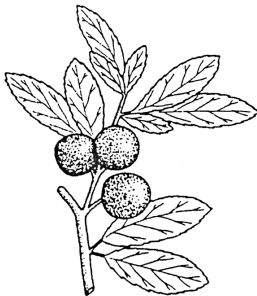
Porzeczka alpejska



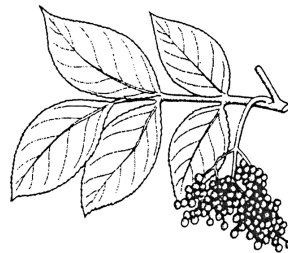
Głóg jednoszyjkowy



Bez koralowy

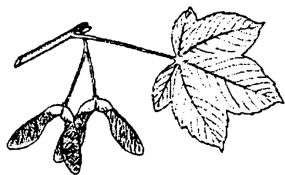


Śliwa tarnina

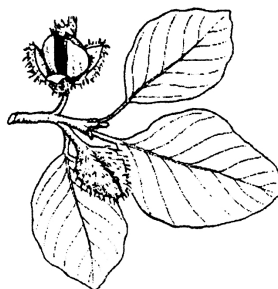


Dziki bez czarny

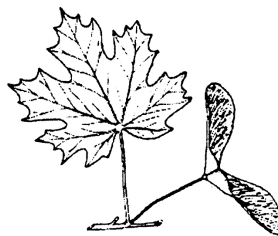
**B**



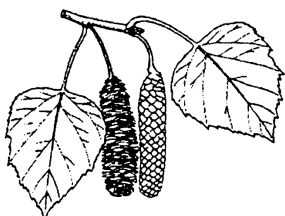
Klon jawor



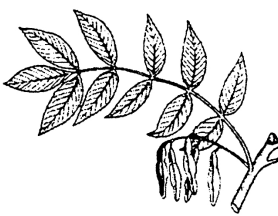
Buk zwyczajny



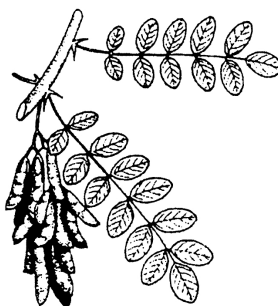
Klon zwyczajny



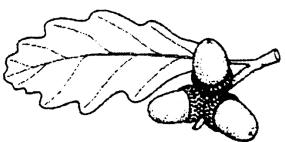
Brzoza brodawkowata



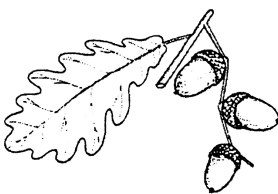
Jesion wyniosły



Akacja



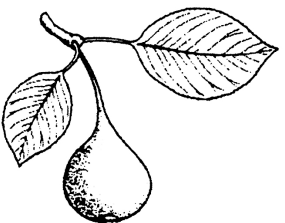
Dąb bezszypułkowy



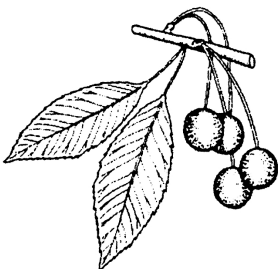
Dąb szypułkowy



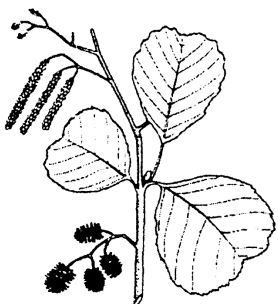
Jarzab pospolity (Jarzębina)



Dzika grusza



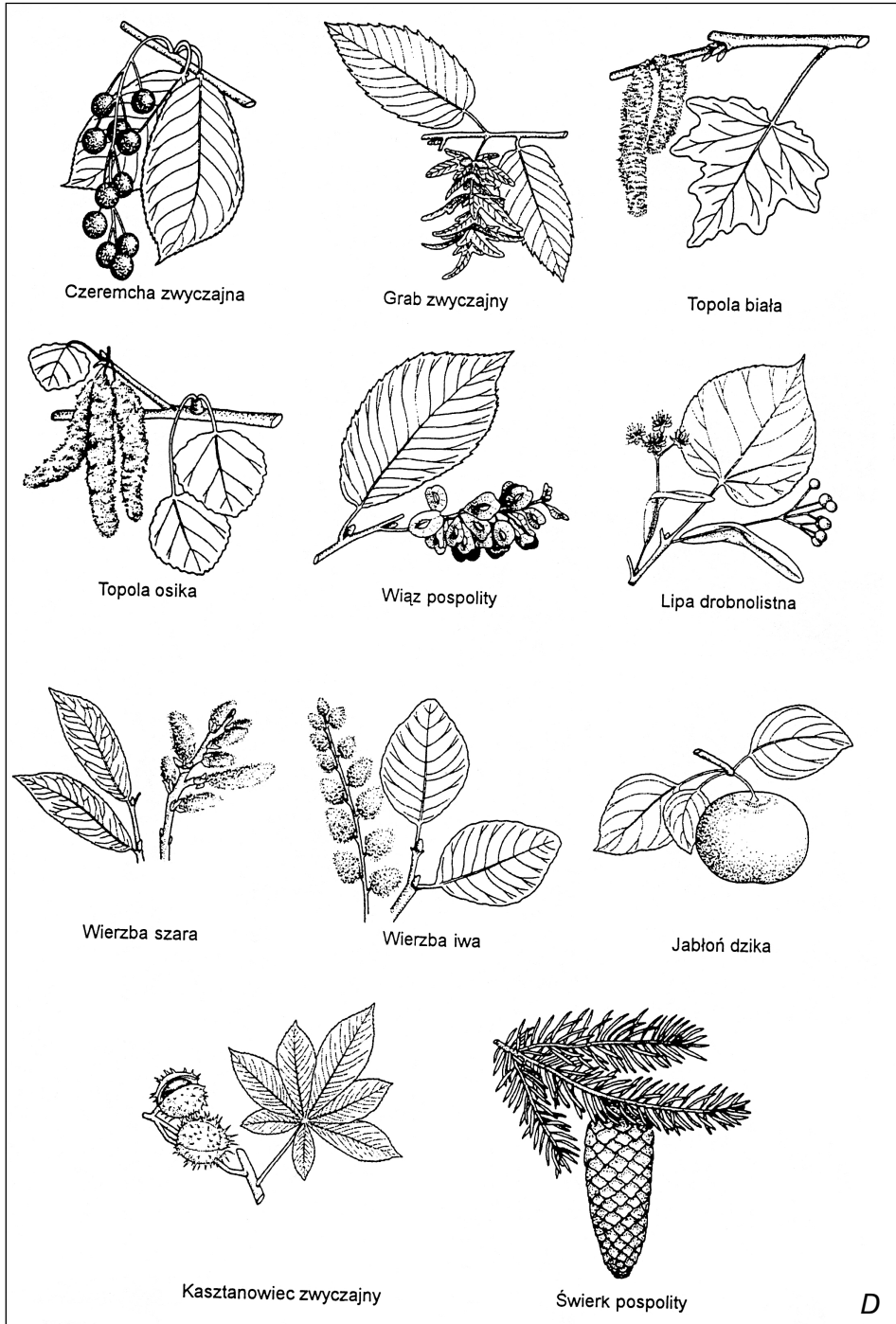
Dzika czereśnia



Olsza czarna

C





Ryc. 7.2. (A, B, C, D). Gatunki drzew i krzewów w ekosystemach leśnych Dolnego Śląska: pokrój liści, kwiatów, owoców i nasion (wg Dębickiej i in.)

o niej pochodzą z 1331 roku). Praktycznymi zadaniami w trakcie wędrówki jest rozpoznawanie w terenie charakterystycznych miejsc, ćwiczenia dendrologiczne (określanie wysokości i wieku drzew), wyznaczanie stron świata za pomocą busoli – skala nawigacyjna, praca z mapą (nanoszenie przebytej trasy na mapę topograficzną, wskazywanie miejsc z terenu na mapie). Po zakończonej wędrówce można skorzystać z różnych form rekreacji w schronisku turystycznym „Srebrna Góra”. Zlokalizowane tam Centrum Turystyki Niekonwencjonalnej oferuje: jazdę konną, zjazdy na linach z XIX-wiecznego wiaduktu, wspinaczkę na sztucznej ścianie alpinistycznej, strzelanie z luków, wyprawę do sztolni dawnej kopalni srebra, zwiedzanie XVIII-wiecznej twierdzy i organizację ogniska.

### Rola prasy w edukacji środowiskowej

Skutecznym narzędziem edukacji prośrodowiskowej mogą być mass media (Lonc, Pyszny 2001). Prasa wśród innych środków masowego przekazu (radio, telewizja, internet, telefonia komórkowa) jest nadal najpopularniejszym, najtańszym, i najbardziej dostępnym źródłem informacji dla potencjalnego odbiorcy. Może występować w postaci pism codziennych (gazet) i czasopism (tygodników, dwutygodników, miesięczników, kwartalników, półroczników, roczników) oraz obejmować swoim zasięgiem dany region, kraj, lub zespół krajów (prasa zachodnioeuropejska, prasa światowa). Zadaniem prasy jest przede wszystkim rejestrowanie wydarzeń bieżących i informowanie o nich oraz ich komentowanie. Do podstawowych cech prasy należy docieranie do masowego czytelnika, szybkie odzwierciedlenie wydarzeń, wyrażanie opinii o bieżących wydarzeniach i urabianie poglądów czytelników, a także regularność docierania do odbiorcy, zapewniająca dostarczenie w oznaczonym czasie wydawnictw prasowych i aktualnych danych o wydarzeniach oraz zaangażowanie polityczne.

Rolę środków masowego przekazu na rzecz ekorozwoju określa również Narodowa Strategia Edukacji Ekologicznej (z 2001 roku), zgodnie z którą środki masowego przekazu powinny:

- w sposób rzetelny, bez poszukiwania sensacji przedstawiać stan środowiska naturalnego i prezentować pozytywne przykłady działań podejmowanych na rzecz jego ochrony, pokazując również skutki (w tym finansowe) zamierzonych i niezamierzonych działań prowadzonych w środowisku,
- promować style życia i zachowania przyjazne środowisku,

- nawiązywać bliską współpracę z instytucjami i organizacjami zajmującymi się ochroną środowiska w celu zdobywania i gromadzenia informacji oraz korzystania z prowadzonych przez nie działań,
- dążyć do odkomercjalizowania mediów w zakresie upowszechniania wiedzy o środowisku,
- ograniczać lansowanie cywilizacji konsumpcyjnej.

### Miejsce edukacji ekologicznej w lokalnej prasie dolnośląskiej

Łamy czasopism dolnośląskich okazały się miejscem, w którym można realizować wszystkie cele edukacji środowiskowej – prezentować i propagować (zachęcając do ich odwiedzenia) ciekawe przyrodniczo i atrakcyjne turystycznie tereny i obiekty regionu, przedstawiać różne formy ekoturystyki i propagować jej uprawianie, przybliżyć nowe formy turystyki, na przykład agroturystykę, zwracać uwagę na pozytywny wpływ turystyki na rozwój człowieka i regionu, promować turystykę jako zdrowy styl życia i rozwijać zachowania przyjazne środowisku (Lonc, Rydzanicz 2003, Lonc, Pyszny 2004)<sup>28</sup>. Analiza treści artykułów z przełomu wieków (lata 2000–2001) pokazała, że wszystkie periodyki, choć w różnym natężeniu, publikowały teksty o tematyce turystycznej, spełniając jednocześnie ważną rolę edukacyjną. Charakter tych tekstów, poruszane w nich zagadnienia, zaangażowanie emocjonalne publicystów dowodzą, że pisma lokalne poważnie traktują swoją rolę promotora rozwoju proekologicznych form turystyki w rejonie objętym swoim zasięgiem. Wyraźnie widać, że upowszechnia się świadomość roli turystyki w rozwoju ekonomicznym danego terenu, ale także przekonanie, że turystyka jest pewnym wartościowym stylem życia, cenną formą spędzania czasu wolnego, rozwijającą nie tylko sprawność fizyczną, ale także wzbogacającą umysłowe i duchowe życie człowieka. Najważniejsze jednak – i analizowane teksty pokazały to wyraźnie – jest to, że ważną rolę turystyki przyjaznej środowisku jako źródła koniunktury gospodarczej dostrzegają sa-

<sup>28</sup> Wyniki szczegółowej analizy przeprowadzono stosując kartę medialną, która obejmowała: 1) pełny adres bibliograficzny: autor, tytuł artykułu, tytuł czasopisma, wydania, rok, numer strony, 2) charakterystykę czasopisma: częstotliwość wydania, zasięg pisma, rodzaj pisma, 3) kwalifikację gatunkową tekstu, 4) ogólne omówienie tematu, 5) treść – podstawowe zagadnienia, 6) charakter artykułu, 7) stanowisko autora i wnioski. Badania dotyczyły zawartości kilkudziesięciu tytułów regionalnej prasy dolnośląskiej, a zwłaszcza tygodników („Nowiny Jeleniogórskie”, „Tygodnik Wałbrzyski”, „Nowe Wiadomości Wałbrzyskie” i „Nowe Wiadomości Trzebnickie”), dwutygodników („Gazeta Górowska”, „Lubin Widzi” oraz „Ziemianin Średzki”), miesięcznika „Wiadomości Żmigrodzkie” i kwartalnika „Kronika Ziemi Żarskiej”.

morządy terytorialne, władze gmin i powiatów, urzędy miejskie i dają temu wyraz poprzez coraz energiczniejsze i lepiej zorganizowane działania, opisane między innymi w tekstach publikowanych na łamach lokalnych czasopism dolnośląskich<sup>29</sup>.

Autorzy tekstów prezentujących atrakcje turystyczno-przyrodnicze regionu koncentrowali się przy tym nie tylko na znanych i uznanych obiektach, od lat cieszących się zainteresowaniem turystów, lecz starali się odkrywać przed czytelnikami walory miejsc mniej znanych, często zaniedbanych lub niszczących, choć bardzo ciekawych i godnych uwagi. Często pojawiał się przy tym apel o zwiększenie zainteresowania nimi ze strony władz. Takie stanowisko jest realizacją zalecanych działań w sferze ekologizacji turystyki, czyli zmniejszenia natężenia ruchu turystycznego na obszarach o szczególnych walorach przyrodniczych na rzecz tych mniej znanych. Ważna promocja ekologicznych form turystyki znajdowała odzwierciedlenie w propagowaniu prozdrowotnej aktywności ludzi, zachęcaniu do czynnego wypoczynku i podziwiania pięknej przyrody regionu. Tu zdecydowanie najwięcej uwagi publicystów angażowała turystyka rowerowa, zdecydowanie proekologiczna i nieniszcząca naturalnego środowiska. Prezentowano nowe rowerowe szlaki turystyczne, ponawiano apele o budowę następnych i renowację starych, zachęcano do udziału w zorganizowanych wycieczkach rowerowych, informując o rozmaitych lokalnych imprezach sportowych dla cyklistów. Turystykę rowerową łączono z edukacją środowiskową, dotyczącą zwłaszcza młodzieży z okolicznych szkół. Jako atrakcję turystyczną, łączącą możliwość atrakcyjnego spędzenia wolnego czasu z prozdrowotnymi zachowaniami, przedstawiano także na łamach kilku pism wędkowanie, jeździectwo, łowiectwo i sporty wodne uprawiane w pięknych krajobrazach, w otoczeniu nieskażonej przyrody.

Wdrażanie zasad zrównoważonego rozwoju, w tym turystycznego, wymaga w pierwszej kolejności realizacji strategii edukacji ekologicznej. Jej zadaniem jest przekazywanie i upowszechnianie w społeczeństwie rzetelnej wiedzy o środowisku

<sup>29</sup> Okazało się, że najczęściej artykułów, najbardziej przy tym wszechstronnie traktujących temat turystyki, pojawiało się na łamach pism związanych z dwoma miastami: Lubinem i Wałbrzychem. Lubin to typowe miasto przemysłowe i zbiór potężnych blokowisk, Wałbrzych zaś, dawniej prężny ośrodek przemysłu wydobywczego, stał się w ostatnich latach symbolem upadku i biedy, miastem ze strukturalnym bezrobociem, widomym znakiem działania bezwzględnych mechanizmów rynkowych. Lokalne pisma wychodzące w obu tych miastach, niejako na przekór skrajnie niekorzystnym zewnętrznym uwarunkowaniom, właśnie turystyce przyznały bardzo ważne miejsce na swych łamach.

przyrodniczym człowieka, które jest miejscem jego aktywnego życia zawodowego i wypoczynku. Cele poznawcze i edukacyjne spełnia ekoturystyka łączona zazwyczaj z krajoznawstwem. Priorytetem turystyki przyjaznej środowisku jest edukacja ekologiczna promująca poszanowanie środowiska naturalnego, jego ochronę i tym samym ochronę kultury i zdrowia mieszkańców danych terenów. Postulowany w dwukierunkowym wymiarze (organizatorzy turystyki i potencjalni turyści) standard edukacji ekologicznej jest obowiązkowy dla wszystkich stu siedemdziesięciu dziewięciu sygnatariuszy Agendy 21, w tym Polski. Obejmuje zarówno profesjonalne nauczanie i kształcenie kadr w dziedzinie ochrony środowiska, jak i pozaszkolne przekazywanie i upowszechnianie wiedzy, m.in. przez media. Szczególną rolę w nieformalnej edukacji odgrywa prasa. Kształtuje bowiem w świadomości lokalnych społeczności i władz terenowych wzory właściwego dla danego regionu rozwoju turystyki zrównoważonej.

### Literatura uzupełniająca

1. Golembki G. (red.), 2002, *Kompendium wiedzy o turystyce*, PWN, Warszawa–Poznań.
2. Kozłowski S., 2000, *Ekorozwój – wyzwanie XXI wieku*, PWN, Warszawa.
3. Krzymowska-Kostrowicka A., 1997, *Geoekologia turystyki i wypoczynku*, PWN, Warszawa.
4. Lijewski T., Mikułowski, B. Wyrzykowski J., 2002, *Geografia turystyki Polski*, PWE, Warszawa.

### Pytania i zagadnienia

1. Na czym polega ekologizacja turystyki w świetle strategii zrównoważonego rozwoju?
2. Jakie są plusy i minusy dynamicznego rozwoju turystyki?
3. Omów rolę środowiska przyrodniczego w turystyce i rekreacji.
4. Co to jest turystyka zrównoważona i w jaki sposób można ją skutecznie propagować?
5. Wymień wychowawcze funkcje turystyki, ze szczególnym uwzględnieniem edukacji ekologicznej.

---

# Bibliografia

---

- Agenda 21: 10 lat po Rio*, 2002, Wyd. Narodowej Fundacji Ochrony Środowiska, Warszawa.
- Aleksandrowicz J., 1988, *Sumienie ekologiczne*, WP, Warszawa.
- Andel T.H. van, 1991, *Historia Ziemi i dryf kontynentów*, PWN, Warszawa.
- Andrzejewski B., (red.), 1992, *Humanistyka i ekologia*, Wyd. Warta, Poznań.
- Andrzejewski B., Baranowski M., (red.), 1993, *Stan środowiska w Polsce*, PIOŚ – Centrum Informacji o Środowisku GRID, Warszawa.
- Andrzejewski B., Weigle A., 2003, *Różnorodność biologiczna Polski. Drugi raport – 10 lat po Rio*, Wyd. Narodowa Fundacja Ochrony Środowiska, Warszawa.
- Anioł-Kwiatkowska J., Kwiatkowski S., Berdowski W., 1993, *Atlas roślin leczniczych*, Wyd. Arkady, Warszawa.
- Armand D.L., 1980, *Nauka o krajobrazie*, PWN, Warszawa.
- Arrhenius S., 1896, *On the influence of carbonic acid in the air upon the temperature of the ground*, „Philosophical Magazine” nr 41 (251).
- Becker N., 1992, *Community participation in the operational use of microbial control agents in mosquito control problems*, „Bulletin of the Society for Sector Ecology” nr 17.
- Becker N., 1998, *The use of Bacillus thuringiensis subsp. israelensis (BTI) against mosquitoes, with special emphasis on the ecological impact*, „Israel Journal of Entomology” nr 32.
- Bird Life International*, 2000, *Threatened Birds of the World*, Barcelona and Cambridge, Lynx editions and Bird Life International.
- Blum S., Basedow Th., Becker N., 1997, *Culicidae (Diptera) in the diet of predatory stages of Anurans (Amphibia) in humid biotopes of the Rhine Yalley in Germany*, „Journal of Vector Ecology” nr 22.

