

Rozdział 1	1
Wstęp	1
1.1. Czego czytelnik powinien się spodziewać po tej książce?	1
1.2. O metodzie naukowej	3
1.3. Ekologia współczesna	12
Literatura uzupełniająca	18
Rozdział 2	23
Życie biosfery	23
2.1. Żywy organizm	23
2.2. Żywa biosfera	24
2.3. Ekologia jako program badawczy biologii	25
2.4. Planeta Ziemia	26
2.4.1. Ziemia we wszechświecie	26
2.4.2. Planety Układu Słonecznego	29
2.4.3. Środowisko kosmiczne	31
2.4.4. Ruch Ziemi wokół Słońca, pory roku	33
2.4.5. Ruch obrotowy Ziemi wokół osi	34
2.4.6. Magnetosfera Ziemi	34
2.4.7. Hipoteza Milankoviča	35
2.5. Ziemia pod nogami	38
2.5.1. Co jest w środku	38
2.5.2. „A jednak się rusza”	39
2.6. Cyrkulacja atmosferyczna i cykl hydrologiczny	44
Literatura uzupełniająca	48
Rozdział 3	49
Biogeneza i historia biosfery	49
3.1. Powstanie życia na Ziemi	49
3.1.1. Co to jest: życie	49
3.1.2. Hipotezy o powstaniu życia na Ziemi	51
3.1.3. „Od dołu”: badania geologiczne i paleontologiczne	53
3.1.4. „Od góry”: badania porównawcze współczesnych organizmów	58
3.1.5. Hipotezy i eksperymenty „tu i teraz”	61
3.1.6. Od minerałów do praorganizmu	62
3.1.7. Świat RNA	68
3.1.8. Powstanie współczesnych form życiowych	70
3.2. Prehistoria życia i paleoekologia	71
3.3. Wielkie wymierania	74
3.3.1. Dokumenty paleontologiczne	75
3.3.2. Przyczyny katastrof	81
3.3.3. Zderzenia z meteorytami	81
3.3.4. Okresowość wymierań?	84
3.3.5. Wulkanizm i inne konkurencyjne hipotezy	85
Literatura uzupełniająca	87
Rozdział 4	89
Metabolizm biosfery	89
4.1. Cykl redoks	89
4.2. Heterotrofia	95
4.3. Autotrofia	96
4.4. Pobieranie azotu i siarki	100
4.5. Oddychanie	101
4.6. Ewolucja systemów metabolicznych	105
4.6.1. Ekosystemy cieplic głębinowych	105
4.6.2. Głęboka biosfera	108
4.6.3. Ewolucja fotosyntezy	109
Literatura uzupełniająca	112
Rozdział 5	113
Produkcja pierwotna biosfery	113
5.1. Energetyka produkcji biomasy	113

5.2. Metody pomiaru produkcji pierwotnej	117
5.2.1. Metody żniwne	119
5.2.2. Pomiary fizjologiczne	121
5.2.3. Metoda kowariancji wirów	122
5.2.4. Metody pośrednie	123
5.3. Od czego zależy tempo produkcji pierwotnej?	129
5.4. Produkcja pierwotna w oceanach	131
5.5. Produkcja pierwotna na lądach	134
5.6. Bilans energetyczny biosfery	139
Literatura uzupełniająca	143
Rozdział 6	145
Dekompozycja, czyli rozkład biomasy	145
6.1. Istota procesu	145
6.2. Dekompozycja dokonywana przez rośliny	147
6.3. Dekompozycja dokonywana przez konsumentów	147
6.4. Destruenci, detrytusożercy, saprofagi, „reducenci”	148
6.5. Procesy dekompozycji w wodach	149
6.6. Procesy dekompozycji na lądach	151
6.7. Od czego zależy tempo dekompozycji i jak się je mierzy?	152
6.8. Niedomknięte bilanse: deponowanie materii organicznej	164
Literatura uzupełniająca	165
Rozdział 7	167
Cykle biogeochemiczne	167
7.1. Krążenie pierwiastków w biosferze	167
7.2. Cykl węgla	169
7.3. Bilans węgla a klimat globalny	183
7.3.1. Klimat się zmienia	183
7.3.2. Przyczyny zmian klimatu	185
7.3.3. Gazy cieplarniane	188
7.3.4. Spodziewane skutki wzrostu zawartości CO ₂ w atmosferze	192
7.4. Cykl azotu	195
7.5. Cykl siarki	202
7.6. Cykl fosforu	208
7.7. Żelazo	210
Literatura uzupełniająca	211
Rozdział 8	213
Ekosystem	213
8.1. Warunki życia w oceanie i na lądzie	213
8.2. Biomy Ziemi	216
8.2.1. Zróżnicowanie biosfery	216
8.2.2. Gleba	218
8.3. Biosfera, biom, ekosystem	222
8.4. Pojęcie ekosystemu: problemy terminologiczne	231
8.5. Struktura troficzna ekosystemu	235
8.6. Modele ekosystemów	240
8.7. Bioenergetyka ekologiczna	244
Literatura uzupełniająca	247
Rozdział 9	249
Jezioro, las, step, ocean	249
9.1. Cztery przykłady	249
9.2. Jezioro	250
9.3. Las strefy umiarkowanej	264
9.3.1. Badania ekosystemów leśnych	264
9.3.2. Lasy Puszczy Niepołomickiej	265
9.3.3. Lasy naturalne i lasy użytkowe	277
9.4. Step	288
9.4.1. Ekosystem trawiasty	288
9.4.2. Suchy step karaganowo-ostnicowy w Mongolii	290

	9.4.3. Wpływ gryzoni na obieg materii i produktywność stepu	29
2		
	9.5. Ocean	295
	9.5.1. Ekosystem globalny	295
	9.5.2. Biomy morskie	296
	9.5.3. Prądy wstępujące (upwellingi)	297
	9.5.4. El Niño	299
	Literatura uzupełniająca	302
	Rozdział 10	303
	Funkcjonowanie ekosystemów – w poszukiwaniu ogólnych zasad	303
	10.1. Struktura sieci troficznej i przepływ energii w ekosystemach	30
3		
	10.2. Przepływ energii i materii między poziomami troficznymi	308
	10.3. Analiza sieci troficznych	324
	10.4. Od czego zależy długość łańcuchów troficznych	327
	10.5. Regulacja ekosystemu: „z góry” czy „z dołu”?	329
	10.6. Jak powstaje ekosystem	331
	10.7. Stabilność ekosystemów	335
	10.8. Trwałość biosfery	347
	Literatura uzupełniająca	355
	Rozdział 11	357
	Różnorodność biosfery	357
	11.1. Zagadka różnorodności biosfery	357
	11.2. Zróżnicowanie form życiowych	360
	11.2.1. Źródła zmienności organizmów żywych	360
	11.2.2. Każdy organizm jest unikatem	361
	11.2.3. Różnorodność gatunkowa	363
	11.2.4. Różnorodność prebiotyczna i wczesna ewolucja form życiowych	364
ch		
	11.2.5. Nieciągłość zmienności	365
	11.3. Zmiany liczby gatunków w historii biosfery	366
	11.4. Ile gatunków żyje obecnie na Ziemi?	374
	11.4.1. Stan znajomości współczesnej flory i fauny	374
	11.4.2. Próby oszacowania rzeczywistej liczby gatunków	378
	11.5. Przestrzenna zmienność różnorodności gatunkowej w biosferze	386
	11.5.1. Geograficzne wzorce różnorodności gatunkowej	386
	11.5.2. Przyczyny geograficznego zróżnicowania liczby gatunków	393
	11.5.3. Zależność liczby gatunków od wielkości areału	405
	11.6. Znaczenie globalnej różnorodności gatunkowej i jej zagrożenia	409
	11.6.1. Wymierania plejstoceny i współczesne	409
	11.6.2. Pożytki z różnorodności biologicznej	418
	Literatura uzupełniająca	421
	Rozdział 12	423
	Organizm wśród organizmów	423
	12.1. Środowisko biotyczne	423
	12.2. Ewolucja interakcji międzygatunkowych	424
	12.3. Konkurencja	429
	12.3.1. Model konkurencji	429
	12.3.2. Eksperymentalne badania nad konkurencją	439
	12.3.3. Znaczenie konkurencji międzygatunkowej dla różnorodności biosfery	450
	12.4. Eksploatacja	451
	12.4.1. Niesymetryczne interakcje międzygatunkowe	451
	12.4.2. Pasożytnictwo	451
	12.4.3. Drapieżnictwo	457
	12.4.4. Roślinożerność	471
	12.5. Mutualizm	476
	12.5.1. Symbiozy metaboliczne	476