## Bibliografia

- Błachowicz A., Retue W., 2003, *Handel dla handlu? czyli zabawka ekonomistów czy atrakcyjny instrument polityki*, „Problemy Ekologii” nr 4.
- Boć J., Nowacki K., Samborska-Boć E., 2002, *Ochrona środowiska*, wyd. IV, Wyd. Kolonia Limited, Wrocław.
- Bonneberg M., 1992, *Etyka środowiskowa. Założenia i kierunki*, Ikar, Kraków.
- Borys T., (red.), 2003, *Rola wyższych uczelni w edukacji dla ekorozwoju*, Wyd. Ekonomia i Środowisko, Białystok.
- Bruner A.G. i in., 2001, *Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity*, „Science” nr 291.
- Buczek A., 2001, *Miejsce parazytologii w ekologii i ochronie środowiska*, [w:] E. Lonc (red.), *Parazytologia w ochronie środowiska i zdrowia*, Wolumed, Wrocław.
- Buczek A., 2002, *Stawonogi w medycynie*, Liber, Lublin.
- Budyko M. I., 1987, *Antropogeniczna zmiana klimatu*, „Problemy” nr 488.
- Campbell B., 1995, *Ekologia człowieka. Historia naszego miejsca w przyrodzie od prehistorii do czasów współczesnych*, PWN, Warszawa.
- Chmiel B. [red.], 1999, *Ochrona środowiska. Podręcznik do ćwiczeń terenowych „Chemiczne aspekty ochrony środowiska”*, Wyd. Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin.
- Combes C., 1999, *Ekologia i ewolucja pasożytnictwa. Długotrwałe wzajemne oddziaływanie*, PWN, Warszawa.
- Constanza i in., 1997, *The value of the world's ecosystems services and natural capital*, „Nature” nr 387.
- CREO, 2001, CREO the Committee on Recently Extinct Organisms.
- CSD, 1997, *Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World. Report of the Secretary-General. United Nations Economic and Social Council*.
- Dixon R.K. i in., 1994, *Carbon pools and flux of global forest ecosystems*, „Science” nr 263.
- Dolega J.M., Czartoszewski J.W., (red.), 1999, *Ochrona środowiska w filozofii i teologii*, Wyd. Akademii Teologii Katolickiej, Warszawa.
- Dobrowolski K.A., 1999, *Ekologia*, „Wspólnotowość i Postawa Uniwersalistyczna” nr 1.
- Domka L., 1996, *Kryzys środowiska a edukacja dla ekorozwoju*, Wyd. Naukowe UAM, Poznań.
- Dreyer W., 1990, *Las. Rośliny i zwierzęta*, Wyd. Multico, Warszawa.

- Elton C., 1947, *Animal Ecology*, Sidgwick & Jackson Ltd., London.
- Entwistle P.F., Cory J.S., Bailey M.J., Higgs S., (red.), 1992, *Bacillus thuringiensis. An Environmental Biopesticide: Theory and Practice*, John Wiley & Sons, Chichester–New York–Brisbane–Toronto–Singapore.
- FAO, 1996, *Our Land Our Future. Rome – Nairobi*, Food and Agriculture Organization, United Nation Environment Programmed.
- FAO, 1999, *The State of the World's Fisheries and Agriculture 1998*, Rome. Food and Agriculture Organization.
- FAO, 2001a, *State of the World Forest 2001*, Rome. Food and Agriculture Organization.
- FAO, 2001b, *Global Forest Resources. Assessment 2000*, FAO Forestry Paper 140. Rome, Food and Agriculture Organization  
<http://www.fao.org/forestry/fo/fra>.
- FAO, 2001c, *AQUUASTAT- FAO's Information on Water and Agriculture*,  
<http://www.fao.org/waicent/faoinfo/agricult/agl/aglw/aquastatweb/main/html/background.htm>.
- Finlayson C.M. i in., 1999, *Global wetland inventory – current status and future problems*, „Marine and Freshwaters Research” nr 50.
- Flis J., 1986, *Szkolny słownik geograficzny*, WSiP, Warszawa.
- Folmer H., Opschoor H., Gabel L., (red.), 1996, *Ekonomia środowiska i zasobów naturalnych. Podręcznik dla studentów i praktyków*, Wydawnictwo Krupski i S-ka, Warszawski Ośrodek Ekonomii Ekologicznej, Uniwersytet Warszawski, Warszawa.
- GEO 3, 2002, *Global Environment Outlook 3. Past, Present and Future Perspectives*, UNEP, Earthscan Publications Ltd., Londyn.
- Gibson M., 1974, *Violation of fallow and engineered disaster in Mesopotamian civilization*, [w:] *Irrigation Impact on Society*, red. T.E. Downing, M. Gibson, Tucson.
- Głowaciński Z., 1992, *Polska czerwona księga zwierząt*, PZWRiL, Warszawa.
- Gołembski G., (red.) 2002, *Kompendium wiedzy o turystyce*, PWN, Warszawa–Poznań.
- Gołembski G., (red.) 1999, *Regionalne aspekty rozwoju turystyki*, PWN, Warszawa–Poznań.
- Goździk J., 1986, *Czas w geomorfologii. Przegląd zagadnień metodologicznych*, „Czasopismo Geograficzne” nr LVII.
- Groot W.T. de, 1992, *Environmental Science Theory – Concepts and Methods in One-world Paradigm*, Amsterdam.



## Bibliografia

- Hafner M, 1993, *Ochrona środowiska. Księga eko-testów do pracy w szkole i w domu*, Wyd. Polski Klub Ekologiczny, Kraków.
- Harrison P, 1992, *The Third Revolution – Environment, Population and Sustainable World*, I.B. Tauris & Co Ltd., London.
- Hettner A., 1927, *Die Geographies, ihre Geschichte, Methoden und Wessen*, Breslau.
- Hilton-Taylor C., 2000, *2000 IUCN Red List of Threatened Species*, The World Conservation Union, <http://www.redlist.org/info/table4a.html> [GEO2-069].
- Humboldt, A., 1845, *Kosmos*, Stuttgart.
- IEA, 2000, *Key World Energy Statistics from IEA*, International Energy Agency.
- Instrukcja ochrony lasu*, 1972, PWRiL, Warszawa.
- IPCC, 2001, *IPCC Third Assessment Report – Climate Change 2001. Contribution of Working Group II Impacts, Adaptation and Vulnerability*, Geneva. World Meteorological Organization and United Nation Environment Programmed.
- Jethon Z., 1995, *Ekologia człowieka w wychowaniu fizycznym i sporcie*, Wyd. AWF, Wrocław.
- Jethon Z. [red], 1997, *Medycyna zapobiegawcza i środowiskowa. Higiena – Ekologia Kliniczna – Zdrowie*, Wyd. Lekarskie PZWL, Warszawa.
- Jędraszko A., 1999, *Polityka środowiskowa w Niemczech na przykładzie Stuttgartu*, Wyd. MUNICIPIUM, Warszawa.
- Jonas H., 1996, *Zasada odpowiedzialności, etyka dla cywilizacji technicznej*, Warszawa.
- Jones A., Duck R., Reed R., Weyers J., 2002, *Nauki o środowisku. Ćwiczenia praktyczne*, PWN, Warszawa.
- Jura Cz., 1996, *Bezkręgowce: podstawy morfologii funkcjonalnej, systematyki i filogenezy*, PWN, Warszawa.
- Jurd R.D, 1999, *Krótkie wykłady. Biologia zwierząt*, PWN, Warszawa.
- Kadłubowski R., (red.), 1983, 1988, *Zarys parazytologii lekarskiej*, PWZL, Warszawa.
- Kajak Z., 1994, *Hydrobiologia – limnologia. Ekosystemy wód śródlądowych*, PWN, Warszawa.
- Kalesnik S., 1964, *Geografia fizyczna ogólna*, PWN, Warszawa.
- Kalinowska A., 2002, *Ekologia – wybór na nowe stulecie*, Warszawa.

- Kalinowska A., 1991, *Ekologia – wybór przyszłości*, Editions Spotkania, Warszawa.
- Kamieniecka, J., 1995, *(Eko-)turystyka zielonym rynkiem pracy*, Zeszyt Instytutu Ekonomii, Warszawa.
- Kamiński Z., [red.], 1998, *Stan środowiska w Polsce: raport Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska*, oprac. Z. Kamiński, „Edytor”, Warszawa.
- Kantowicz E., 1995, *Interdyscyplinarność ochrony środowiska a problemy integracji nauk przyrodniczych i humanistycznych*. III Ogólnopolska Konferencja Metodyczna „Środowiska na uniwersyteckich studiach przyrodniczych”, Wyd. Agencja Rozwoju Opolszczyzny S.A., Opole.
- Kantowicz E., 1999, *Strefa sucha. Zasoby i zagrożenia rolnictwa*, Wyd. Akademickie Dialog, Warszawa.
- Kantowicz E., Walewski A., 2000, *Zmiany klimatyczne – efekt cieplarniany – rolnictwo*, „Zeszyty Edukacyjne” nr 6.
- Kasprzak W., 1985, *Pełzaki wolno żyjące o właściwościach patogenicznych dla człowieka i zwierząt*, PWN, Warszawa-Wrocław.
- Khan R.A., Kiceniuk J., 1988, *Effect of petroleum aromatic hydrocarbons on monogenesis parasitizing Atlantic cod, Gadus morrhua L.*, „Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology” nr 41.
- Keller B., Langenbruch A.G., 1993, *Control of Coleopteran pests by Bacillus thuringiensis*, [w:] *Bacillus thuringiensis an environmental biopesticide: theory and practice*, red. Entwistle, John Wiley & Sons.
- Koehler W., 1968, *Biologiczne metody ochrony lasu*, Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa.
- Kolarzyk E., [red.], 2000, *Wybrane problemy higieny i ekologii człowieka*, Wyd. Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków.
- Kolbuszewski J., 1998, *Motywy literackie w ochronie przyrody*, PWN, Warszawa.
- Kolbuszewski J., 1992, *Ochrona przyrody a kultura*, Wyd. Towarzystwo Przyjaciół Polonistyki Wrocławskiej, Wrocław.
- Kondracki J., 2002, *Geografia regionalna Polski*, PWN, Warszawa.
- Kondracki J., Richling A., 1983, *Próba uporządkowania terminologii w zakresie geografii fizycznej kompleksowej*, „Przegląd Geograficzny” nr 55.
- Kornaś J., Medwecka-Kornaś A., 1986, *Geografia roślin*, PWN, Warszawa.
- Kostrowicki A.S., 1999, *Geografia biosfery. Biogeografia dynamiczna łądów*, PWN, Warszawa.
- Kowalczewski A., Lenart W., 1999, *Przez edukację do trwałego i zrównoważonego rozwoju. Polska strategia edukacji ekologicznej*, Warszawa.

## Bibliografia

- Kozak Z. M., 1995, *Idee New Age'u i edukacja ekologiczna*, [w:] *Ochrona środowiska na uniwersyteckich studiach przyrodniczych*, red. K. Borecka, Opole.
- Kozarski S., 1986, *Skale czasu a rytm zdarzeń geomorfologicznych Yistulianu na niżu Polskim*, „Czasopismo Geograficzne” nr LVII.
- Kozłowski S., 2000, *Ekorozwój – wyzwanie XXI wieku*, PWN, Warszawa.
- Kozłowski S., 1991, *Gospodarka a środowisko przyrodnicze*, PWN, Warszawa.
- Kożuchowski K., Przybylak R., 1995, *Efekt cieplarniany*, Wiedza Powszechna, Warszawa.
- Krebs J.Ch., 1997, *Ekologia. Eksperymentalna analiza rozmieszczenia i liczebności*, PWN, Warszawa.
- Krzywańska J., 1999, *Dydaktyka ochrony środowiska*, [w:] *Ochrona środowiska i żywych zasobów przyrody*, red. R. Olaczek, A.U. Warcholińska, Wyd. Naukowe Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
- Krzymowska-Kostrowicka A., 1997, *Geoekologia turystyki i wypoczynku*, Wyd. Naukowe, Warszawa.
- Kubicz A., 1999, *Tajemnice ewolucji molekularnej*, PWN, Warszawa.
- Kulaszka W., [red.], 1999, 2000, *Raport o stanie środowiska*, WIOŚ, Warszawa.
- Kulik R., 2001, *Trening ekologiczny w kształtowaniu postaw prośrodowiskowych*, Wyd. Uniwersytetu Śląskiego, Katowice.
- Kurnatowska A., [red.], 1999, *Ekologia – jej związki z różnymi dziedzinami wiedzy*, PWN, Warszawa-Łódź.
- Kutkowska B. (red.), 2003, *Wyzwania stojące przed rolnictwem i uciążliwymi skutkami zmian klimatu w prognozie XXI wieku*, Wyd. AE, Wrocław.
- Kurnatowski P., 2001, *Wybrane pasożyty i grzyby człowieka*, [w:] *Parazytologia w ochronie środowiska i zdrowia*, red. E. Lonc, „Volumed”, Wrocław.
- Kuroczko B., 2000, *Główne potrzeby w zakresie edukacji wynikające z procesu dostosowania regulacji wspólnotowych do polskiego prawa w dziedzinie ochrony środowiska*, [w:] *Ochrona środowiska na uniwersyteckich studiach przyrodniczych*, Wyd. SAR „Pomorze” Bydgoszcz.
- Kuźnicki L., Urbanek A., 1967–1970, *Zasady nauki o ewolucji*, PWN, Warszawa.
- Laar B.J. van de, i in., 1997, *A second generation environmental science curriculum* [w:] *Proceedings..., 4<sup>th</sup> Conf. on the Renewal of Environmental Education in Europe*, Chambery.

- Les Parcs Nationaux Francais, Parc National de Vanoise*, 1985,  
Direction du Parc National de la Vanoise, Association des Amis  
du Parc de la Vanoise.
- Les Temps de l'environnement*, 1997, Journées du programme  
Environnement, Vie et Societes, Toulouse.
- Liebig J., 1840, *Chemia z zastosowaniem do rolnictwa i fizjologii*, Warszawa.
- Lijewski T., Mikułowski B., Wyrzykowski J., 2002, *Geografia turystyki*,  
PWE, Warszawa.
- Lindner L., 1988, *Stratigraphy and extents of Pleistocene continental  
glaciations in Europe*, „Acta Geologica Polonica”, nr 38.
- Loh J., 2000, *The Living Planet Report 2000*, Gland, WWF-the Global  
Environment Network.
- Lonc E., 1993, *Rola bioinsektycydów Bacillus*, Ekologia Rolnicza,  
Opole–Łosiów.
- Lonc E., 1993, *Teoria i praktyka w programach ochrony środowiska*,  
[w:] *Rola kształcenia proekologicznego w rozwoju regionalnym*, „Eko-  
Książ ‘93”, Warszawa.
- Lonc E., Mizgajska H., Kąca B., 1999, *Ekologiczne i biologiczne metody  
ochrony lasu w Polsce*, „Aura”, nr 7/8.
- Lonc E., Okulewicz A., 2003, *Biologiczne zwalczanie pasożytów  
i ochrona środowiska*, [w:] *Współczesne trendy w edukacji środowiskowej*,  
red. E. Lonc, Wyd. Arboretum, Wrocław.
- Lonc E., Pyszny J., 2001, *Problematyka ekologiczna w polskiej prasie*,  
[w:] *Ochrona środowiska na uniwersyteckich studiach przyrodniczych*,  
red. J. Krzywańska, R. Olaczek, A. Wolańska, Wyd. Katedra  
Ochrony Przyrody UL, Łódź.
- Lonc E., Pyszny J., 2003, *Miejsce turystyki – jako formy edukacji  
ekologicznej – w regionalnej prasie dolnośląskiej na przełomie wieków*,  
[w:] *Roczniki Naukowe PWSZ III. Turystyka*, red. E. Lonc, Wałbrzych.
- Lonc E., Rydzanicz K., 1999, *Wprowadzenie do biologii warunkującej  
środowiskowe zwalczanie komarów*, „Wiadomości Parazytologiczne”,  
nr 45.
- Lonc E., Sobczyński M., 2004, *Parazytologiczne zagrożenia i sposoby  
monitorowania jakości wody*, „Ekologia i Technika”, nr 14.
- Lonc E., Złotorzycka J., 1995, *Ćwiczenia z parazytologii dla studentów  
biologii*, Wyd. Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław.
- Łobożewicz T., 1997, *Propedeutyka turystyki*, Wyd. AWF, Warszawa.
- MacKenzie A., Ball A.S., Virdee S.R., 1999, *Krótkie wykłady. Ekologia*,  
PWN, Warszawa.

## Bibliografia

- Majewska A.C.J, *Konsekwencje epidemiologiczne biologicznego zanieczyszczenia Środowiska*, [w:] *Współczesne trendy w edukacji środowiskowej*, red. E. Lonc, Wyd. Arboretum, Wrocław.
- Mannion A.M., 2001, *Zmiany środowiska Ziemi. Historia środowiska przyrodniczego i kulturowego*, PWN, Warszawa.
- Marszałek T., 1990, *Dziedzictwo leśne Polski i świata*, Wyd. SGGW, Warszawa.
- Martonne E. de, 1925, *Traite de geographie physique*.
- Mastalerz, P., 2000, *Ekologiczne kłamstwa ekowojowników. Rzecz o szkodliwości kłamliwej propagandy ekologicznej*, Wyd. Chemiczne, Wrocław.
- Matile L., Tassy P., Goujet D., 1993, *Wstęp do systematyki zoologicznej. Koncepcje, zasady, metody*, PWN, Warszawa.
- Mayr E., 1974, *Podstawy systematyki zwierząt*, PWN, Warszawa.
- Mierzejewska, 2000, *Ekologiczne manipulacje w ochronie i zwalczaniu różnych organizmów*, „Wiadomości Ekologiczne” nr 46.
- Misztal L.H., Musiał W.G., Augustyniak J., 1996, *Owadobójcze toksyny Bacillus thuringiensis w ochronie roślin*, „Postępy Mikrobiologii” nr 3.
- Molina M.J., Rowland F.S., 1974, *Stratospheric sink for chlorofluoromethanes: chlorine atom catalyses destruction of ozone*, „Nature” nr 249.
- Mroccka A., 2001, *Znaczenie, edukacji ekologicznej w procesie kształcenia z zakresu turystyki i rekreacji*, [w:] *Cele i treści kształcenia w dziedzinie turystyki i rekreacji*, Kraków.
- NASA, 2001, *Largest-ever ozone hole observed over Antarctica*, NASAGoddard Space Flight Center. <http://www.gsfc.nasa.gov/gfsc/earth/environ/ozone/ozone.htm> [GEO 2-017].
- Niewiadomska K., Pojmańska T., Machnicka B., Czubaj A., 2001, *Zarys parazytologii ogólnej*, PWN, Warszawa.
- Nowoczeska W., 2003, *Próba odtworzenia filogenezy gatunku Homo sapiens*, Katedra Antropologii, Uniwersytet Wrocławski, Wrocław.
- Odum E.P., 1982, *Podstawy ekologii*, PWRiL, Warszawa.
- Olać R., 1998, *Przyroda Polska pod ochroną*, Wyd. LOP, Warszawa.
- Olać R., 1999, *Słownik szkolny. Ochrona przyrody i środowiska*, WSiP, Warszawa.
- Olać R., Warcholińska, A.U., (red.), 1999, *Ochrona środowiska i żywych zasobów przyrody. Materiały pomocnicze dla słuchaczy studium*

- poddyplomowego i studentów ochrony środowiska*, Wyd. Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
- Olson J. S., 1994, *Global Ecosystem Framework – Definitions. Internal Report. Sioux Falls*, South Dakota, United States Geological Service.
- O'Riordan T., 1971, *Perspectives on Resource Management*, Pion, London.
- Orłowski S., Szulczewski M., 1990, *Geologia historyczna. Część pierwsza*, Wyd. Geologiczne, Warszawa.
- Paehlke R. (red.), 1995, *Conservation and Environmentalism. An Encyclopedia*, Garland Publishing Inc. New York & London.
- Pawłowski L., Zięba S. (red.), 1992, *Humanizm ekologiczny*, Wyd. Uczelniane Politechniki Lubelskiej, Lublin.
- Pawłowski Z.S., Stefaniak J., (red.), 2004, *Parazytologia kliniczna*, PWN, Warszawa.
- Petersen J.J., Chapman H.C., Woodard D.B., 1968, *The bionomics of a mermithid nematode of larval mosquitoes in southwestern Louisiana*, „Mosq. News” nr 28.
- Piątek Z., 1998, *Etyka środowiskowa, nowe spojrzenie na miejsce człowieka w przyrodzie*, Kraków.
- Pimm S.I. i in., 1995, *The future of biodiversity*, „Science”, nr 269.
- Piotrowski F., 1990, *Zarys entomologii parazytologicznej*, PWN, Warszawa.
- Pisarski Z., Rąkowski G., 1996, *Kierunki rozwoju turystyki w parkach w parkach krajobrazowych*, „Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych” nr 9.
- Poinar G.O. jr., 1975, *Entomogenous nematodes*, Leiden.
- Pojmańska T., 2002, *Pasożyty jako naturalny składnik ekosystemu*, „Wiadomości Parazytologiczne” nr 48 (2).
- Polityka Leśna Państwa*, 1997, MOŚZNIŁ, Warszawa.
- Polska polityka zrównoważonej gospodarki leśnej*, 1994, MOŚZNIŁ, Warszawa.
- Price L.W., 1981, *Mountains and Man*, University of California Press, Berkeley.
- Radziejowski J., Burger T., Błaszczuk P., 2003, *Środowisko w Polsce 1989–2000. Wybrane problemy*, [w:] *Stan środowiska w Polsce w latach 1996–2001*, red. M. Brodowska i in., Warszawa.
- Raport PIOŚ, 1998, *Stan środowiska w Polsce. Raport Państwowej Inspekcji Środowiska*, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.
- Richling A., 1992, *Kompleksowa geografia fizyczna*, PWN, Warszawa.
- Richling A., Solon J., 1994, *Ekologia krajobrazu*, PWN, Warszawa.

## Bibliografia

- Richtshofen F., 1883, *Aufgaben und Methoden der heutigen Geographie*, Lipsk.
- Ritter K., 1818, *Einleitung zu dem Versuche einer allgemeinen Erdkunde*, Berlin.
- Rościszewski M., 1992, [red.], *Geografia świata*, WSiP, Warszawa.
- Różycki R., 1989, *Środowisko przyrodnicze i jego walory*, PWN, Warszawa.
- Równy K., Jabłoński J., 2002, *Zasada zrównoważonego rozwoju w prawie i praktyce ochrony środowiska*, Wyd. Prywatnej Wyższej Szkoły Businessu i Administracji, Warszawa.
- Rzeczpospolita Polska Agenda 21, 1998, *Sprawozdanie z realizacji w latach 1992–1998*, Warszawa.
- Rzeczpospolita Polska Agenda 21, *10 lat po Rio 1992–2002*, Warszawa.
- Sala O.E. i in., 2000, *Global biodiversity scenarios for the year 2100*, „Science”, nr 287.
- Sapek A., 2000, *Emisja gazów cieplarnianych z rolnictwa do atmosfery*, „Zeszyty Edukacyjne Instytut Melioracji i Użytków Zielonych”, nr 6.
- Schmidt T.H., 1997, *Pflanzen auf Teneriffa. Ein naturkundlicher Führer*, Basiliken-Press, Marburg an der Larm.
- Schnaider Z., 1991, *Atlas uszkodzeń drzew i krzewów powodowanych przez owady i roztocze*, PWN, Warszawa.
- Schumm S.A., Lichty R.W., 1965, *Time, space and causality in geomorphology*, „American Journal Scientology” nr 263.
- Shelford V.E., 1913, *Animal communities in temperate America*, University of Chicago Press, Chicago.
- Shiklomanov I.A., 1993, *World Freshwater Resources*, [w:] *A Guide to the World's Fresh water Resources*, Cambridge University Press, New York.
- Sillett T.S., Holmes R.T., Sherry T.W., 2000, *Impact of global climate cycle on population dynamics of migratory songbirds*, „Science” nr 288.
- Simmons I.G., 1979, *Ekologia zasobów naturalnych*, PWN, Warszawa.
- Sinha S., 1991, *Impact of climate change on agriculture: A critical assessment*, [w:] *Climate Change: Science, Impacts and Policy*, red. J. Jager, H. Fergusson, Cambridge University Press, Cambridge.
- Siuda K., 1991, *Kleszcze (Acari: Ixodia) Polski. Część I: Zagadnienia ogólne*, PWN, Warszawa-Wrocław.
- Skolimowski H., 1992, *Eseje o ekologii, Nadzieja matką mądrych*, Akapit Press, Łódź.
- Skrzypczak W., 2000, *Geografia społeczno-ekonomiczna*, Wyd. EFEKT, Warszawa.

- Sołncew N. A., 1965, *O wzajemnym stosunku przyrody „żywej” i „martwej”*, PZLG.
- Sommer U., 1996, *Ekologia wód śródlądowych*, PWN, Warszawa
- Soszyński B., Palaczyk A., Krzemiński W., 2000, *Zagrożenia i perspektywy ochrony muchówek (Diptera) w Polsce*, „Wiadomości Entomologiczne” nr 18.
- Stan Środowiska w Polsce, 1993, Raport Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.
- Stan Środowiska w Polsce, 1998, Raport Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.
- Starkel L., 1978, *Studia nad typologią i oceną środowiska geograficznego Karpat i Kotliny Sandomierskiej*, Prace IGiPZ PAN nr 125.
- Starkel L., 1986, *Rola zjawisk i procesów sekularnych w ewolucji rzeźby (na przykładzie fliszowych Karpat)*, „Czasopismo Geograficzne” nr LYII, 2.
- Stefanowicz T., 1996, *Wstęp do ekologii i podstaw ochrony środowiska*, Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań.
- Strzałko J., Pietraszewska-Mossor T., 1999, 2003 [red.], *Kompendium wiedzy o ekologii i ochronie środowiska*, PWN, Warszawa–Poznań.
- Styczyńska, 1986, *Bezkręgowce naszych wód*,
- Sures B., Siddal R., Jackwerth E., 1994, *Lead accumulation in Pomphorhynchus laevis and its host*, „Journal Parasitology” nr 80.
- Sures B., Siddal R., Rokicki J., 1997, *Lead and cadmium content of two cestodes Monobothrium wagneri and Bothriocephalus scorpii and their fish hosts*, „Parasitology Res.” nr 83.
- Sures B., Siddal R., Taraschewski H., 1999, *Parasites as accumulation indicators of heavy metal pollution*, „Parasitology Today” nr 15.
- Szafrański A.L., 1993, *Chrześcijańskie podstawy ekologii*, KUL, Lublin.
- Szubert-Zarzewny U., 2002, *Turystyka w rozwoju gospodarczym Polski*, Wyd. „Edukacja”, Wrocław.
- Tarczyński S., 1984, *Zarys parazytologii systematycznej*, PWN, Warszawa.
- Tattersall I., 2000, *Nie zawsze byliśmy samotnymi hominidami*, „Świat Nauki” nr 4.
- Taylor W.P., 1934, *Significance of extreme or intermittent conditions in distribution of species and management of natural resources, with a restatement of Liebig's law of the minimum*, „Ecology” nr 15.
- Tomiałojć L., 1990, *Ptaki Polski. Rozmieszczenie i liczebność*, PWN, wyd. 2. zmienione, Warszawa.



## Bibliografia

- Tomiałojć L., 1995, *Ekologiczne aspekty melioracji wodnych*,  
Wyd. Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków.
- Tomiałojć L., (red.), 1993, *Ochrona przyrody i środowisk w dolinach  
nizinnych Polski*, PAN, Kraków.
- Tomiałojć L., 2000, *Ochrona różnorodności biologicznej najpilniejszym  
zadaniem biologii w XXI wieku*, Materiały Sympozjum Postawy  
Proekologiczne u progu XXI wieku, Sułów.
- Tomiałojć L., 2002, *Obszarowa ochrona przyrody w świetle zagrożeń  
nadbodzących dekad*, „Folia Biologica et Oecologica” nr 1.
- Tomiałojć L., 2003, *Różnorodność biologiczna, jej wartość i stopień  
zagrożenia*, „Wrocławski Biuletyn Gospodarczy” nr 30.
- Trojan P., 1978, *Ekologia ogólna*, PWN, Warszawa.
- Trewartha G.T., Robinson A.H., Hammond E.H., 1977, *Fundamentals  
of Physical Geography*, McGraw-Hill Book, New York.
- Troll C., 1973, *Geoecology and world-wide differentiation of high-mountain  
Ecosystems*, [w:] *Geoecology of the High Mountain Regions of Eurasia*,  
red. C. Troll, Franz Steiner Verlag, Wiesbaden.
- Truszkowska R., 1972, *Metody liczbowej oceny produktywności gleb  
rolniczych*, Biuletyn KPZK, Warszawa.
- Turcekova L., Hanzelova V., 1997, *Parasites as possible bioindicators of  
water pollution*, Wrocław.
- Udo de Haes H. A., 1984, *Environmental Science: Concepts and  
Boundaries*. [w:] Boersema J.J., Copius Peereboom J., Groot W.T.  
de (eds.), *Environmental Science Textbook*, Boom Meppel/Amsterdam.
- Uggla H., 1979, *Gleboznawstwo rolnicze*, Warszawa, PWN.
- UNCCD, 2001, *United Nations Convention to Combat Desertification:  
An Explanatory Leaflet*, UNCCD.
- UNDP, UNEP, World Bank and WRI, *World Resources 2000–2001*,  
Washington DC World Resources Institute.
- UNEP, 1995, *The Role of Indicators in Decision-Making*, Ghent, Belgium.
- UNEP, 2001, *Assessment of the Status of the World's remaining Closed Forest*,  
Nairobi.
- UNEP, WCMC, 2000, *Global Biodiversity. Earth living resources in 21<sup>st</sup>  
century*, Cambridge.
- Vitousek P.M. I in., 1997, *Human alteration of the global nitrogen cycle:  
causes and consequences*, „Issues in Ecology”, nr 1.
- Wachowski L., Kirszensztejn P., [red.], 1999, *Ćwiczenia z podstaw chemii  
środowiska*, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań.

- Wajda S., Żurka J. (red.) *Konwencja o Różnorodności Biologicznej*, Instytutu Ochrony Środowiska, Warszawa.
- Walkowicz T., Rydzanicz, K., 2003, *Uwarunkowania agroturystyki w Polsce*, [w:] *Roczniki Naukowe III. Turystyka*, red. E. Lonc, Wyd. PWSZ, Wałbrzych.
- WCD, 2000, *Dams and Development: a new framework to decision-making. The Report of the World Commission on Dams*, Earthscan, London.
- Wegner E., 2000, *Zagrożenia dla stawonogów wodnych i lądowych związane z akcjami zwalczania komarów*, „Wiadomości Entomologiczne” nr 18.
- Wędrychowicz H., 2001, *Rola pasożytów w gospodarce człowieka*, [w:] *Parazytologia w ochronie środowiska i zdrowia*, red. E. Lonc, Volumed, Wrocław.
- WHO and UNICEF, 2000, *Global Water Supply and Sanitation Assessment 2000 Report*, Genewa-New York.
- Winnicki T., 1985, *Podstawy ochrony środowiska*, PWN, Warszawa.
- WMO, 2000, *Antarctic Ozone Bulletin*, Geneva.
- World Bank, 2001, *World Development Indicators*, Washington DC, World Bank.
- World Commissions on Water, 1999, *World's Rivers in Crisis – Some Are Drying, Others Could Die*.
- World Water Council, 2000, *World Water Vision Commission Report: a water secure world. Vision for water, Life and Environment*, World Water Council.
- World Water Forum, 2000, *Ministerial Declaration of the Hague on water Scarcity in the 21<sup>st</sup> Century*, World Water Forum.
- Wspólny Raport o jakości powietrza w obszarze Czarnego Trójkąta w 1999 roku*, 2000, CHMU, WIOŚ, FUG, UBA, Jelenia Góra.
- Zarzycki R., 1997, *Katastrofy przemysłowe*, [w:] *Ekologia – jej związki z różnymi dziedzinami wiedzy*, red. A. Kurnatowska, PWN, Warszawa–Łódź.
- Zarzycki K., Kazimierczakowa R. [red.], 1993, *Polska czerwona księga roślin*, Instytut Botaniki PAN, Kraków.
- Zimmermann E.W., 1933, *World Resources Management*, London.
- Zarządzenie nr 11 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych w sprawie doskonalenia gospodarki leśnej na zasadach ekologicznych, 1995, Warszawa.

## Bibliografia

### Wykorzystane zasoby stron internetowych:

Główny Urząd Statystyczny: [www.stat.gov.pl](http://www.stat.gov.pl)

Inspekcja Ochrony Środowiska: [www.pios.gov.pl](http://www.pios.gov.pl)

Lasy Państwowe: [www.lasypanstwowe.gov.pl](http://www.lasypanstwowe.gov.pl)

Ministerstwo Środowiska: [www.mos.gov.pl](http://www.mos.gov.pl)

Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej:  
[www.nfosigw.gov.pl](http://www.nfosigw.gov.pl)

### Ustawy:

Ustawa o lasach (Dz.U. 1991, nr 101, poz. 404) znowelizowana  
w 1997 r. (tekst jednolity Dz.U. 2000, nr 56, poz. 679)

Ustawa o ochronie roślin uprawnych (Dz.U. 1995, nr 90, poz. 446)

Ustawa o zachowaniu narodowego charakteru strategicznych zasobów  
naturalnych kraju (Dz.U. 2001, nr 97, poz. 1051)

---

## Słownik terminów

---

### A

---

abiotyczne czynniki – elementy przyrody nieożywionej obejmujące fizyczne i chemiczne czynniki środowiska (temperatura, wilgotność, woda, tlen); ich oddziaływanie wpływa selektywnie na skład gatunkowy → biocenozy oraz kształtuje rozmieszczenie i liczebność → gatunków; przeciwstawieniem są → biotyczne czynniki.

adaptacja – powstanie mechanizmów biochemicznych oraz zmian strukturalnych i fizjologicznych, które umożliwiają organizmom lepsze wykorzystanie środowiska lub większe uniezależnienie się od jego szkodliwych wpływów.

Agenda 21 – najważniejszy z pięciu dokumentów konferencji w Rio'92 z planami ochrony środowiska na XXI wiek; w 40 rozdziałach omówiono zagadnienia społeczne, ekonomiczne, gospodarkę zasobami przyrody, rolę grup i organizacji proekologicznych; Agenda jest wytyczną dla wszystkich międzynarodowych i krajowych programów oraz strategii środowiskowych.

aklimatyzacja – całokształt procesów fizjologicznych i zmian morfologicznych organizmu, które są wynikiem przystosowania do zmienionych warunków środowiska zewnętrznego, zwłaszcza → klimatu; w wyniku a. wzrasta tolerancja np. na działanie danej temperatury, ciśnienia.

agroturystyka, turystyka wiejska – turystyka związana z rolnictwem, nieograniczająca się wyłącznie do świadczenia przez rolnika usług noclegowych i gastronomicznych; zawiera elementy miejscowej tradycji i kultury, rzemiosła, trybu i sposobu życia; w zakresie promocji są także skanseny, festyny, pokazy, rękodzieła, lokalne formy współzawodnictwa, odpusty i inne lokalne święta, a. jest rodzajem turystyki alternatywnej będącej przeciwstawieniem wysoce skomercjalizowanej, pozbawionej często aspektów humanistycznych i ekologicznych → turystyki masowej.

- anabioza – stan życia utajonego, który umożliwia przetrwanie okresu trudnych warunków środowiskowych i powrót do życia czynnego.
- Analiza Cyklu Życia [ang. *Life Cycle Assessment*] – badanie aspektów środowiskowych i potencjalnych wpływów na środowisko produktu w całym okresie jego życia, czyli od pozyskania surowców, poprzez produkcję, użytkowanie, aż do jego zniszczenia; jako metoda szacowania wielkości wpływów środowiskowych produktów jak i całych procesów produkcyjnych jest jednym z wielu instrumentów Systemu Zarządzania Środowiskowego (SZŚ) opartego na dobrowolnych normach ISO serii 14 000 (International Standard Organisation), które zostały wprowadzone w połowie lat 90.
- antagonizm – rodzaj ujemnych interakcji międzygatunkowych; zjawisko konkurencji wewnątrz i między gatunkami, najczęściej o pokarm, przestrzeń życiową, partnera.
- antropopresja [gr. *ánthropos* – człowiek] – ogół oddziaływań człowieka (ludzkości) na → środowisko przyrodnicze, w tym na inne organizmy.
- antroposfera – przestrzeń różnorodnej działalności człowieka.
- asymilacja (= anabolizm) – całość procesów biochemicznych prowadzących do syntezy składników komórkowych z substancji pobranych przez organizm ze środowiska; wymaga dostarczenia energii, np. słonecznej (→ fotosynteza) lub chemicznej (→ chemosynteza); przeciwstawieniem jest → dysymilacja.
- astenosfera – warstwa plastycznie zachowujących się skał oddzielająca nadległą → litosferę od głębszych części kuli ziemskiej; położona na głębokości od 10 km do przeszło 100 km.
- atmosfera – powłoka złożona z gazów i par okalająca niektóre ciała niebieskie; a. ziemską składa się z mieszaniny gazów zwanej powietrzem, zawiera ok. 78% azotu, 21% tlenu, gazy szlachetne, dwutlenek węgla i zmienne ilości pary wodnej.
- atmosfera normalna – model atmosfery ziemskiej określony pionowym rozkładem ciśnienia, temperatury i wilgotności, odpowiadający przeciętnemu stanowi atmosfery ziemskiej.
- ATP (= adenozynotryfosforan) – uniwersalny nośnik energii w komórkach.
- autekologia – zajmuje się badaniem wpływów → czynników środowiskowych na rozwój, funkcje, zachowanie i przystosowanie (→ adaptacja) organizmów określonego gatunku, czyli jego biologii.
- autotrofizm (= samożywność) – zdolność odżywiania się organizmów (tzw. autotrofów – glony, sinice, niektóre bakterie oraz rośliny) prostymi związkami nieorganicznymi ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , sole mineralne) i syntetyzowania z nich złożonych związków organicznych (→ producen-

ci) z udziałem energii świetlnej (→ fotoautotrofy) lub energii pochodzącej z utleniania związków mineralnych (→ chemoautotrofy); zsyntetyzowane związki organiczne są wykorzystywane do budowy własnej → biomasy lub zużywane jako materiał energetyczny; przeciwstawieniem jest → heterotrofizm.

## **B**

---

bakterie – organizmy jednokomórkowe, rozmnażające się głównie przez podział, będące jednym z głównych czynników utrzymujących → krążenie materii; bakterie wykorzystuje się w przemyśle fermentacyjnym, farmaceutycznych, spożywczych, a także w biologicznej ochronie środowiska, m.in. do produkcji → mikrobiologicznych insektycydów.

bakterie denitryfikacyjne – bakterie redukujące azotany lub azotyny w procesie denitryfikacji; biorą udział w krążeniu azotu w przyrodzie; denitryfikacja zachodzi w wodzie i jest jednym z ogniw procesu → samooczyszczania się wód; na lądzie zubaża glebę w azot przyswajalny przez rośliny.

bakterie nitryfikacyjne – glebowe bakterie utleniające amoniak i inne związki azotowe pochodzenia organicznego do azotynów i (lub) azotanów w procesie nitryfikacji.