12.5.2. Zoogamia i zoochoria	487
12.5.3. Przymierze obronne	496
12.5.4. Komensalizm	497
12.5.5. Znaczenie mutualizmu dla różnorodności biosfery	498
Literatura uzupełniająca	500
Rozdział 13	501
Różnorodność gatunkowa w skali lokalnej	501
13.1. Struktura różnorodności	501
13.1.1. Składowe różnorodności gatunkowej	501
13.1.2. Powtarzalność składu gatunkowego	506
13.2. Zespół i biocenoza	507
13.2.1. Czy to, czym zajmuje się ekologia, w ogóle istnieje?	507
13.2.2. Burzliwe dzieje kilku pojęć	511
13.2.3. Wzorce i mechanizmy	515
13.3. Powtarzalne wzorce w strukturze zespołów	515
13.3.1. Wzorec I: Redundancja biocenoz. Gatunków jest zawsze „za dużo”, o wiele więcej niż kategorii troficznych realizujących funkcje ekosystemu	515
13.3.2. Wzorec II: Wielkość populacji gatunków wchodzących w skład zespołów ma charakterystyczny rozkład: mało dużych, dużo małych	519
13.3.3. Wzorec III: Wielkości ciała gatunków wchodzących w skład zespołów mają charakterystyczne rozkłady: mało dużych, dużo małych	526
13.3.4. Wzorec IV: Gatunki wchodzące w skład zespołu w sposób charakterystyczny różnią się od siebie („zasada ograniczonego podobieństwa”)	534
13.3.5. Wzorec V: Z danej puli gatunków w podobnych warunkach mogą się tworzyć różne zespoły, ale ich skład nie jest przypadkowy	541
13.3.6. Wzorec VI: Konwergencja zespołów	544
13.3.7. Co wynika z analizy powtarzalnych wzorców w strukturze zespołów?	548
13.4. Dynamika biocenoz	551
13.4.1. Wzorce zmian struktury biocenozy w czasie: sukcesja	551
13.4.2. Sukcesja: proces deterministyczny czy losowy?	558
13.4.3. Równowaga w biocenozie	562
13.4.4. Mechanizm zrównoważenia liczby gatunków w zespole – model biogeografii wysp	562
13.5. Znaczenie lokalnej różnorodności gatunkowej	565
13.5.1. Czy różnorodność gwarantuje stabilność? Rozważania teoretyczne	565
13.5.2. Potwierdzenia eksperymentalne	568
13.5.3. Czy różnorodność jest dobra dla ekosystemu?	571
Literatura uzupełniająca	572
Rozdział 14	573
Ekologia gatunku	573
14.1. Populacja jednogatunkowa	573
14.1.1. Poziomy organizacji życia	573
14.1.2. Dynamika populacji	575
14.1.3. Wpływ czynników niezależnych od zagęszczenia na dynamikę populacji	577
14.2. Regulacja liczebności populacji	579
14.2.1. Czynniki zależne od zagęszczenia	579
14.2.2. Konkurencja wewnątrzgatunkowa – podział zasobów	587
14.2.3. Samoprzerzedzenie	588
14.2.4. Terytorializm	592
14.2.5. Stabilizujący wpływ zmienności indywidualnej	594
14.2.6. Warunki przetrwania gatunku	597
14.2.7. Populacja populacji, czyli metapopulacja	599
14.3. Demografia	604

14.3.1. Losy poszczególnych osobników	604
14.3.2. Wskaźnik zastępowania	605
14.3.3. Tabela życia dla kohorty	607
14.3.4. Macierz projekcji	622
14.3.5. Związki między współczynnikami dynamiki populacji	626
14.4. Strategie ewolucyjne gatunków	628
14.4.1. Historie życiowe	628
14.4.2. Kształtowanie strategii życiowej przez dobór naturalny	631
14.4.3. Organizm w środowisku – bioenergetyka ekologiczna	635
Literatura uzupełniająca	646
Epilog	649
Dodatek 1	653
Zastosowanie badań satelitarnych w ekologii	653
D1.1. Satelity do użytku codziennego: GPS	653
D1.2. Radiotelemetria satelitarna	656
D1.3. Metody teledetekcji satelitarnej	658
D1.4. Dostęp do danych satelitarnych	671
D1.5. Lotem trutnia	672
Literatura uzupełniająca	673
Dodatek 2	675
Przewodnik po metodach statystyki wielowymiarowej	675
Przykłady zastosowań statystyki wielowymiarowej w ekologii	686
Literatura uzupełniająca	687
Dodatek 3	689
Metody molekularne w ekologii	689
D3.1. „Ekologia molekularna”	689
D3.2. Markery genetyczne	691
D3.3. Warsztat molekularny w ekologii	692
D3.4. Wybrane przykłady zastosowań metod molekularnych w różnych obszarach ekologii	696
D3.4.1. Struktura i funkcjonowanie ekosystemów	696
D3.4.2. Ekologia gatunku, populacji i osobnika	700
Literatura uzupełniająca	703
Słownik wybranych pojęć z zakresu ekologii	705
Źródła ilustracji	757
Indeks rzeczowy	765
Indeks nazw organizmów	785