BAT (najlepsza dostępna technologia) – oznacza wykorzystanie takich metod działania, rozwiązań organizacyjnych i urządzeń technicznych, które najlepiej redukują zanieczyszczenia; BAT jest zasadą dyrektywy (96/61) w myśl której każdy producent stwarzający potencjalne zagrożenie dla środowiska i zdrowia ludzi musi uzyskać „zintegrowane zezwolenie ekologiczne”, wydawane przy udziale społeczności lokalnych

behavior – zachowanie się (postępowanie) pojedynczych organizmów i ich populacji.

beztlenowce (anaeroby) – drobnoustroje żyjące w środowisku beztlenowym, których procesy życiowe mogą przebiegać bez udziału wolnego tlenu; niezbędną energię czerpią z różnych przemian chemicznych

bio- – pierwszy człon wyrazów złożonych, wskazujący na ich związek znaczeniowy z życiem i procesami życiowymi

biochemiczne pięciodniowe zapotrzebowanie tlenu ( $BZT_5$ ) – ilość tlenu niezbędna w biologicznym rozkładzie materii organicznej, przy współudziale mikroorganizmów, podczas pierwszych pięciu dni; wartość  $BZT_5$  jest wskaźnikiem stopnia zanieczyszczenia wody → ściekami; niska wartość oznacza wody czyste, wysoka wody zanieczyszczone.

- biocenoza – zespół mikroorganizmów, organizmów roślinnych i zwierzęcych w „określonej przestrzeni życiowej”, stanowiący zrównoważoną biologicznie autonomiczną jednostkę ekologiczną.
- biodegradacja – biochemiczny rozkład związków organicznych na prostsze składniki chemiczne; w odróżnieniu od → mineralizacji b. odnosi się do substancji szkodliwych, np. rozkładu węglowodorów i ich pochodnych, pestycydów i środków powierzchniowo czynnych; b. jest np. unieszkodliwianie ścieków w oczyszczalniach.
- biogaz – mieszanina gazów będących produktami beztlenowego mikrobiologicznego rozkładu (fermentacji) materii organicznej odpadowej; po uzdatnieniu składa się z metanu (56%) i dwutlenku węgla; ma wartość opałową; wytwarzanie b. jest najlepszym sposobem utylizacji odchodów zwierzęcych (gnojowicy), odpadów i ścieków komunalnych.
- biogenne pierwiastki – pierwiastki chemiczne (głównie węgiel, wodór, azot, tlen, fosfor, siarka, selen, cynk) wchodzące w skład organizmów żywych, niezbędne do budowy ich masy i procesu przemiany materii.
- bioindykatory – organizmy, które specyficznie (np. przez swoją obecność lub nieobecność) pozwalają rozpoznać określony stopień zanieczyszczenia środowiska.
- biologiczne oczyszczanie ścieków – polega na rozkładzie substancji organicznej przez drobnoustroje saprofityczne; procesy prowadzi się w warunkach zbliżonych do naturalnych, jak np. stawy ściekowe, pola nawadniane (irygowane), filtry gruntowe i drenaż lub w warunkach sztucznych (złoża biologiczne, metoda osadu czynnego).
- biologiczna walka – wykorzystanie w celu zwalczania szkodników (upraw, lasów) oraz wektorów chorób (głównie owadów) ich naturalnych wrogów, czyli innych gatunków owadów, a także chorobotwórczych mikroorganizmów (wirusy, bakterie, grzyby) w formie → mikrobiologicznych insektycydów.
- bioklimatologia – nauka zajmująca się badaniem zależności procesów fizjologicznych roślin, zwierząt i człowieka oraz ich rozmieszczenia na Ziemi od → klimatu; współczesna b. opiera się na założeniu, że poszczególne elementy pogodotwórcze umożliwiają i ułatwiają przebieg procesów chorobowych u człowieka; schorzenia związane z aktywnymi sytuacjami meteotropowymi (np. przechodzeniem frontu atmosferycznego) to: choroby gośćcowe, zaburzenia neurologiczne, choroby krążenia i zaburzenia żołądkowo-jelitowe.
- biom – największa jednostka środowiskowa; zbiorowisko roślin i zwierząt zamieszkujących rozległy obszar o podobnych właściwościach (warunki glebowe, klimatyczne itp.).

- biomasa – ilość wagowa materii organicznej w organizmie, a także ilość materii organicznej wytworzonej przez → populację na określonej przestrzeni w jednostce czasu; b. jest miarą produktywności biologicznej.
- biotop – naturalne środowisko, na które składają się czynniki abiotyczne (temperatura, światło, woda, gleba, tlen, dwutlenek węgla, itp.) stanowiące podłoże życia konkretnej → biocenozy.
- biotyczne czynniki (= czynniki ożywione) – wszelkie elementy przyrody ożywionej (drobnoustroje, rośliny, zwierzęta) oddziałujące w danej → biocenozie na siebie i na środowisko; przeciwieństwem są → abiotyczne czynniki.
- biosfera – przestrzeń zamieszkała przez organizmy, w której zachodzą wszelkie procesy życiowe; zachodzące na powierzchni i w cienkiej warstwie skorupy ziemskiej (→ litosfera), w wodach powierzchniowych (→ hydrosfera) i w dolnej części → atmosfery.
- bioróżnorodność → różnorodność biologiczna.

## C

---

- chemoautotrofy – (samożywne) organizmy odżywiające się związkami nieorganicznymi w drodze → asymilacji przy użytkowaniu energii chemicznej (niektóre bakterie); zob. także fotoautotrofy.
- chemosynteza – jedna z form samożywności bakterii, która polega na korzystaniu (w procesie syntezy materii organicznej) z energii wyzwolanej w czasie utlenienia prostych substancji nieorganicznych (np. siarkowodoru, amoniaku i azotynów).
- chłonność turystyczna terenu – naturalna odporność środowiska wyrażana liczbą osób (wypoczywających turystów), które na powierzchni 1 ha mogą przebywać przez tydzień nie wywołując trwałych uszkodzeń roślinności i gleby.
- choroby cywilizacyjne – schorzenia ludzi mające związek z rozwojem współczesnej cywilizacji, której atrybutami jest m.in. industrializacja, urbanizacja, motoryzacja, chemizacja środowiska; do ch.c. zalicza się choroby serca i układu krążenia, nowotwory, nerwice, alergie, wypadki i urazy jako skutki rozwoju transportu.
- CORINE (Program Koordynacji Informacji w Dziedzinie Środowiska Naturalnego) – ustanowiony w 1984 roku zajmuje się zbieraniem i wymianą informacji dotyczących środowiska, koordynacją działań w dziedzinie ekologii, określaniem źródeł zagrożenia, katalogowaniem zasobów naturalnych; program ten prowadzi → Europejska Agencja Ochrony Środowiska Naturalnego.



czerwona księga – publikacja w formie kartoteki lub książki, zawierająca opisy wszystkich lub przykładowo wybranych zagrożonych gatunków roślin (i/lub zwierząt), z mapami stanowisk i proponowanymi formami ich ochrony; czerwone księgi dla polskiej flory (Każmierczykowa, Zarzycki, 2001) i fauny – kręgowce (Głowaciński, 2001).  
czwartorzęd – ostatni okres w geologicznej historii Ziemi, który rozpoczął się 1,8 mln lat temu i trwa do dziś.

## D

---

degradacja środowiska – pogorszenie właściwości środowiska przyrodniczego lub jego elementów pod wpływem działalności człowieka.

Departament Polityki Ekologicznej i Integracji Europejskiej – z siedzibą w Warszawie opracowuje założenia i kierunki → polityki ekologicznej państwa, zgodnie z zasadami → ekorozwoju; koordynuje działania resortowe w zakresie integracji europejskiej.

destruenci (= reduccenci) – organizmy cudzożywne (→ heterotrofizm); są to bakterie i grzyby, których główna rola w biocenozie polega na rozkładzie (do prostych związków nieorganicznych) martwej substancji organicznej, tj. stopniowej → mineralizacji; działalność d. umożliwia powtórne wprowadzenie w obieg materii uwięzionej w martwych organizmach.

dziura ozonowa – zmniejszanie się zawartości ozonu w atmosferze, co może stanowić zagrożenie dla ludzi i zwierząt wskutek wzmożonego działania szkodliwego, mutagennego promieniowania ultrafioletowego, przed którym chroni nas warstwa ozonu w stratosferze (→ ozonosfera); początkowo powstawanie dz.o. przypisywano wyłącznie → freonom, obecnie wiadomo, że przyczyny są wielorakie.

dysymilacja (= katabolizm) – całość procesów biochemicznych zachodzących w żywym organizmie, które prowadzą do rozkładu związków organicznych (węglowodany, białka, tłuszcze) połączonych z uwolnieniem energii i wydaleniem powstałych produktów.

## E

---

efekt cieplarniany – naturalne, wynikające z istnienia atmosfery, zjawisko zahamowania odpływu ciepła docierającego do Ziemi i będące przyczyną wyższej temperatury Ziemi od tej, jaka panowałaby na niej, gdyby nie było → atmosfery; e.c. umożliwia istnienie życia na Ziemi; działalność człowieka (produkcja tzw. gazów cieplarnianych:

- dwutlenek węgla, metan,  $N_2O$ , → freony) przyczynia się do wzmożonego działania efektu, co powoduje zmiany klimatyczne nazywane globalnym ociepleniem; w ciągu ostatnich stu lat wzrost średniej temperatury szacowany jest na 0,5 do 1,0°C.
- edukacja ekologiczna (= środowiskowa) – kształcenie kadr oraz szerokie nauczanie i wychowywanie na rzecz → ochrony środowiska w sposób formalny (szkolny) lub pozaszkolny (rodzina, mas-media, → organizacje proekologiczne).
- ekofilozofia – wspólna nazwa dla wielu odgałęzień współczesnej filozofii, które zajmują się człowiekiem w aspekcie jego stosunku do przyrody i ochrony środowiska (zob. → ekologia głęboka); e. analizuje sposób percepcji przyrody w świadomości ludzi, nauce, religii; związany z → etyką ekologiczną.
- ekolog – badacz, pracownik naukowy który w sposób profesjonalny zajmuje się → ekologią; potocznie – pracownik zajmujący się problemami ochrony środowiska lub działacz → organizacji proekologicznych i/lub → organizacji pozarządowych.
- ekologia – dziedzina nauk biologicznych badająca zależności pomiędzy gatunkami oraz między gatunkiem a jego → środowiskiem; wyniki badań ekologicznych są podstawą racjonalnej → ochrony przyrody i → ochrony środowiska.
- ekologia człowieka – 1. dział ekologii, który bada ogół stosunków między ludźmi oraz ich powiązania ze środowiskiem rozumianym jako zespół elementów nieożywionych (typu → woda, → klimat, → gleba) i ożywionych (inne organizmy); 2 – dział medycyny badający reakcje organizmu człowieka pod wpływem czynników środowiskowych szkodliwych dla zdrowia (np. hałas, promieniowanie, zanieczyszczenia); zob. → choroby cywilizacyjne.
- ekologia głęboka – nurt filozoficzny oparty na kształtowaniu nowej równowagi i harmonii między jednostkami, wspólnotami i całą przyrodą.
- ekologiczne gospodarstwa, ekologiczne rolnictwo – producenci żywności posługujący się metodami ekologicznymi, a nie chemicznymi; gospodarstwo pojmowane jest jako swoisty ekosystem z udziałem człowieka (a nie jedynie miejsce produkcji żywności); podstawowym kryterium doboru hodowanych roślin i zwierząt powinny być cechy osobnicze i rasowe najbardziej dostosowane do lokalnych warunków oraz do celu hodowlanego.
- ekologiczne katastrofy – poważne zanieczyszczenie części → biosfery (obszar, region) wskutek przyczyn naturalnych (pożar lasu, huragan, wybuch wulkanu, powódź lub susza, trzęsienia ziemi) lub antropo-

genicznych (np. awarii tankowców na morzach i oceanach, zamachy terrorystyczne, podpalenia szybów ropośnych, wybuchy nuklearne, katastrofy przemysłowe)

ekologiczne zasady Unii Europejskiej – 1. Zasada zapobiegania, czyli profilaktyka zamiast działań po szkodzie; 2. Oddziaływanie na środowisko powinno być uwzględniane w możliwie najwcześniejszym stadium podejmowania decyzji; 3. Należy unikać eksploatacji przyrody, powodującej naruszenie równowagi ekologicznej; 4. Podnieść poziom → edukacji ekologicznej; 5. Zasada „zanieczyszczający płaci”, czyli wprowadzenie odpowiedzialności finansowej za wyrządzone szkody; 6. Działania w jednym państwie członkowskim nie powinny pogarszać stanu środowiska w innych państwach; 7. Polityka ekologiczna państw członkowskich musi uwzględniać interesy krajów rozwijających się; 8. UE i jej członkowie powinni wspierać ochronę środowiska w skali międzynarodowej i globalnej; 9. Ochrona środowiska jest obowiązkiem każdego, zatem konieczna jest stała edukacja; 10. Środki ochrony środowiska powinny być stosowane na właściwym poziomie, z uwzględnieniem rodzaju zanieczyszczeń, obszaru geograficznego (zasada subsydiarności); 11. Krajowe programy środowiskowe powinny się koordynować na podstawie długofalowych planów, a krajową politykę ekologiczną harmonizować w ramach wspólnot europejskich.

ekologiczny odcisk stopy (ang. *ecological footprint*; w uproszczeniu ekologiczny ślad) – każdej osoby na Ziemi jest sumą pięciu składników obszaru: 1. ziemi uprawnej, 2. łąk i pastwisk potrzebnych do wyprodukowania pokarmów roślinnych i zwierzęcych, 3. lasów niezbędnych do produkcji drewna i wchłonięcia dwutlenku węgla mpowstałego w wyniku zużytej energii, 4. morskich i 5. obszaru zajętego pod budownictwo mieszkalne, przemysłowe, wydobywanie surowców mineralnych, drogi, lotniska i inną niezbędną infrastrukturę. EOS pokazuje, ile powierzchni ziemi potrzebne jest dla zaspokojenia ludzkich potrzeb (konsumpcji) przy zastosowaniu techniki i technologii. „Uśredniony” mieszkaniec Ziemi potrzebuje 2,9 ha, podczas gdy ma do dyspozycji tylko 2,1 ha. EOS miasta Londynu jest obszarem równym całej Wielkiej Brytanii. Ekologiczny odcisk stopy należy do tzw. wskaźników dobrobytu i obrazuje intensywność zużywania zasobów naturalnych i energii (zarówno odnawialnych, jak i nieodnawialnych) oraz → emisję odpadów.

ekologiczne myślenie – całościowe (holistyczne) uświadamianie sobie źródeł zagrożeń globalnych, regionalnych i lokalnych; poszukiwanie sposobów zapobiegania i skutecznej ochrony środowiska.

- ekologista – człowiek emocjonalnie zaangażowany w problematykę → ochrony środowiska, często bezkompromisowy; działacz → organizacji proekologicznych.
- ekologiczne gospodarstwa hodowlane – takie, w których zwierzęta wyróżniają się zdrowiem i długowiecznością; podstawowym kryterium doboru zwierząt do stada powinny być cechy osobnicze i rasowe najbardziej dostosowane do lokalnych warunków oraz do celu hodowlanego.
- ekologizacja gospodarki – kierunek zmian strukturalnych w różnych gałęziach gospodarki, także turystyce w celu zmniejszenia zużycia → surowców i wody, zmniejszenia ilości wytwarzanych → zanieczyszczeń i ich uciążliwości
- ekorozwój (ekopolityka, harmonijny rozwój, trwały rozwój, zrównoważony rozwój) – rozwój gospodarczy i społeczny, w którym cele są zgodne z zasadami ochrony przyrody i ochrony środowiska, a przesłanki ekologiczne brane pod uwagę na wszystkich szczeblach podejmowania decyzji politycznych i ekonomicznych.
- ekosystem – jednostka ekologiczna, która obejmuje żywe organizmy i środowisko nieożywione; organizmy zamieszkujące e. pełnią ściśle określone funkcje: → producenci przetwarzają energię słoneczną i gromadzą ją w substancjach organicznych, → konsumenci zużywają te substancje i nagromadzoną energię, a → destruenci zapewniają mineralizację i tym samym zamykają wewnętrzne → krążenie materii.
- ekoterroryzm – skrajne poglądy i/lub działania proekologiczne z użyciem przemocy; przynoszą szkodę ochronie środowiska, dostarczając argumentów do zwalczania wszelkich ruchów proekologicznych.
- ekoton – strefa przejściowa między środowiskami o szczególnej gęstości i różnorodności zasiedlenia przez → florę i → faunę sąsiadujących ze sobą obszarów.
- ekoturystyka (dawniej określana mianem krajoznawstwa) – przyjazna środowisku turystyka, której celem jest doznawanie przyjemności z obserwowania i poznawania przyrody oraz pobytu w miejscach o krajobrazie naturalnym, mało zmienionym przez człowieka, czyli środowisku naturalnym; przykładami jest zwiedzanie jaskiń, spływy rzeczne (np. Dunajcem), safari i inne formy poznawania → parków narodowych, osobliwości przyrody; e. jest ważnym elementem w ochronie przyrody i → edukacji ekologicznej.
- ekotyp – termin opisowy oznaczający ekologiczną formę roślin lub zwierząt danego → gatunku, różnicującą się od innych wskutek przystosowania do życia w odmiennych warunkach.

- ekowojownicy – członkowie radykalnych organizacji proekologicznych, którzy w swojej działalności korzystają z różnych, często niekonwencjonalnych środków.
- emisja – wprowadzanie, wyrzucanie do → atmosfery zanieczyszczeń (pyły, gazy) za pomocą emitorów (np. kominów) lub ze składowisk, hałd; wielkość e. określana drogą pomiarów jest ważnym wskaźnikiem zagrożenia środowiska i szkodliwości przemysłu, a jej zmniejszanie – podstawowym celem → ochrony powietrza; → imisja.
- erozja gleb – niszczenie i przemieszczanie się powierzchniowej warstwy → litosfery przez wodę (e. wodna), wiatr (e. wietrzna, która przeważa na obszarach suchych); lub wypłukiwanie rozpuszczalnych substancji z gleby (e. chemiczna).
- etyka ekologiczna – normy i oceny moralne, które określają humanistyczny stosunek człowieka do przyrody; opiera się na systemie wartości, zgodnie z którym wszystkie żywe istoty mają prawo do istnienia, a człowiek jako istota rozumna powinna poczuwać się do odpowiedzialności za stan środowiska.
- eukarionty (*Eucaryota*) – niektóre drobnoustroje (glony, grzyby) oraz rośliny i zwierzęta, które w przeciwieństwie do → prokariotów (bakterie i sinice) zawierają typowe jądra z chromosomami i błoną jądrową.
- Europejska Agencja Ochrony Środowiska (EEA) – i jej szersza sieć ECUNET (Europejska Sieć Informacji i Obserwacji Środowiskowej) zostały utworzone w Kopenhadze w 1994 r.; Agencja zbiera i rozpowszechnia wysoce wyspecjalizowane informacje dotyczące stanu środowiska, przewiduje zmiany, współpracuje w wytyczaniu polityki → Unii Europejskiej.
- eutrofizacja – proces stopniowego użyzniania zbiornika wodnego wskutek doprowadzania do niego dużej ilości soli biogennych (np. pochodzących z biologicznie oczyszczonych ścieków zawierających fosforany i azotany) oraz substancji organicznych zawartych m.in. w nieczyszczonych ściekach komunalnych; wynikiem jest zwiększanie się produkcji biologicznej, a w końcu spłykanie i zarastanie roślinnością.
- erozja [łac. *erasio* = wygryzanie, żłobienie] – wytwarzanie zagłębień na powierzchni ziemi przez czynniki zewnętrzne: wody, wiatr, lodowiec; e. w → geologii oznacza wszelkie zewnętrzne procesy niszczące, a w gleboznawstwie erozją gleb nazywane są procesy przyspieszonego obniżania urodzajności → gleby.

## F

- fauna – wszystkie gatunki zwierząt, lub danej grupy zwierząt, występujące na danym terenie; na f. Polski składa się ok. od 33 000 do 45 000 gatunków zwierząt, w tym ok. 620 gatunków kręgowców.
- Fauna-Flora-Habitat – dyrektywa UE dotycząca ochrony naturalnych obszarów bytowania dzikiej fauny i flory uchwalona 12 maja 1992 r. przez → Komisję Europejską. Dyrektywa jest ukierunkowana na ochronę naturalnych obszarów lęgowych ptactwa i bytowania zwierzyny, jak również obszarów, gdzie występują rzadkie gatunki roślin; zawiera listę gatunków zwierząt i roślin, które muszą znajdować się pod ochroną ze względu na miejscowe zagrożenia.
- fenotyp – zespół dostrzegalnych cech danego osobnika wytworzony wskutek działania genotypu i środowiska; osobniki o tym samym składzie genetycznym, lecz żyjące w różnych warunkach środowiskowych, mogą mieć różny wygląd i odwrotnie – osobniki o różnym składzie genetycznym mogą mieć ten sam wygląd, czyli stanowić ten sam fenotyp.
- flora – całość gatunków roślin występujących na jakimś obszarze, w określonym środowisku lub w określonym czasie; w Polsce występuje ok. 2 750 gatunków i podgatunków roślin naczyniowych; wyróżniana się 485 zespołów roślinnych
- formacja roślinna – roślinność wyróżniana na podstawie kryterium fizjonomicznego; w geografii roślin dzieli się formacje roślinne na cztery kategorie: leśne, sawannowe, bezdrzewne zwarte (trawiste i inne) oraz pustynne; rozmieszczone są one na Ziemi wzdłuż dwójakiego rodzaju gradientów klimatycznych → termicznych i wilgotnościowych; w klimatach optymalnych pod oboma względami występują formacje o strukturze najbardziej złożonej (leśne); w miarę pogarszania się warunków ich miejsce zastępują formacje coraz prostsze i uboższe, początkowo zwarte, a później bardzo luźne (pustynne).
- fotoautotrofy (samożywne) – organizmy odżywiające się związkami nieorganicznymi w drodze → asymilacji, przy użytkowaniu energii świetlnej. zob. także → chemoautotrofy.
- fotosynteza – zespół reakcji biochemicznych zachodzących w komórkach roślinnych oraz glonach, sinicach i niektórych bakteriach (około 50 gatunków b. fotosyntetyzujących) prowadzących do syntezy związków organicznych z atmosferycznego CO<sub>2</sub>; wyróżnia się dwa etapy: 1 – przekształcanie energii promieniowania słonecznego w energię

wiązań chemicznych zmagazynowaną m.in. w  $\rightarrow$  ATP, 2 – wykorzystanie tej energii do włączania  $\text{CO}_2$  w cykl przemian metabolicznych; f. jest jedynym źródłem tlenu w przyrodzie.

freony – łatwo skraplające się gazy o małych cząsteczkach zbudowane z węgla, fluoru i chloru; są wykorzystywane jako przenośniki ciepła w urządzeniach chłodniczych; po złomowaniu, m.in. lodówek i urządzeń klimatyzacyjnych, uwalniają się do atmosfery przyczyniając się do powstawania tzw.  $\rightarrow$  dziury ozonowej; w stratosferze mogą bowiem brać udział w reakcjach chemicznych, których wynikiem jest rozkład ozonu; zakaz produkcji f. uchwalono na międzynarodowych konferencjach w Montrealu (1987) i w Londynie (1990).

## G

---

gatunek [łac. *species*] – 1. podstawowa jednostka biologiczna składająca się z osobników (komórek, organizmów) o podobnych właściwościach (cechach), które przekazywane są potomstwu; populacje danego gatunku są izolowane rozrodczo od innych podobnych grup, 2. podstawowa jednostka klasyfikacji w taksonomii; nazwa gatunku składa się z dwu członów ( $\rightarrow$  nomenklatura binominalna), pełny zapis g. zawiera nazwisko autora (współautorów) i rok wprowadzenia nazwy, np. *Homo sapiens* Linnaeus, 1758.

gatunek chroniony – z królestwa grzybów, roślin i/lub zwierząt – poddany prawnej ochronie na obszarze całego kraju lub jego części.

gatunek zagrożony – gatunki z królestwa grzybów, roślin i/lub zwierząt, których populacja (lub liczba stanowisk naturalnych) wyraźnie się zmniejszyła, a przez to znajdują się w stanie zagrożenia przypadkowym zniszczeniem i wyginięciem.

genotyp – genetyczna konstytucja osobnika lub taksonu.

geologia – nauka o skorupie ziemskiej i procesach w niej zachodzących; dzieli się na g. dynamiczną, dotyczącą procesów i g. historyczną, dotyczącą historii rozwoju skorupy ziemskiej od czasów jej utworzenia do czasów współczesnych.

geosfera (powłoka ziemska) – zewnętrzna warstwa naszej planety, w której stykają się, wzajemnie przenikają i na siebie oddziałują  $\rightarrow$  litosfera,  $\rightarrow$  hydrosfera,  $\rightarrow$  biosfera i  $\rightarrow$  atmosfera.

GIS – System Informacji Geograficznej.

glacjał – część  $\rightarrow$  plejstocenu odznaczająca się mroźnym klimatem i rozprzestrzenianiem się  $\rightarrow$  lodowców i  $\rightarrow$  lądolodów.

gleba – zewnętrzna część  $\rightarrow$  litosfery składająca się z luźnych cząstek mineralnych i organicznych, powietrza i wilgoci, wyróżniająca się tym,

że zachodzą w niej przemiany materii mineralnej w organiczną i odwrotnie – organicznej w mineralną pod wpływem żyjących w niej drobnoustrojów, organizmów roślinnych i zwierzęcych; podstawową cechą gleby jest jej żyzność, tj. zdolność dostarczania roślinom składników pokarmowych i wody.

glony – zbiorcza grupa organizmów o podobnych właściwościach morfologiczno-ekologicznych; jedno- lub wielokomórkowe, żyjące w wodzie lub słodkowodnych wilgotnych środowiskach, → fotoautotrofy.

gradient termiczny (wilgotnościowy) – stosunek przyrostu temperatury aktualnej lub średniej do przyrostu odległości. Rozróżnia się g. poziomy i pionowy; g. poziomy wyraża się najczęściej jako różnicę temperatury zredukowanej do poziomu morza na poziomą odległość 60 mil morskich, tj. 111,2 km (w przybliżeniu długość jednostopniowego łuku południka ziemskiego); g. pionowy – jako różnicę temperatury na 100 m wzniesienia; w podobny sposób różnicą wielkości opadów atmosferycznych możemy określać g. wilgotnościowy.

Greenpeace – międzynarodowa → organizacja proekologiczna, która powstała w 1971 roku w Kanadzie (Vancouver) ze spontanicznego ruchu amerykańskich działaczy antynuklearnych; zasłynęła wieloma głośnymi akcjami w obronie → środowiska przyrodniczego Ziemi, zwłaszcza mórz i oceanów.

grzyby – we współczesnej → systematyce grzyby nie są roślinami, nie posiadają bowiem chlorofilu, a ściany komórkowe nie są zbudowane z celulozy; stanowią odrębne królestwo (*Fungi*) → heterotrofów, które pobierają pokarm na drodze osmozy; wyróżnia się → saprofity, → pasożyty lub symbionty; mogą być jednokomórkowe lub wielokomórkowe, w postaci nitkowatych strzępek, które rosną w glebie, w warstwie ściółki i drewnie; do królestwa grzybów należą pospolicie znane grzyby jadalne (które można zbierać na własny użytek) i trujące, huby, purchawki oraz drożdże, pleśnie, a wśród nich rodzaj *Penicillium*, znany jako źródło antybiotyków; na świecie istnieje ok. 1,5 mln gatunków grzybów, z których tylko 100 tys. jest opisanych; w Polsce liczbę grzybów makroskopowych szacuje się na ok. 5 tys.; wiele z nich to → gatunki chronione i zagrożone.

## H

heterotrofizm (= cudzożywność) – zdolność odżywiania się organizmów (heterotrofów), wyłącznie związkami organicznymi i wykorzystanie ich na drodze enzymatycznych przemian biochemicznych; w swym pokarmie h. wymagają obecności witamin, których podobnie jak



związków organicznych nie są zdolne syntetyzować; wyróżnia się  
→ konsumentów i → destruentów.

heterotrofy → heterotrofizm.

hierarchia – w klasyfikacji: uszeregowanie taksonów według rang kate-  
goryjnych (od królestwa do → gatunku).

homeostaza – zdolność organizmu, populacji lub ekosystemu do utrzy-  
mania stałości swojego środowiska wewnętrznego (np. stałej temper-  
atury, ciśnienia osmotycznego) dzięki mechanizmom dostosowaw-  
czym, które działają na zasadzie → ujemnego sprzężenia zwrotnego

humifikacja – zachodzące, przy udziale organizmów glebowych, proce-  
sy rozkładu, przebudowy oraz syntezy prowadzące do powstania no-  
wych trwałych związków organicznych, zwanych → próchnicą gle-  
bową.

humus → próchnica.

hydrosfera – obejmuje wodę występującą na Ziemi w różnych stanach  
skupienia w morzach i oceanach, na lądzie i w → atmosferze.

## I

---

emisja – oznacza wielkość stężenia zanieczyszczeń w powietrzu atmosferycznym (gazów i pyłów) albo opadających na powierzchnię, wyraża się w jednostkach wagowych na jednostkę objętości powietrza albo powierzchni; zob. → emisja.

indeks coli (koli) – mikrobiologiczny wskaźnik zanieczyszczenia fekalnego wody; jest to liczba pałeczek okrężnicy, *Escherichia coli*, wykrytych w dm<sup>3</sup> badanej próbki wody; zob. miano coli (koli).

Inspekcja Ochrony Środowiska (wraz z organami) – stanowi samodzielne ciało organizacji kontrolnej i aparat w dyspozycji Głównego Inspektora Ochrony Środowiska (nadzorowany przez Ministra Środowiska); do głównych zadań należy: kontrola przestrzegania przepisów o ochronie środowiska i racjonalnym użytkowaniu → zasobów przyrody, udział w postępowaniu dotyczącym lokalizacji inwestycji, eksploatacji obiektów, organizowanie i koordynowanie → państwowego monitoringu środowiska, opracowywanie i wdrażanie metod analityczno-badawczych i kontrolno-pomiarowych.

interglacjał – okres cieplejszego klimatu, rozdzielającego zimniejsze → glacjały.

introdukcja – wprowadzenie obcego → gatunku (podgatunku) do wolnej przyrody, co często prowadzi do wyniszczenia rodzimych roślin lub zwierząt

## K

klasy czystości wody – w Polsce śródlądowe wody powierzchniowe (płynące i stojące) są podzielone na trzy klasy: I – w. przeznaczone do zaopatrzenia ludności w wodę do picia, przemysłu spożywczego i farmaceutycznego oraz do hodowli ryb łososiowatych, II – wody przeznaczone do hodowli innych ryb i chowu zwierząt gospodarskich, do urządzania kąpielisk i innych celów rekreacyjnych, uprawiania sportów wodnych, III – do zaopatrzenia zakładów przemysłowych, upraw roślin i nawadniania; zaliczenie wody do odpowiedniej klasy następuje na podstawie analizy 57 cech fizykochemicznych (w tym → BZT<sub>5</sub>) oraz biologicznych (→ miano coli); wody, których cechy przekraczają granice charakterystycznej dla klasy III, określane są jako pozaklasowe.

klasyfikacja – w biologii: wyodrębnienie, porządkowanie i hierarchiczne szeregowanie organizmów do jednostek systematycznych (taksonów).

klimat – ustalony na podstawie wieloletnich obserwacji normalny przebieg pogody, zarówno jej stanów, jak i poszczególnych jej składników.

klimatoterapia – wykorzystuje bodźce klimatyczne, które pobudzają czynności fizjologiczne organizmu człowieka i wywierają korzystny wpływ w terapii pewnych schorzeń; w k. współdziałają czynniki środowiskowe: pogodowo-klimatyczne (temperatura, wilgotność), fotochemiczne (promieniowanie słoneczne), mechaniczne (ciśnienie atmosferyczne i wiatry), chemiczne (skład powietrza) i inne, które działają także zapobiegawczo oraz utrwalają wyniki leczenia klinicznego.

Klub Rzymski – stowarzyszenie (80 wybitnych uczonych, praktyków i polityków) założone w 1968 r., a od 1973 zarejestrowane w Genewie jako międzynarodowa organizacja, której celem są studia i badania podstawowych problemów ludzkości, określanie paradygmatów i prognozowanie losów naszej cywilizacji; kilkuset stronicowe opracowania (tłumaczone także na j. pol.), zwane → raportami rzymskimi są zatytułowane: *Granice wzrostu* (1972), *Ludzkość w punkcie zwrotnym* (1974), *O nowy ład międzynarodowy* (1976); czwarty pt. *Przyszłość jest w naszych rękach* (1979) dotyczył m.in. → edukacji ekologicznej.

Komisja Europejska – główny organ wykonawczy reprezentujący interesy całej Wspólnoty Europejskiej; ma monopol inicjatywy legislacyjnej, w tym z zakresu → ochrony środowiska.

kompleksowe regiony środowiska przyrodniczego – jednostki przestrzenne prawidłowo (zgodnie z prawami przyrody) powiązanych elementów środowiska przyrodniczego, charakteryzowane przez zależne od budowy geologicznej cechy rzeźby powierzchni ziemi oraz

przez zmieniające się strefowo klimat, stosunki wodne i roślinność oraz zewnętrzne procesy rzeźbotwórcze i glebotwórcze.

konsumenci – organizmy (głównie zwierzęta) cudzożywne (→ heterotrofy), które odżywiają się martwą materią organiczną lub żywymi organizmami; znaczną część skonsumowanej materii przetwarzają na masę własnego ciała, a stosunkowo małą część mineralizują w procesach oddychania i wydalania.

konferencja sztokholmska – na temat ochrony środowiska ludzkiego (UNCHE) odbyła się w dniach 5–16 czerwca 1972 r., poprzedzona raportami rządowymi, pracami w komisjach i → Raportem U Thant; Deklaracja Sztokholmska w sprawie środowiska zawiera 26 zasad i stanowi pierwszy zasadniczy krok w rozwoju międzynarodowej współpracy prawa ochrony; zob. → Rio'92 i → Rio+10.

konwencja RAMSAR – o obszarach wodno-błotnych mających znaczenie międzynarodowe, zwłaszcza jako środowisko życia ptactwa wodnego z dn. 2 lutego 1971 r.; do Konwencji przystąpiło 30 państw (Polska w 1978 r.); do spisu obszarów Polska zgłosiła m.in. jezioro Łukajno (k/Mikołajek), Oświn, Karaś, Świdwie, Bagna przy ujściu Warty.

Konwencja o Różnorodności Biologicznej – jeden z pięciu dokumentów podpisanych przez Polskę w trakcie „Szczytu Ziemi” (→ Rio'92) i ratyfikowany w roku 1995 (Dz.U. z 2002 r., nr184, poz. 1532); ma charakter globalny, ogólnoświatowy oraz krajowy i lokalny; uwypukla fakt, że zasoby żywe na kuli ziemskiej są dobrem całej ludzkości, i że cała społeczność musi aktywnie uczestniczyć w ich zachowaniu dla przyszłych pokoleń; w aspekcie krajowym nakazuje skuteczną ochronę i właściwe użytkowanie zasobów biologicznych.

krajobraz, geosystem – system składający się ze skał i form rzeźby, wód, roślinności, gleb i atmosfery o swoistej strukturze i wewnętrznych powiązaniach. W Polsce geografowie wyróżniają 3 klasy krajobrazów naturalnych: nizinne, wyżynne i górskie, w obrębie których zróżnicowanie na rodzaje oparte jest na takich czynnikach jak, np. klimat, budowa geologiczna i rzeźba, roślinność i gleby.

krajoznawstwo → ekoturystyka

krążenie materii, obieg materii – przemieszczanie się pierwiastków między organizmami a środowiskiem w formie tzw. cykli biogeochemicznych; najlepiej poznany jest obieg azotu, węgla, tlenu, fosforu i siarki.

kryteria zagrożenia gatunkowego – system oceny stopnia zagrożenia (statusu) gatunków grzybów, roślin i zwierząt wprowadzony przez

Światową Unię Ochrony Przyrody (IUCN), który ułatwia redagowanie → czerwonej księgi.

ksenobiotyki – każda obca substancja nie będąca składnikiem żywego organizmu; główne grupy k. to: leki, pestycydy i inne środki ochrony roślin, konserwanty.

kwaśne deszcze – opady deszczu lub śniegu o podwyższonych wartościach pH (zwykle w granicach 4–5), spowodowanych przez gazowe zanieczyszczenie powietrza (tlenki siarki i azotu), które z parą wodną tworzą kwasy (siarkowe i azotowe); wpływają niekorzystnie na ekosystemy, zakwaszając wodę i glebę.

## L, Ł

---

las – w rozumieniu ustawy o ochronie lasów z 1991 r. to grunt o zwartej powierzchni co najmniej 0,1 ha, pokryty roślinnością leśną (uprawami leśnymi) drzewami i krzewami oraz runem leśnym – lub przejściowo jej pozbawiony, lecz przeznaczony do produkcji leśnej lub stanowiący → rezerwat przyrody, wchodzący w skład → parku narodowego lub wpisany do rejestru zabytków; lasy stanowią własność niepubliczną (prywatną) lub własność Skarbu Państwa, którą zarządza Państwowe Gospodarstwo Leśne „Lasy Państwowe”.

ładolód, lodowiec kontynentalny – rozległa pokrywa lodowa, poruszająca się szerokim frontem we wszystkich kierunkach od największego wzniesienia jej powierzchni.

litologia – 1. ogólny charakter skał osadowych, na który składają się takie właściwości, jak: skład mineralogiczny, tekstura, struktura, wielkość i kształt ziarna, barwa. 2. nauka o skałach osadowych.

litosfera, skorupa ziemska – zewnętrzna warstwa kuli ziemskiej leżąca powyżej → astenosfery i w stosunku do niej sztywna i krucha. Istnieją dwa rodzaje skorupy ziemskiej, różniące się wiekiem, grubością i budową oraz składem. Starsza skorupa kontynentalna jest jedynym „magazynem pamięci” o historii Ziemi. Ma grubość od 20 do 70 km i skomplikowaną budowę, na którą składają się skały bazaltowe, granitowe i osadowe (dawniej nazywana w skrócie Sial, od powszechnych w niej pierwiastków krzemu Si oraz glinu Al). Cieńsza (5–12 km) i młodsza (najstarsze fragmenty liczą ok. 200 mln lat) jest skorupa oceaniczna. Jej wartswowa budowa jest prostsza; zbudowana jest głównie ze skał bazaltowych (Sima, od pierwiastków Si i Mg), przykrytych cienką (1,5 km) warstwą skał osadowych.

lodowiec – nagromadzenie dużej masy lodu na powierzchni terenu, poruszającej się ustawicznie, choć powoli w dół.

łańcuchy pokarmowe – zależności pokarmowe wiążące poszczególne gatunki → producentów, → konsumentów, → reducentów danej → biocenozy.

## M

---

metale ciężkie – grupa metali typu rtęć, kadm, ołów, miedź, arsen, które z pyłami lub aerozolami (z hut, kopalń, cementowni, zakładów energetycznych, spalin) dostają się do gleby lub wody; nie ulegają degradacji; głównym problemem jest pobieranie metali przez rośliny i wprowadzanie do łańcucha troficznego: gleba → rośliny → zwierzęta → człowiek.

miano coli (koli) – najmniejsza objętość wody w  $\text{cm}^3$ , w której stwierdza się jeszcze obecność (jedną komórkę) pałeczek okrężnicy, *Escherichia coli*; jest to pośredni wskaźnik zanieczyszczenia wody, plaż bakteriami chorobotwórczymi pochodzenia kałowego (jelitowego), zob. też indeks coli.

mikrobiologiczne insektycydy – specyficzne biopreparaty zawierające patogeny owadów będących szkodnikami, pasożytami bądź biologicznymi przenosicielami chorób; w celu wywołania chorób u owadów i innych stawonogów (będących obiektem zwalczania) stosuje się bakulowirusy, owadobójcze grzyby, a przede wszystkim bakterie *Bacillus thuringiensis*.

mikrobiologiczne preparaty owadobójcze → mikrobiologiczne insektycydy.

mikroflora – ogół drobnoustrojów (wirusy, bakterie, sinice, grzyby, glony, pierwotniaki) w środowisku.

mineralizacja – jeden z podstawowych procesów w → krążeniu materii w przyrodzie; polega na rozkładzie substancji organicznych na proste związki nieorganiczne (mineralne) z udziałem wielu mikroorganizmów tzn. → destruentów; końcowymi produktami m. w warunkach tlenowych są m.in. azotany i fosforany, siarczany, natomiast w warunkach beztlenowych – siarkowodór, amoniak i kwas ortofosforowy; razem z → humifikacją, m. bierze udział w powstawaniu → próchnicy glebowej.

minerały ilaste – minerały z grupy glinokrzemianów uwodnionych, tworzące skupienia złożone z drobnych, nierozpoznawalnych gołym

okiem łusek; łatwo chłoną wodę, co powoduje ich pęcznienie i uplastycznienie.

monitoring – kontrola środowiska, czyli cykliczne pomiary stężenia zanieczyszczeń i wybranych środowiskowych parametrów fizycznych lub chemicznych, co pozwala na śledzenie ich zmian w czasie; ma na celu → ochronę środowiska.

mutacja – w genetyce: nieciągła zmiana czynnika genetycznego, zwykle zmiana lub utrata jednego lub kilku elementów składowych DNA (= dezoksyrybonukleinowe kwasy).

mutageny – czynniki chemiczne (np. metale ciężkie) lub fizyczne (różne typy promieniowania, temperatura) wywołujące w żywych organizmach zmiany dziedziczne (mutacje).

## N

---

Narodowa Strategia Edukacji Ekologicznej – dokument pt. *Przez edukację do zrównoważonego rozwoju* z 2001 r. ([www.mos.gov.pl](http://www.mos.gov.pl)), który określa cele i formy → edukacji ekologicznej (= środowiskowej) formalnej i nieformalnej w Polsce.

New Age, czyli Nowa Era – ruch o inspiracji anglosaskiej, oparty na założeniu, że na przełomie obecnych tysiącleci (przejścia z astrologicznej ery Ryb do ery Wodnika) ludzkość wkracza w nową erę świadomości planetarnej, duchowej i ekologicznej; zaleca techniki „poszerzania świadomości” i leczenia duszy, astrologię i *channeling* (czyli kontakty z istotami świata niewidzialnego), panowanie nad ciałem za pomocą sztuk walki, ekologię i wegetarianizm.

nisza ekologiczna – zespół czynników środowiskowych wymagany przez dany gatunek, jego rola, funkcja („zawód”) w ekosystemie.

nomenklatura binominalna – system nazewnictwa przyjęty przez gremia międzynarodowe, w którym nazwa organizmu wyrażona jest przez zestaw nazw rodzajowej i gatunkowej.

## O

---

Ocena Oddziaływania na Środowisko – procedura dotycząca m.in. projektowanych przedsięwzięć czy też skutków realizacji planów i programów gospodarczych dla środowiska; stanowi część procesu zmierzającego do wydania decyzji administracyjnych, np. pozwolenia na budowę; obok systemu opłat i kar OOS należy do najważniejszych

instrumentów ochrony środowiska i zarządzania środowiskowego w Polsce.

obszary chronione – wydzielone geograficznie przestrzenie różnej kategorii mające znaczenie naukowe, dydaktyczne, estetyczne i kulturowe; do końca 2001 r. zarejestrowano → parki narodowe (23), → rezerwy przyrody (1 345), → parki krajobrazowe (120), → użytki ekologiczne (6 448), → obszary chronionego krajobrazu (412), → zespoły przyrodniczo-krajobrazowe (173), → stanowiska dokumentacyjne przyrody nieożywionej (102); obszary te obejmują łącznie 33,1% powierzchni kraju, co daje 2 675 m<sup>2</sup> na jednego mieszkańca Polski.

obszary chronionego krajobrazu – przestrzennie wydzielone jednostki obejmujące stosunkowo mało zniekształcone → środowisko przyrodnicze zachowujące zdolność równowagi biologicznej, np. obszary wodno-błotne; w roku 1999 Polska miała 401 obszarów chronionego krajobrazu, w tym 141 wprowadzonych przez rady gmin.

obszary światowego dziedzictwa kulturalnego i przyrodniczego – miejsca, gdzie chroni się niepowtarzalną przyrodę i dobrą kulturę; w Polsce Lista UNESCO obejmuje następujące obiekty: Białowiecki Park Narodowy (pierwotny las mieszany strefy umiarkowanej, rzadka fauna, tj. żubr, ryś), Kraków (zespół zabytkowy Stare Miasto z Wawelem, Kazimierz, Stradom), Oświęcim (obóz koncentracyjny Auschwitz-Birkenau), Warszawa (Stare i Nowe Miasto, odbudowane po całkowitym zniszczeniu), Wieliczka (zabytkowa kopalnia soli z XIII wieku), Zamość (zabytkowa zabudowa Starego Miasta, XVI–XIX wiek), Malbork (Zamek Krzyżacki) i Toruń (Stare Miasto).

ochrona „*ex situ*” – ochrona bioróżnorodności (roślin, zwierząt) poza ich naturalnym środowiskiem (w bankach genów, ogrodach botanicznych i zoologicznych)

ochrona gruntów – polega na ograniczaniu przeznaczenia ich na cele nierolnicze lub nieleśne, zapobieganiu degradacji i dewastacji gruntów rolnych i leśnych, → rekultywacji i zagospodarowaniu na cele rolnicze, zachowaniu torfowisk i oczek wodnych, jako naturalnych zbiorników; prawna podstawa w ustawie nr 199 z 1998 oraz z 2000 roku.

ochrona „*in situ*” – ochrona ekosystemów i naturalnych siedlisk gatunków oraz utrzymanie i restytucja zdolnych do życia populacji w ich naturalnym środowisku, a udomowionych lub hodowlanych gatunków w otoczeniu, w którym się rozwinęły

ochrona powietrza – przed zanieczyszczeniami gazowymi i pyłami; normy zanieczyszczeń obejmują 172 substancje, z których najważniej-

- szymi są: dwutlenek siarki, dwutlenek azotu, dwutlenek węgla, niemetanowe lotne związki organiczne, amoniak i pyły; ustawowa regulacja ochrony powietrza mieści się w → Prawie ochrony środowiska z 2001 r.; w celu osiągnięcia dopuszczalnych poziomów substancji w powietrzu wojewoda (po uzyskaniu opinii od starostów) kreuje programy ochrony powietrza dla jednego lub kilku powiatów w drodze rozporządzenia. Normy zanieczyszczeń określone są w  $g/m^3$  i w rozbiu na obszary: ochrony uzdrowiskowej, parków narodowych, leśnych kompleksów promocyjnych i inne oraz w rozbiu na stężenia 30 minutowe (tzw. chwilowe), 24-godzinne (średniodobowe), średnioroczne (w roku kalendarzowym).
- ochrona przyrody – działania naukowe i praktyczne na rzecz zachowania, właściwego wykorzystania oraz odnawiania → zasobów przyrody, szczególnie dziko żyjących roślin i zwierząt oraz → ekosystemów.
- ochrona środowiska – 1. interdyscyplinarna nauka o → środowisku, 2. ogół czynności praktycznych mających za zadanie niedopuszczenie do zanieczyszczeń środowiska, jego niszczenia, degradacji i skażenia oraz racjonalne kształtowanie środowiska i gospodarowania zasobami środowiska, zgodnie z zasadą → zrównoważonego rozwoju; ochronie podlegają: powietrze atmosferyczne, wody śródlądowe powierzchniowe i podziemne, środowisko morskie, powierzchnia ziemi łącznie z glebą i rzeźbą terenu, złoża kopalin; narzędziami o.ś. są działania prawne, organizacyjne, ekonomiczno-finansowe i edukacyjne zob. → Narodowa Strategia Edukacji Narodowej.
- ochrona wód – przedsięwzięcia podejmowane w celu zapobiegania, ograniczania i usuwania następstw zanieczyszczenia wód oraz następstw wyczerpywania się zasobów wodnych, m.in. przez → oczyszczanie ścieków; o.w. oparta jest na całości przepisów Prawa wodnego (Dz.U. 2001 nr 115, poz. 1229).
- oczyszczanie ścieków – usuwanie zanieczyszczeń ze ścieków w stopniu określonym odpowiednimi wymaganiami (normy polskie).
- oddychanie komórkowe, biochemiczne utlenianie – proces utleniania (odłączenia atomów wodoru i elektronów) cukrów, tłuszczów i innych → związków organicznych, z udziałem zespołu enzymów, zachodzący we wszystkich żywych komórkach i dostarczający niezbędnej do życia energii → ATP.
- odnawialne, alternatywne źródła energii – grupy możliwych już technicznie do wykorzystania takich strumieni energii, które odnawiają się w podobnym tempie, w jakim zostają zużyte, głównie elektrow-



- nie: wiatrowe, słoneczne, geotermiczne (geotermalne), bioenergetyczne (biomasowe, biogazowe), morskie (pływów fal morskich), wodne (małe o mocach jednostkowych poniżej 1 MW), ogniowo-paliwowe i wodorowe magnetohydrodynamiczne (MHD); zgodnie z wymogami → Unii Europejskiej 12–15% prądu ma pochodzić z tych bezpiecznych dla środowiska źródeł; w Polsce ich udział w 2010 r. ma wzrosnąć do 7,5% łącznej produkcji energii; dotychczas funkcjonuje 12 siłowni wiatrowych, w tym dwie nadmorskie – w Swarzewie i pod Darłowem (9 wiatraków o wysokości do 118 m).
- odpady – materiały, które powstają w toku działań ludzkich, bytowania człowieka lub działań sił przyrody; wyróżnia się o. produkcyjne, o. użytkowe (tzw. złom), o. komunalne i osady ściekowe, o. z obrotu towarowego (np. opakowania) oraz energię odpadową (np. gazy spalinyowe); ponad 90% stanowią o. przemysłowe; najbardziej odpadotwórcze są takie gałęzie przemysłu jak: kopalnictwo i wzbogacanie surowców oraz energetyka.
- ontogeneza – rozwój osobniczy obejmujący całokształt morfologicznych, funkcjonalnych i hormonalnych przemian w organizmie od momentu zapłodnienia (i powstania zygoty) do śmierci fizjologicznej.
- organiczne związki – związki węgla połączonego z innymi pierwiastkami chemicznymi za pomocą wiązań atomowych (kowalencyjnych), np. węglowodany, białka, tłuszcze, kwasy nukleinowe, węglowodory, związki heterocykliczne
- organizacja pozarządowa [ang. NGO – Non-Governmental Organisation] – organizacja społeczna, która pozostaje w opozycji do rządu i administracji lub funkcjonuje równoległe do nich i zajmuje się problemami w interesie publicznym (środowisko, zdrowie, demokracja, prawa obywatelskie), grupowym (niepełnosprawni); elementem strategii jest próba wpływu na opinię publiczną, rządu i/lub przemysł.
- organizacje proekologiczne – forma organizacji społecznych (formalnych i nieformalnych), → np. LOP, → Greenpeace, których głównym celem jest ochrona przyrody i środowiska, a także dostępność, ciągłość i powszechność → edukacji ekologicznej.
- ozonosfera, warstwa ozonowa – część → atmosfery ziemskiej zawierająca szczególnie dużo ozonu, tj. trójatomowego tlenu ( $O_3$ ), znajdująca się na wysokości od 25 do 55 km; ozon jest gazem niezbędnym w → stratosferze (zob. → dziura ozonowa), natomiast w → troposferze, w warstwach przyziemnych jest szkodliwy (→ smog fotochemiczny).

**P**

---

paleontologia – nauka zajmująca się życiem w dawnych okresach geologicznych.

Państwowa Rada Ochrony Przyrody – organ opiniotwórczy i doradczy Ministra Środowiska, który powołuje jej 30 członków (na trzyletnie kadencje) spośród ludzi nauki, praktyki i organizacji społecznych; w województwach działają wojewódzkie komisje ochrony przyrody, z których każda składa się z 20 członków powoływanych przez wojewodę.

państwowy monitoring środowiska – system pomiarów, ocen i prognoz stanu środowiska oraz gromadzenia, przetwarzania i rozpowszechniania informacji o środowisku; działalność koordynują organy → Inspekcji Ochrony Środowiska, czyli wojewódzcy inspektorzy ochrony środowiska w uzgodnieniu z Głównym Inspektorem Ochrony Środowiska.

parazytoidy – błonkówki lub muchówki, których larwy pasożytują w osobnikach gatunku żywicielskiego zwykle je zabijają; wykorzystywane są w przyjaznej środowisku → biologicznej walce z owadziimi szkodnikami roślin uprawnych.

parki krajobrazowe → obszary chronione charakteryzujące się korzystnymi warunkami środowiska przyrodniczego z urozmaiconą rzeźbą, lasami, wodami, zabytkami kultury i innymi cennymi składnikami dziedzictwa kulturowego; tworzone są i znoszone rozporządzeniem wojewody, po uzgodnieniu z zainteresowanymi organami jednostek samorządu terytorialnego; na terenie Dolnego Śląska zlokalizowany jest m.in. Park Krajobrazowy „Doliny Baryczy” o powierzchni 8 000 ha będący królestwem ryb, ptaków wodno-błotnych (stawy miliczkie), obejmuje też obiekty zabytkowe w Miliczu; Śląski Park Krajobrazowy obejmuje obszar Masywu Góry Ślęży, Masywu Góry Radni, Wzgórz Oleszańskich, Wzgórz Kielczańskich oraz Jańską Górę.

parki narodowe → obszary chronione o powierzchni nie mniejszej niż 1000 ha, odznaczające się szczególnym bogactwem osobliwości przyrody i wyjątkowo pięknym krajobrazem o charakterze pierwotnym; wyklucza się gospodarcze użytkowanie tych terenów; dopuszcza się turystykę kwalifikowaną po wyznaczonych szlakach; obecnie w Polsce mamy 23 parki narodowe o łącznej powierzchni około 300 tys. ha (Babiogórski, Białowiecki, Biebrzański, Bieszczadzki, Bory Tucholskie, Drawieński, Gorczański, Gór Stołowych, Kampinowski, Karkonoski, Magurski, Narwiański, Ojcowski, Pieniński, Poleski, Roztoczański,

- Słowiński, Tatrzański, Wielkopolski, Wigierski i Woliński; 6 p.n. UNESCO wpisało na listę rezerwatów biosfery (Babiogórski, Białowieski, Bieszczadzki, Karkonoski, Słowiński, Tatrzański), w tym Białowieski uznano za obiekt dziedzictwa światowego, a parki Biebrzański i Słowiński objęto → konwencją RAMSAR.
- pasożyt – organizm, który wykorzystuje organizm innego gatunku jako źródło pożywienia i środowisko życia; p. są to wyłącznie bezkręgowce (ok. jedna czwarta gatunków), zaś żywicielami wszystkie grupy bezkręgowców i kręgowców, w tym człowieka.
- pierwotniaki, *Protozoa* – organizmy jednokomórkowe → eukarionty; z reguły mikroskopijne; są ważnym składnikiem ekosystemów, osadu czynnego w oczyszczalniach ścieków, a także procesu → samooczyszczania się wód, jako regulatory liczby bakterii.
- plejstocen – epoka w → czwartorzędzie, w której występowały → zlodowacenia.
- polityka ekologiczna państwa (II z 2001 roku) – precyzuje kierunki działań krajowych działów gospodarki (rolnictwo, leśnictwo, turystyka i rekreacja, zagospodarowanie przestrzenne, transport, gospodarka wodna, gospodarka morska, edukacja i kultura) w sferze ochrony środowiska, głównie w zakresie → różnorodności biologicznej i krajobrazowej (istotnej dla zapewnienia bezpieczeństwa ekologicznego państwa) oraz → zrównoważonego rozwoju w podziale na trzy przedziały czasowe: krótkookresowe (do 2002 r.), średniookresowe (do 2010 r.) oraz długookresowe (do 2025 r.).
- pomniki przyrody – pojedyncze okazy przyrody ożywionej i nieożywionej, mające szczególne wartości naukowe, kulturowe, historyczne i krajobrazowe, albo posiadające nieprzeciętne wymiary, np. drzewa, głazy, wodospady itp.; liczba p. p. w Polsce wynosiła na koniec 2001 r. 33 781 okazów.
- POP [ang. *Persistent Organic Pollutants*] – trudne do usunięcia związki organiczne zanieczyszczające środowisko, m.in. chlorowane węglowodory (razem z DDT), dioksyny i polichlorowane bifenyle.
- populacja – zbiór osobników danego gatunku mogących się swobodnie kontaktować i krzyżować.
- Prawo ochrony środowiska – ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 roku, która określa zasady ochrony środowiska oraz warunki korzystania z → zasobów przyrody, z uwzględnieniem → zrównoważonego rozwoju; dokument ten jest swoistym „kodeksem ekologicznym”.
- proces glebotwórczy – proces stopniowej zmiany → zwietrzliny lub skały w → glebę.

- producenci – organizmy wytwarzające ze związków nieorganicznych substancje organiczne własnego ciała; niektóre bakterie i pierwotniaki, rośliny zielone; podstawowe ogniowo → łańcuchów pokarmowych.
- produkcja pierwotna – synteza składników komórkowych przez → fotoautotrofy; energia świetlna służy bezpośrednio do wytworzenia w procesie → fotosyntezy, glukozy, która jest podstawowym związkiem organicznym i źródłem energii w procesach dysymilacji, czyli rozkładu związków organicznych (także własnych) połączonych z uwolnieniem energii (zob. → ATP).
- produkcja wtórna – wytwarzanie składników komórkowych przez → heterotrofy, które do syntezy wykorzystują energię pochodzącą z → dysymilacji.
- prokaryoty, *Procaryota* – mikroorganizmy (wirusy, bakterie, sinice) pozbawione wydzielonego jądra komórkowego; odgrywają ważną rolę w → krążeniu materii.
- próchnica, humus – ciemna koloidalna substancja powstała w wyniku rozkładu substancji organicznej (resztek mikroorganizmów oraz organizmów roślinnych i zwierzęcych) i różnych reakcji syntezy w wyniku działalności mezofauny i drobnoustrojów glebowych; p. może ulegać wymieszaniu i zespoleniu z → minerałami ilastymi, które zwiększają trwałość próchnicy; bez p. gleba nie może osiągnąć stanu trwałej żyzności.
- przemiana materii, metabolizm – całokształt powiązanych reakcji biochemicznych, związanych z procesami odżywiania, przetwarzania pokarmu, syntezy składników komórki oraz wydalania i rozkładu, prowadzonych z udziałem energii; zob. → asymilacja i → dysymilacja.

## R

---

- Raport U Thanta – nazwa dokumentu Sekretarza Generalnego ONZ pt. *Człowiek i jego środowisko*, przedstawionego na forum XIV Zgromadzenia Ogólnego NZ w maju 1969 r. (i zwołanej potem → konferencji sztokholmskiej); stanowił przełom w podejściu globalnym do problematyki ochrony środowiska; w słownictwie utrwaliły się podstawowe pojęcia → środowiska i → ochrony środowiska.
- Raporty Klubu Rzymskiego → Klub Rzymski.
- recykling – zbieranie i ponowne wykorzystanie → odpadów jako surowców wtórnych.
- rekułtywacja – odnowa, czyli odtworzenie gleby zniszczonej, np. mechanicznie (górnictwo, składowanie odpadów, roboty budowlane).

rezerwat – jedna z form ochrony obszarowej o powierzchni na ogół nie przekraczającej 500 ha; wyróżnia się różne typy r.: faunistyczne, florystyczne, krajobrazowe, leśne, przyrody nieożywionej, słonorośli, stepowe, torfowiska i wodne, nadrzeczne; pod względem rygorów r. dzieli się na ścisłe i częściowe, gdzie chroni się wyłącznie pewne elementy przyrody, poszczególne gatunki lub zespoły zwierząt i roślin albo fragmenty krajobrazu, a gospodarkę prowadzi się w ściśle określonych granicach.

Rio'92, Szczyt Ziemi – II Konferencja ONZ pt. *Środowisko i rozwój* (największa w dziejach ludzkości), która odbyła się w czerwcu 1992 roku w Rio de Janeiro; zgromadziła delegacje rządowe z 183 krajów, łącznie ok. 30 000 uczestników; przyjęto pięć podstawowych dokumentów: Deklarację z Rio (zwana Kartą Ziemi) – w sprawie środowiska i rozwoju zawierającą 27 zasad przyszłych praw i obowiązków (5 stron), Globalny Program Działań – Agenda 21 (535 stron), czyli program działań na XXI wiek, zmierzających do → zrównoważonego rozwoju, Konwencję w sprawie zmian klimatu (30 stron), Konwencję o różnorodności biologicznej (47 stron) i Deklarację o lasach (9 stron), czyli zasady zarządzania – zrównoważonego rozwoju wszystkich typów lasów.

„Rio+10” – Światowy Szczyt Zrównoważonego Rozwoju – Konferencja w Johannesburgu w roku 2002; końcowymi dokumentami są Deklaracja Polityczna i Plan Działań.

różnorodność biologiczna, bioróżnorodność (ang. *biodiversity*) – oznacza zróżnicowanie wszystkich możliwych żywych organizmów, z uwzględnieniem, m.in. lądowych i morskich (i innych wodnych) ekosystemów i zespołów ekologicznych, których są częścią; mówimy o różnorodności, czyli zmienności w obrębie → gatunku (bogactwo puli genowej) wszystkich żyjących populacji, między gatunkami (skład gatunków) oraz ponadgatunkową (r. ekosystemów i krajobrazów).

rzeźba terenu, ukształtowanie terenu – ogół wielkich i drobnych form powierzchni Ziemi; traktowana często jako element → środowiska przyrodniczego; poprawnie częścią ś.p. jest → litosfera, której cechą jest rzeźba jej powierzchni.

## S, Ś

---

samooczyszczanie się wód – całokształt procesów fizykochemicznych i biologicznych, które prowadzą do stopniowego oczyszczania się wody z zanieczyszczeń; etapami s. jest rozcieńczenie zanieczyszczeń (np.

- ścieków wprowadzonych do rzeki), zobojętnianie, absorpcja i sedymentacja oraz → mineralizacja.
- saprobionty – organizmy roślinne (saprofity) lub zwierzęce (saprofagi), których właściwym środowiskiem życia są wody (również → ścieki).
- saprobity – organizmy wskaźnikowe stopnia zaawansowania → mineralizacji materii organicznej w środowisku wodnym.
- saprofity – organizmy cudzożywne (→ heterotrofizm) czerpiące pokarm z martwej materii organicznej, do których należą m.in. liczne bakterie i grzyby; występują w ściekach, wodach silnie zanieczyszczonych substancjami organicznymi.
- siedlisko – miejsce, gdzie organizm lub populacja występują w sposób naturalny; „adres”.
- sinice, cyjanobakterie – siniozielone wodne jednokomórkowe lub kolonijne organizmy (→ prokarioty), większość ze znanych około 26 000 gatunków to → fotoautotrofy, liczne z nich przyswajają azot atmosferyczny, często zasiedlają trudno dostępne środowiska.
- skażenie – zanieczyszczenie środowiska trującymi substancjami.
- smog [ang. *smoke* – dym i *fog* – mgła] – rodzaj zanieczyszczenia powietrza, czyli mgła nasycona licznymi cząstkami gazowymi oraz pyłowymi; wyróżniana się → s. kwaśny oraz → s. utleniający typu Los Angeles.
- smog fotochemiczny → smog utleniający.
- smog kwaśny (redukujący, siarkowy), zwany londyńskim, powstający na bazie dużej emisji  $\text{SO}_2$  (ze spalania zsiarczonego węgla) w warunkach nasycenia powietrza przez wodę; zalega nawet kilka dni powodując podrażnienie dróg oddechowych i układu krążenia; na ten rodzaj smogu narażone są szczególnie miejscowości położone w kotlinach górskich i wąwozach; w Polsce terenami inwersyjnymi są miasta takie jak Zakopane i Nowy Targ, w mniejszym stopniu kotliny: nowosądecka, kłodzka, jeleniogórska, Doly Jasielsko-Sanockie oraz okolice Żywca.
- smog utleniający typu Los Angeles (fotochemiczny) powstaje w warunkach intensywnego promieniowania słonecznego przy dużej emisji spalin samochodowych; może utrzymywać się w powietrzu nawet przez kilka dni wywołując łzawienie, złe samopoczucie, wzrost zachorowań, a nawet zgony, zwłaszcza u dzieci i osób w podeszłym wieku; powstający ozon jako silny utleniacz negatywnie oddziałuje na rośliny i zwierzęta, przyspiesza korozję metali.
- sozologia – nauka o systemowej ochronie biosfery przed destrukcyjnym działaniem na nią → antroposfery.

- stanowiska dokumentacyjne – np. formacje geologiczne nie wyodrębniające się na powierzchni ziemi o szczególnych wartościach naukowych i dydaktycznych.
- stratosfera – warstwa atmosfery ziemskiej ponad → troposferą, sięgająca przeciętnie do wysokości 40 km n.p.m; w s. następuje powolny wzrost temperatury wraz ze wzrostem wysokości wywołany pochłanianiem promieniowania nadfioletowego w → warstwie ozonowej i związanymi z tym reakcjami chemicznymi.
- strefy klimatyczne – równoleżnikowe pasy wyróżnione na powierzchni Ziemi na podstawie panującego → klimatu: równikowego, podrównikowego, zwrotnikowego, podzwrotnikowego, umiarkowanego, subarktycznego (na półkuli północnej) i subantarktycznego (na półkuli południowej oraz arktycznego (antarktycznego).
- strefy roślinno-klimatyczne – obszary wydzielane na podstawie zależności od klimatu → formacji roślinnych.
- sukcesja ekologiczna – następstwo wybranych gatunków drobnoustrojów, roślin i zwierząt; występuje m.in. w procesie → samooczyszczania się wód i → biologicznym oczyszczaniu ścieków.
- surowce wtórne – materiały, które nie powstały jako zamierzony cel procesów produkcyjnych i mogą wrócić do obiegu, np. opakowania.
- symbioza – rodzaj zależności międzygatunkowych, gdy oba gatunki czerpią korzyści ze wzajemnych relacji, np. człowiek z mikroorganizmami (symbiontami) w przewodzie pokarmowym, które pomagają w trawieniu, same zyskują wygodne miejsce życia.
- synekologia – bada wzajemne relacje populacji gatunków w obrębie → ekosystemów.
- systematyka – nauka zajmująca się różnorodnością organizmów.
- ścieki – to wody zużyte i opadowe (deszczowe) odprowadzane z gospodarstw domowych (ś. bytowo-gospodarcze), zakładów przemysłowych (ś. przemysłowe), łączone komunalne i przemysłowe (ś. miejskie), a także wody powierzchniowe pozaklasowe, czyli poza → klasą czystości III; w porównaniu z wodami naturalnymi ś. zawierają znacznie więcej związków organicznych, mineralnych, niekiedy wolne kwasy, zasady, związki trujące, detergenty i olbrzymią liczbę → bakterii.
- Sieć Natura 2000 – nazwa ekologicznej sieci obszarów chronionych; powołana 21 maja 1992 r. na mocy dyrektywy → Unii Europejskiej; jej celem jest ochrona różnorodności biologicznej w krajach członkowskich, zwłaszcza ochrona naturalnych ekosystemów oraz fauny i flory; w ramach sieci istnieje bank informacji o → obszarach chronionych w Europie.

środowisko – ogół warunków biotycznych (oddziaływania z innymi organizmami), chemicznych i fizycznych otaczających organizm.

środowisko przyrodnicze – jest złożoną całością składającą się z elementów, nazywanych też sferami: atmosfera (gazy oraz pary → troposfera i → stratosfera), litosfera (skały wraz z rzeźbą i glebą), hydrosfera (wody powierzchniowe i podziemne) i biosfera (organizmy żywe).

## T

---

tereny zielone – miejsca, obszary pokryte roślinnością nie służące celom produkcji lecz przeznaczone na cele wypoczynkowe, zdrowotne estetyczne, np. parki, błonia, zieleń miejska, ogrody botaniczne i zoologiczne.

toksyczne czynniki – szkodliwe czynniki fizyczne lub chemiczne, przenikające ze środowiska do organizmu (populacji), zdolne do wywołania zaburzeń procesów życiowych, a nawet śmierci.

toksyny – substancje chemiczne wytwarzane przez organizmy żywe, np. niektóre grzyby (mikotoksyny) i bakterie, np. *Bacillus thuringiensis* i *B. spabaericus* wykorzystywane w → biologicznej walce; toksyny bakteryjne są substancjami białkowymi i mogą być wydalane pozakomórkowo (egzotoksyny) lub uwalniane z komórek po ich rozpadzie (endotoksyny), np. deltaendotoksy stosowane w → mikrobiologicznych preparatach owadobójczych dla szkodników roślin (niektóre gąsienice motyli, larwy chrząszczy) i wektorów chorób (komary, meszki).

toksyczność – cecha związków chemicznych zwanych truciznami, które wprowadzone do żywego organizmu w nawet bardzo małych ilościach powodują jego śmierć lub ciężkie uszkodzenia różnych funkcji fizjologicznych; egzogenne substancje toksyczne wchłaniane są do organizmu trzema głównymi drogami: drogi oddechowe, skóra, układ pokarmowy.

troposfera – dolna warstwa → atmosfery ziemskiej, w której temperatura spada wraz ze wzrostem wysokości, zachodzą pionowe ruchy powietrza i niestalość jego wilgotności; w normalnej atmosferze t. sięga do wysokości 11 km n.p.m., nad równikiem do 18 km, a nad biegunem do 8 km, w lecie podnosi się, a w zimie obniża.

turystyka [od franc. *tour*] – oznacza wycieczkę lub podróż tam i z powrotem; początkowo identyfikowana z krajoznawstwem (zob. → ekoturystyka); obecnie jest zjawiskiem społecznym, ekonomicznym i kulturowym; niekontrolowany ruch turystyczny może stanowić zagrożenie dla → obszarów chronionych.



turystyka na terenach wiejskich i zalesionych – obsługa ruchu turystycznego poza obszarami miejskimi; zamieszkanie w gospodarstwie, uczestnictwo w codziennych zajęciach, obserwacja przyrody; zob. → agroturystyka

## U

---

ujemne sprzężenie zwrotne – proces regulacyjny, w którym skutek (np. produkt końcowy reakcji) przeciwdziała przyczynie (np. przez hamowanie aktywności enzymów)), w wyniku czego cały układ zachowuje określoną równowagę (→ homeostazę w ekosystemach).

UNEP (= United Nations Environmental Programme) – Program Ochrony Środowiska Narodów Zjednoczonych wyspecjalizowana agenda ONZ ds. ochrony środowiska w skali międzynarodowej i globalnej; powstała w 1971 r. z siedzibą w Nairobi (Kenia); propaguje i koordynuje działalność na rzecz → ekorozwoju.

Unia Europejska [ang. *European Union* EU] – międzynarodowa organizacja polityczna i gospodarcza 25 demokratycznych państw europejskich; powstała w 1992 r. na mocy traktatu o Unii, zwanego także traktatem z Maastricht, ratyfikowanego w 1993 r. Polska jest członkiem od 1 maja 2004 r.; integracja krajów członkowskich UE przebiega w obrębie trzech filarów: gospodarki (wspólny rynek, wspólna polityka rolna i strukturalna, unia walutowa, rozwój regionów), wspólnej polityki zagranicznej i bezpieczeństwa oraz współpracy w dziedzinie spraw wewnętrznych i wymiaru sprawiedliwości.

unieszkodliwianie osadów – ogół procesów fizyko- i biochemicznych mających na celu pozbawienie osadów ściekowych właściwości niekorzystnych dla środowiska oraz stwarzających zagrożenie zdrowotne (poprzez np. odwadnianie, suszenie i spalanie).

utilizacja odpadów – unieszkodliwianie w celu ograniczenia ich oddziaływania na środowisko z jednoczesnym uzyskaniem korzyści ekonomicznych przez odzyskanie z odpadów materiałów, surowców lub energii.

użytki ekologiczne – fragmenty ekosystemów, najczęściej zniekształcone gospodarką człowieka lub podlegające jego wpływowi, lecz mające istotne znaczenie dla → różnorodności biologicznej.

## W

---

walory turystyczne – specyficzne cechy i właściwości środowiska naturalnego (walory przyrodnicze) oraz przejawy działalności ludzkiej

(walory antropogeniczne), które budzą zainteresowanie turystów; wyróżnia się walory wypoczynkowe (czyste, niezanieczyszczone powietrze, cisza, niski stopień urbanizacji, w. krajobrazowe (osobliwości przyrody), w. tradycyjnej kultury wsi (folklor, dzieła sztuki ludowej), w. dóbr kultury (zabytki budownictwa kultury materialnej) oraz walory specjalistyczne, czyli te cechy środowiska, które umożliwiają uprawianie np. żeglarstwa, myślistwa, jeździectwa, wędkarstwa, taternictwa itp.

warstwa ozonowa → ozonosfera.

wietrzenie – procesy prowadzące do tego, że lite skały tracą swoją spistość i przechodzą w stan mniej lub bardziej luźnego materiału nazywanego → zwietrzeliną; w. zachodzi pod wpływem czynników zewnętrznych takich jak klimat i organizmy żywe; wyróżnia się → wietrzenie fizyczne, → wietrzenie chemiczne i → wietrzenie biologiczne.

wietrzenie biologiczne – jest to fizyczne i chemiczne wietrzenie skał i minerałów wywołane przez działalność organizmów żywych; jest ono początkową fazą → procesu glebotwórczego, ale nie ustaje w glebach już utworzonych.

wietrzenie chemiczne – wywołuje zmiany w składzie chemicznym → zwietrzliny i zachodzi tym silniej im bardziej rozdrobniony został materiał podczas → wietrzenia fizycznego; głównym czynnikiem wietrzenia chemicznego jest woda. Jednym z najważniejszych dla → gleby zjawisk wietrzenia chemicznego jest powstawanie wtórnych minerałów, do których należą tlenki żelaza i glinu oraz minerały ilaste.

wietrzenie fizyczne – powoduje rozdrobnienie skał i minerałów bez zmiany ich właściwości chemicznych; odbywa się pod wpływem zmian temperatury i rozsadzającej działalności mrozu.

## Z

zanieczyszczenia środowiska – substancje (stałe, ciekłe i gazowe) lub energie (drgań, ciepła, światła, fal akustycznych, promieniowania) wprowadzane do powietrza, wód, gleby, roślinności i na powierzchnię ziemi w ilości, formach i miejscach przekraczających dopuszczalne prawem wskaźniki; z. zagrażają zdrowiu człowieka, wpływają na → klimat, warunki życia drobnoustrojów, roślin i zwierząt, zob. → krążenie materii w przyrodzie.

zanieczyszczenia motoryzacyjne – to hałas oraz zanieczyszczenie atmosfery spalinami, produktami zużycia ogumienia i nawierzchni dróg,

okładzin ciernych, sprzęgieł i hamulców, z. gleby i wody środkami stosowanymi do mycia i konserwacji karoserii, wyciekami olejów, elektrolitów i płynów hamulcowych oraz środowiska (zużyte samochody); są niebezpieczne zwłaszcza na → obszarach chronionych.

zasoby naturalne (= zasoby przyrody) – to elementy → środowiska przyrodniczego rozpatrywane z punktu widzenia użyteczności dla człowieka, w relacji do jego potrzeb, umiejętności i sposobu użytkowania; wyróżnia się zasoby odnawialne [ang. *flow resources*], takie jak zwierzęta, roślinność i wodę, zasoby nieodnawialne [ang. *stock resources*], czyli surowce mineralne takie jak węgiel, ropa naftowa, rudy metali oraz zasoby niewyczerpywalne [ang. *continuous resources*], których ilość nie ulega zmniejszeniu pod wpływem działalności człowieka; niektóre z nich (energia słoneczna) w ogóle nie podlegają wpływowi człowieka, inne (powietrze, przestrzeń) nie mogą być zmniejszone pod względem ilości, jednak ich jakość może ulegać pogorszeniu pod wpływem działalności człowieka (zanieczyszczenie powietrza, zmiany klimatyczne, utrata żyznych gleb, utrata siedlisk).

zasoby wody – woda użyteczna dla człowieka. Całkowite zasoby wody obejmują wodę słoną zgromadzoną w morzach, oceanach, zasolonych wodach podziemnych i słonych jeziorach oraz wodę słodką, która występuje w lodowcach i wiecznych śniegach, zbiornikach słodkich wód podziemnych, w wiecznej zmarzlinie, w jeziorach, w glebie, w atmosferze (jako para wodna), w bagnach i w obszarach wodno-błotnych, w rzekach i w biosferze.

zasolenie gleb – polega na stopniowym gromadzeniu się soli, głównie chlorku sodu i siarczanów, w powierzchniowej warstwie gleby; narusza równowagę kationową i tym samym utrudnia pobieranie składników pokarmowych przez rośliny; dowodem są „kikuty” drzew przy drogach, gdzie stosowano sól do likwidacji gołoledzi.

zespoły przyrodniczo-krajobrazowe – obszary przyrodnicze o nieprzeciętnych walorach widokowych lub powiązane obiekty architektoniczne i przyrodnicze.

zlodowacenie – okres znacznego powiększenia zasięgu lądolodów na Ziemi; w czasie z. lądolody pokrywają znaczne obszary kontynentów; wielkie z. występowały w → prekambrze, → karbonie i → permie oraz w → czwartorzędzie.

zrównoważony rozwój – to taki rozwój społeczno-gospodarczy, w którym zintegrowane są działania polityczne, gospodarcze i społeczne z zachowaniem równowagi przyrodniczej w celu zaspokojenia potrzeb obecnych i przyszłych pokoleń; wymiennie używa się pojęcia

→ ekorozwoju, którym posługują się częściej przyrodniczy podkreślając, że → ochrona środowiska jest podstawowym warunkiem rozwoju gospodarczego i uzyskania równowagi pomiędzy potrzebami człowieka a możliwościami środowiska.

związki organiczne – związki chemiczne pierwiastka węgla z wyłączeniem tlenków węgla, węglanów metali, węglików i karbonylków metali.

zwietrzelina – produkt wietrzenia skał, zwykle luźny, często ilasty, pozostający na ich powierzchni; niekiedy tworzy rozległą i miększą pokrywę.



---

## Spis ilustracji

---

Ryc. 1.1. Okładka klasycznego podręcznika ekologii Krebsa (1997). . . . .	6
Ryc. 1.2. Metodologia badań ekologicznych (wg Krebsa 1997). . . . .	7
Ryc. 1.3. Chronologia Unii Europejskiej. . . . .	37
Ryc. 1.4. Logo Polskiego Towarzystwa Ochrony Przyrody „Salamandra”, organizacji powstałej w 1993 roku na kanwie ruchu studenckiego (wg Kowalskiego, 2003). . . . .	42
Ryc. 2.1. Hierarchia czynników środowiska przyrodniczego (wg Amanda, 1980) . . . . .	52
Ryc. 2.2. Hierarchia czynników środowiska przyrodniczego (wg Sołncewa, 1965) . . . . .	53
Ryc. 2.3. Pętla dodatniego sprzężenia zwrotnego środowisko – gatunek (Cambell, 1995). . . . .	57
Ryc. 2.4. Pomiar zanieczyszczenia powietrza dwutlenkiem siarki według skali porostowej wykonany przez studentki PWSZ w Wałbrzychu na ćwiczeniach terenowych z ekologii i ochrony środowiska w pobliżu stacji ekologicznej „Storczyk” UW r w Karpaczu (fot. J. Wolf 2003). . . . .	70
Ryc. 2.5. Skala porostowa: wpływ zanieczyszczenia powietrza na bioróżnorodność (fot. J. Wolf 2003) . . . . .	71
Ryc. 2.6. Krzywa wzrostu i przeżywalności pustosza ( <i>Pinus Teectus</i> ) w różnych warunkach temperaturowych (wg MacKenzie i in. 2000). . . . .	73
Ryc. 3.1. Hierarchia układów biologicznych (wg Dobrowolskiego, 1999). . . . .	82
Ryc. 3.2. Podstawowe cechy populacji (wg Krebsa, 1997) . . . . .	83
Ryc. 3.3. Zróżnicowanie wymagań temperaturowych – zakres tolerancji organizmów steno-, eury- i politermicznych (wg Oduma, 1982) . . . . .	88

Ryc. 3.4. Drzewo genealogiczne w ujęciu Haeckla (wg Mayra, 1977) . . . . .	98
Ryc. 3.5. Przywra żyworodna ( <i>Gyrodactylus elegans</i> ) pasożytuje na skórze ryb karpowatych (wg Jury, 1983) . . . . .	106
Ryc. 3.6. <i>Pisicola geometra</i> (L.) wg Stańczykowej (A,B), Tarczyńskiego (C.) . . . . .	110
Ryc. 3.7. Porównanie ogólnej morfologii obrzeżków ( <i>Argasidae</i> ) i kleszczy właściwych ( <i>Ixodidae</i> ). Wg Siudy 1991. . . . .	112
Ryc. 3.8. Komórka bakterii <i>Bacillus thuringiensis</i> z owadobójczymi kryształami delatoksyn (K.) Wg Kriga, Hugera 1986. . . . .	119
Ryc. 4.1. Przepływ energii przez ekosystemy (wg Kolarzyk, 2000). . . . .	126
Ryc. 4.2. Wykorzystanie siedlisk przez zwierzęta kopytne w Serengeti, Tanzania (wg Krebsa, 1997). . . . .	128
Ryc. 4.3. Element łańcucha troficznego w krążeniu materii i przepływie energii w systemach przyrodniczych (wg Krebsa, 1997). . . . .	129
Ryc. 4.4. Ekosystemy słodkowodne: staw w Gołuchowie (fot. O. Żylińska) i jezioro w Karkonoszach (fot. J. Wolf). . . . .	130
Ryc. 4.5. Stosunek producentów (p) do konsumentów I i II rzędu (k I i k II) oraz destruentów (d) (wg Kunickiego – Goldfingera 1978) . . . . .	138
Ryc. 4.6. Cykle biogeochemiczne w skali globalnej (wg Krebsa, 1997) . . . . .	141
Ryc. 4.7. Cyrkulacja azotu w przyrodzie (wg Oduma, 1982) . . . .	143
Ryc. 4.8. Zniszczone lasy w Karkonoszach (fot. J. Wolf) . . . . .	145
Ryc. 4.9. Zależności międzypopulacyjne (wg Kadłubowskiego Kurnatowskiej, 1990) . . . . .	148
Ryc. 4.10. Międzygatunkowe oddziaływania w ekosystemach (wg Lonc. Okulewicz, 2003) . . . . .	149
Ryc. 4.11. Pasożytnictwo jako forma interakcji międzygatunkowej (wg Kadłubowskiego 1988) . . . . .	154
Ryc. 4.12. Abiotyczne i biotyczne elementy gleby łąkowej w procentach suchej masy (wg Oduma, 1982) . . . . .	161
Ryc. 4.13. Trzpiennik sosnowiec ( <i>Sirex noctilio</i> ). Larwa drążąca w drewnie sosny chodnik o przekroju okrągłym (wg Schnaider 1991). . . . .	163

Ryc. 4.14. Lasy bukowe (buczyny) tworzące „baldachim” listowia (wg Dreyera 1990). . . . .	164
Ryc. 5.1. Ewolucja życia na ziemi (wg Kubicz 1999) . . . . .	172
Ryc. 5.2. Świat dinozaurów (wg Jerzmanowskiego 1994). . . . .	175
Ryc. 5.3. Drzewo genealogiczne naczelnych (autor Z. Wiktor-Sztromswasser) . . . . .	179
Ryc. 5.4. Czaszki australopiteków (www.dentalgain.org) . . . . .	180
Ryc. 5.5. Środowisko człowieka: przyrodnicze i społeczno-kulturowe (wg Kolarzyk 2000). . . . .	185
Ryc. 6.1. Rozmiary degradacji zasobów ziemi (w procentach powierzchni łądów). . . . .	216
Ryc. 6.2. Mapa degradacji gleb (wg GEO3, 2002). . . . .	217
Ryc. 6.3. Liczba gatunków kręgowców zagrożonych wyginięciem w Europie (wg GEO3, 2002). . . . .	233
Ryc. 6.4. Dostępne zasoby wody w roku 2000 (1000 m <sup>3</sup> /1 mieszkańca/rok; wg GEO3, 2002). . . . .	239
Ryc. 6.5. Globalna powierzchnia nawadniania na tle zużycia wody (wg GEO 3, 2002). . . . .	240
Ryc. 6.6. Schemat efektu cieplarnianego (wg Kantowicz, Walewski, 2001). . . . .	255
Ryc. 7.1. Ścieżka przyrodnicza „Zębata”. . . . .	296
Ryc. 7.2. (A, B, C, D). Gatunki drzew i krzewów w ekosystemach leśnych Dolnego Śląska: pokrój liści, kwiatów, owoców i nasion (wg Dębickiej i in.). . . . .	298–301





---

# Spis tabel

---

Tab. 2.1. Czwartorzędowa epoka lodowcowa w Polsce (wg Lindnera 1998, w uproszczeniu) . . . . .	55–56
Tab. 3.1. Miejsce pasożytów w ważniejszych jednostkach systematycznych . . . . .	103–104
Tab. 4.1. Różnice pomiędzy parazytoidami i drapieżnikami . . . . .	153
Tab. 5.1. Periodyzacja historii świata zwierząt i roślin (wg Kuźnicki, Urbanek 1970, Stanley 2002). . . . .	176
Tab. 6.1. Kluczowe problemy środowiskowe na kontynentach zestawione wg modelu DPSIR (na podstawie GEO3 2002). . . . .	214–215
Tab. 6.2. Przyczyny i rozmiary degradacji zasobów ziemi (wg FAO 1996). . . . .	217
Tab. 6.3. Zmiany powierzchni lasów w latach 1900–2000 na poszczególnych kontynentach (wg FAO 2001b). . . . .	221
Tab. 6.4. Rozmiary i przyczyny wylesiania według kontynentów (wg FAO 2001b). . . . .	222
Tab. 6.5. Niekorzystne trendy w leśnictwie i ich oddziaływanie na różnorodność biologiczną w Polsce w latach 1990–2000 (wg Rzeczpospolita Polska, Agenda 21 w Polsce 2002). . . . .	226
Tab. 6.6. Szacunkowa liczba opisanych gatunków (UNEP, WCMC 2000). . . . .	232
Tab. 6.7. Gatunki zagrożone wyginięciem uporządkowane wg kontynentów (wg GEO 3, 2002). . . . .	234
Tab. 6.8. Światowe zasoby wody (wg Shiklomanov 1993). . . . .	238
Tab. 6.9. Problemy jakości wód podziemnych (wg GEO 3, 2002). . . . .	242

Spis tabel

Tab. 6.10. Wczesna historia życia i historia geologiczna Zmieni a zmiany składu chemicznego atmosfery (van Andel, 1991). . . . .	248
Tab. 6.11. Emisja dwutlenku węgla w 1988 roku (mln ton/rok) z podziałem na regiony (GEO 3, 2002). . . . .	256
Tab. 7.1. Przykładowa liczba przypadków malarii zawleczonej do Europy w 2002 roku (wg „Medicus Mundi Polonia” 2003, nr 11). . . . .	271
Tab. 7.2. Przydatność rekreacyjna jednostek siedliskowo- -roślinnych wydzielanych na mapie potencjalnej roślinności naturalnej (wg Krzymowska-Kostrowicka 1997). . . . .	275–279
Tab. 7.3. Proekologiczne zmiany w turystyce (wg Gołembski 2002). . . . .	286–287
Tab. 7.4. Ścieżka przyrodnicza „Zębata”. . . . .	297

---

## Indeks nazwisk

---

- Aleksandrowicz Julian 13, 307  
Aldo Leopold 10,  
Allee 81, 85  
Andel Tjeerd H. van 55, 171,  
248, 307  
Andrzejewski Bolesław 192, 193,  
197, 200, 202, 207, 307  
Anioł-Kwiatkowska Jadwiga  
195, 307  
Armand David L.V. 51, 52, 307  
Arrhenius Svante 255, 307  
Augustyniak Jacek 314
- Bacon Roger 2  
Bailey Alice A. 13, 309  
Ball Andy S. 79, 313  
Baranowski M. 307  
Basedow Theodor 307  
Becker N. 119, 307  
Berdowski W. 307  
Bergman Torbern O. 4,  
Blackman F.F. 4,  
Blum S. 307  
Błachowicz Andrzej 259, 208  
Błaszcyk Paweł 245, 246, 315  
Bławatska Helena 13,  
Boć Jan 20, 308  
Bonnenberg Mark M. 9, 308  
Borys T. 264, 308
- Brodowska Magdalena 315  
Bruner A.G. 308  
Buczek Alicja 74, 76, 84, 117,  
308  
Budyko Michaił I. 256, 308  
Buffon Georges 4,  
Burger Tadeusz 245, 246, 315
- Campbell Bernard G. 57,  
207, 308  
Chapman H.C. 315  
Chelmiński W. 261  
Chmiel B. 308  
Clements Frederic E. 4,  
Combes Claude 156, 308  
Constaza 232, 308  
Cory Susane J. 309  
Craig J.R. 261  
Curie-Skłodowska Maria 308  
Czartoszewski J.W. 308  
Czubaj Andrzej 314
- Darwin Karol 3, 151  
Dębicka 301  
Dixon Robert K. 224, 308  
Dobrowolski Kazimierz A. 3,  
82, 308  
Dolega J.M. 308  
Domka Lubomira 294, 308

- Dreyer Wolfgang 164, 308  
Dutka Czesław P. VIII
- Elton Charles S. 5, 96, 97, 309  
Egerton Frank N. 2,  
Enstville Florence P. 118, 228,  
309
- Fergusson H. 316  
Ferry Luc 10  
Finlayson C.M. 243, 309  
Flis Jan 55, 309  
Folmer Henk 309  
Ford Henry 270
- Gabel Landis 309  
Gaworecki Władysław W. 269  
Gibson MacGuire 211, 309  
Gliński Jan 41  
Głowaciński Zbigniew 197, 207,  
309  
Gołembski Grzegorz 268, 269,  
275, 283, 287, 305, 309  
Goujet Daniel 314  
Goździk Jan 309  
Grabda-Kazubska Bożena 72,  
155  
Grinell Joseph 96  
Groot Wouter T. de 19, 309
- Haeckl Ernest 3, 98,  
Haes Udo de 19, 318  
Hafner M. 310  
Haldane John 173  
Harrison P. 310  
Hettner Alfred 51, 310  
Higgs S. 309  
Hilton-Taylor C. 234, 235,  
310  
Huger A.M. 119
- Humboldt Aleksander von 51,  
310  
Hutchinson 96
- Jabłoński Jan 264, 316  
Jager J. 316  
Janecki Janusz 207  
Jethon Zbigniew 89, 123, 310  
Jerzmanowski Andrzej 175  
Jędraszko Andrzej 38, 39, 45,  
265, 310  
Jonas Hans 9, 10, 310  
Jones Allan 310  
Jura Czesław 103, 106, 310  
Jurd Richard D. 310
- Kadłubowski Rościśław 103,  
148, 154, 310  
Kajak Zdzisław 310  
Kalesnik Stanisław W. 50, 51, 310  
Kalinowska Anna 16, 47, 147,  
310  
Kamieniecka Jolanta 294, 310  
Kamiński Zbigniew 311  
Kantowicz Ewelina 211, 240,  
255, 258, 293, 311  
Kapuściński Ryszard 207  
Kasprzak Witold 157, 311  
Kazimierczakowa R  
Keller B. 311  
Khan R.A. 311  
Kiceniuk J. 311  
Kirszensztejn Piotr 40, 270, 318  
Koehler Witold 311  
Kolarzyk Emilia 95, 126, 185, 311  
Kolberg Oskar 288  
Kolbuszewski Jacek 288, 311  
Kondracki Jerzy 51, 60, 79,  
261, 311  
Kornaś Jan 167, 177, 311

- Kostrowicki A.S. 261, 311  
 Kowalczewski Andrzej 311  
 Kozak Zdzisław M. 13, 312  
 Kozakiewicz  
 Kozarski Stefan 54, 312  
 Kozłowski Stefan 305, 312  
 Kożuchowski Krzysztof 256, 312  
 Krebs Charles 2, 5, 6, 7, 66, 73,  
 83, 86, 115, 123, 128, 129,  
 138, 141, 151, 312  
 Krig A. 119  
 Krzymowska-Kostrowicka Alicja  
 279, 280, 305, 312  
 Krzywańska Jadwiga 295, 312,  
 313  
 Kubicz Aleksandra 172, 312  
 Kulaszka Waldemar 312  
 Kulik Ryszard 9, 312  
 Kunicki-Goldfinger Władysław  
 138  
 Kurnatowska Alicja 79, 148,  
 312, 319  
 Kurnatowski Piotr 312  
 Kurzac M. 207  
 Kutkowska Barbara 290, 312  
 Kuźnicki Leszek 176, 312  
 Kwaśniewski Aleksander 29,  
 Kwiatkowska Barbara VIII  
 Kwiatkowski S. 307
- Laar B.J. van de 19, 21, 312  
 Langenbruch A.G. 311  
 Lazari-Pawłowska Ija 9,  
 Leeuwenhoek Anotni van 2,  
 Lenart Witold 261, 311  
 Lichty R.W. 316  
 Liebieg Justus 4, 87, 313  
 Lijewski Teofil 275, 305, 313  
 Lindner Leszek 56, 313  
 Linneusz Karol 4, 97, 99
- Loh J. 234, 313  
 Lonc Elżbieta 15, 21, 99, 105,  
 116, 120, 124, 149, 151, 156,  
 227, 228, 295, 302, 308, 312,  
 313, 314, 319
- Łobożewicz Tadeusz 269, 287,  
 288, 313
- MacKenzie Aulay 73, 79, 116,  
 145, 313  
 MacLaine Shirley 13,  
 Majewska Anna C. 314  
 Malthus Thomas R. 3,  
 Mannion Antoinette M. 261,  
 314  
 Marszałek Tadeusz 167, 314  
 Martonne Emmanuel de 51, 314  
 Mastalerz Przemysław 8, 14, 40,  
 314  
 Matczak Piotr 279  
 Matile Loic 93, 314  
 Mayr Ernst 98, 99, 314  
 Meadows Dennis L. 23,  
 Meadows Donnell H. 23,  
 Machnicka Barbara 314  
 Medwecka-Kornaś Anna 167,  
 177, 311  
 Mickiewicz Adam VIII  
 Mierzejewska Elżbieta 121, 314  
 Mikułowski Bogdan 305, 313  
 Mistewicz Eryk 281  
 Misztal Lucyna H. 119, 314  
 Mizgajska-Wiktor Hanna 273,  
 313  
 Molina M.J. 314  
 Mossor-Pietraszewska Teresa 101,  
 167, 207  
 Mrocza Adam 294, 314  
 Musiał W.G. 314

- Naess Arne 11,  
Najder-Stefaniak Krystyna 11,  
12  
Napiórkowski Krzysztof 193  
Niewiadomska Katarzyna 155,  
314  
Nowacki K. 308  
Nowoczeska W 178, 314  
Nowicki Maciej 44
- Odum Eugene P. 85, 87, 88,  
92, 124, 138, 143, 148,  
161, 314  
Okulewicz Anna VIII, 120, 149,  
313  
Olaczek Romuald VIII, 6, 8, 11,  
26, 47, 50, 51, 70, 198, 199,  
207, 292, 295, 313, 314  
Olson John S. 231, 315  
Olszewski K. 261  
Oparin Aleksander 173  
Opschoor Hans 309  
O'Riordan Tim 192, 315  
Orłowski Stanisław 315
- Paehlke R. 315  
Palaczyk A. 317  
Palusińska Anna 193  
Pawłowski Zbigniew S. 159, 271,  
315  
Petersen J.J. 315  
Piątek Zdzisława 9, 315  
Pietraszewska-Mossor Teresa 317  
Pimm S.I. 233, 315  
Piotrowski Feliks 122, 315  
Pisarski Z. 288, 315  
Podgajnik Tomasz 193  
Poinar G.O. 315  
Pojmańska Teresa 155, 314, 315  
Pol Wincenty 288
- Price L.W. 315  
Przybylak Rajmund 256, 312  
Pyszny Joanna VIII, 15, 302,  
313
- Radziejowski Janusz 245, 246,  
315  
Rander Wiliam W. III 23,  
Randess Jorgen  
Rąkowski G. 288, 315  
Reaumur Rene F. 4,  
Retue W. 259, 308  
Richling Andrzej 51, 57, 61, 79,  
311, 315  
Richthofen Ferdinand von 51,  
316  
Ritter Karl 51, 316  
Roggeven Jakob 147  
Rowlad F.S. 314  
Rościszewski Marcin 316  
Równy Kazimierz 264, 316  
Różycki Robert 316  
Rydzanicz Katarzyna 151, 291,  
313, 319
- Sala O.E. 235, 316  
Samborska-Boć E. 308  
Sapek A. 259, 316  
Schaff Adam 23  
Schmidt T.H. 316  
Schnaider Zbigniew 163, 316  
Schumm Stanley A. 316  
Shelford Victor E. 87, 316  
Shiklomanov I.A. 238, 316  
Sikora A 207  
Sillett T.S. 257, 316  
Simmons Ian Gordon 127, 187,  
280, 316  
Sinha S. 258, 316  
Siuda Krzysztof 72, 112, 316

- Skinner B.J. 261  
 Skolimowski Henryk 9, 316  
 Skrzypczak Władysław 316  
 Skrzypiec Ryszard 45,  
 Sobczyński M. 105  
 Sokołowski Aleksander 207  
 Solon Jerzy 57, 61, 79, 315  
 Sołncew N.A. 53, 317  
 Sommer Ulrich 317  
 Soszyński B. 317  
 Spencer Herbert 3,  
 Stanley S.M. 261  
 Stańczykowska Anna 110  
 Starkel Leszek 54, 317  
 Stawiński Wiesław 295  
 Stefaniak Jerzy 159, 271, 315  
 Stefanowicz Tadeusz 47, 317  
 Strzałko Jan 101, 167, 207,  
 317  
 Styczyńska 317  
 Sures B. 317  
 Syrokomla Władysław 288  
 Szafranski Adam L. 10, 317  
 Szeląg Zbigniew 197  
 Szubert-Zarzczyńska Urszula 41,  
 268, 273, 317  
 Szulczewski Michał 315  
 Św. Franciszek z Asyżu 2, 10,  
  
 Tansley Arthur G. 4, 126  
 Tarczyński Stefan 72, 110, 317  
 Tassay Pascal 314  
 Tattersall Ian 183, 317  
     Taylor Walter P. 87, 317  
 Thienemann August 94  
 Toffler Alvin 268  
 Toffler Heidi 268  
 Tomiałojć Ludwik VIII, 9, 16,  
 140, 198, 206, 279,  
 286, 317  
  
 Trewartha Glem T. 53, 317  
 Trojan Przemysław 138, 317  
 Troll C. 60, 317  
 Truszkowska Regina 53, 317  
 Turcekova L. 317  
  
 Uggla Hjalmar 53, 318  
 Urbanek Adam 176, 312  
 U Thant Sithu 22  
  
 Vaughan David J. 261  
 Virdee Sonia R. 79, 313  
 Vitousek Peter M. 236, 318  
  
 Wachowski Leszek 40, 270,  
 318  
 Wajda Stanisław 319  
 Walewski Andrzej 255, 258, 311  
 Walkowicz Tomasz 291, 319  
 Warcholińska Aurelia U. 295,  
 314  
 Wegner Elżbieta 319  
 Weigle Andrzej 192, 193, 197,  
 200, 202, 207, 307  
 Wędrychowicz Halina 319  
 Wiktor-Sztromswasser Zofia 179  
 Winnicki Tomasz 319  
 Woodard D.B. 315  
 Wolańska Agnieszka 313  
 Wolf Joanna 70, 71, 145  
 Wyrzykowski Jerzy VIII, 305,  
 313  
  
 Zareba Krzysztof 267  
 Zarzycki Kazimierz 40, 197,  
 319,  
 Zięba Stanisław 315  
 Zimmermann E.W. 319  
 Złotorzycka Jadwiga 99, 313  
 Zylińska O. 130,