

# SPIS TREŚCI

## CZĘŚĆ PIERWSZA

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>WPROWADZENIE</b> .....                                                                  | 13 |
| <b>1.1. HISTORIA EKOLOGII</b> .....                                                        | 20 |
| 1.1.1. Środowisko fizyczne i chemiczne .....                                               | 22 |
| 1.1.2. Studia nad populacjami .....                                                        | 23 |
| A. Koncepcje nie uznające automatycznej regulacji liczebności populacji .....              | 24 |
| B. Koncepcje opierające się na idei automatycznej regulacji<br>liczebności populacji ..... | 26 |
| 1.1.3. Studia nad biocenozami .....                                                        | 27 |
| 1.1.4. Studia nad ekosystemami .....                                                       | 29 |
| 1.1.5. Historia ekologii w Polsce .....                                                    | 31 |
| <b>1.2. EKOLOGIA A EWOLUCJA</b> .....                                                      | 34 |

## CZĘŚĆ DRUGA

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| <b>EKOLOGIA ORGANIZMÓW</b> .....                                   | 40 |
| A. Prawo tolerancji .....                                          | 41 |
| B. Granice i ograniczenie zasady tolerancji ekologicznej .....     | 42 |
| <b>2.1. CZYNNIKI KLIMATYCZNE</b> .....                             | 44 |
| 2.1.1. Promieniowanie .....                                        | 44 |
| 2.1.1.1. Promieniowanie jako czynnik ograniczający .....           | 45 |
| 2.1.1.2. Promieniowanie w różnych warstwach atmosfery .....        | 46 |
| 2.1.1.3. Rytm dobowy zależny od światła .....                      | 48 |
| 2.1.1.4. Fotoperiodyzm .....                                       | 48 |
| 2.1.1.5. Rośliny o metabolizmie typu $C_3$ i $C_4$ .....           | 49 |
| 2.1.1.6. Reakcje roślin na niekorzystne warunki oświetlenia .....  | 51 |
| A. Deficyt światła .....                                           | 52 |
| B. Nadmiar światła .....                                           | 52 |
| C. Nadmiar promieniowania ultrafioletowego .....                   | 52 |
| 2.1.2. Ciepło – tolerancja termiczna organizmów .....              | 53 |
| 2.1.2.1. Procesy wymiany energii cieplnej .....                    | 54 |
| 2.1.2.2. Wpływ temperatur wysokich .....                           | 54 |
| 2.1.2.3. Sposoby adaptacji organizmów do wysokich temperatur ..... | 56 |
| A. Przystosowania do wysokich temperatur .....                     | 56 |
| B. Udział hormonów roślinnych .....                                | 56 |
| 2.1.2.4. Wpływ niskich temperatur .....                            | 57 |
| 2.1.2.5. Reakcje roślin na chłód .....                             | 58 |
| 2.1.2.6. Reakcje roślin na temperatury ujemne .....                | 58 |
| 2.1.2.7. Zależność metabolizmu od temperatury .....                | 59 |
| 2.1.2.8. Koncepcja sumy temperatur efektywnych .....               | 60 |
| 2.1.2.9. Fenologia i fenologiczne pory roku .....                  | 62 |
| 2.1.2.10. Reguła Bergmana .....                                    | 63 |
| 2.1.2.11. Reguła Allena .....                                      | 63 |
| 2.1.2.12. Reguła Jordana .....                                     | 65 |
| 2.1.3. Woda i wilgotność .....                                     | 66 |
| 2.1.3.1. Rozwój roślin w zależności od wilgotności .....           | 66 |
| 2.1.3.2. Znaczenie ekologiczne i rodzaje opadów .....              | 67 |
| 2.1.3.3. Wilgotność powietrza .....                                | 68 |

|             |                                                                             |           |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.1.3.4.    | Stresy wodne roślin .....                                                   | 68        |
|             | A. Susza .....                                                              | 69        |
|             | B. Nadmiar wody i związane z tym warunki beztlenowe .....                   | 70        |
| 2.1.4.      | Gazy atmosferyczne .....                                                    | 70        |
| 2.1.5.      | Wiatry .....                                                                | 72        |
| 2.1.6.      | Ciśnienie atmosferyczne .....                                               | 73        |
| 2.1.7.      | Ogień jako czynnik ekologiczny .....                                        | 74        |
| 2.1.8.      | Próby oceny łącznego działania czynników klimatycznych .....                | 75        |
| 2.1.9.      | Zależność fotosyntezy od czynników ekologicznych .....                      | 78        |
|             | A. Dwutlenek węgla .....                                                    | 80        |
|             | B. Tlen .....                                                               | 81        |
|             | C. Światło widzialne .....                                                  | 81        |
|             | D. Temperatura .....                                                        | 81        |
|             | E. Woda .....                                                               | 82        |
|             | F. Sole mineralne .....                                                     | 82        |
| <b>2.2.</b> | <b>PROBLEMY WODNE</b> .....                                                 | <b>83</b> |
| 2.2.1.      | Wody słone i słodkie .....                                                  | 83        |
| 2.2.2.      | Szczególne właściwości wody .....                                           | 85        |
|             | A. Budowa cząsteczki wody .....                                             | 85        |
|             | B. Gęstość .....                                                            | 86        |
|             | C. Właściwości termiczne .....                                              | 88        |
|             | D. Zjawiska powierzchniowe .....                                            | 89        |
|             | E. Lepkość .....                                                            | 89        |
| 2.2.3.      | Woda jako rozpuszczalnik .....                                              | 90        |
| 2.2.4.      | Gradienty pionowe .....                                                     | 92        |
|             | A. Światło .....                                                            | 92        |
|             | B. Temperatura .....                                                        | 94        |
|             | C. Kwasowość wody .....                                                     | 94        |
| 2.2.5.      | Prądy wodne .....                                                           | 94        |
| 2.2.6.      | Reakcje organizmów wodnych na działanie skrajnych warunków środowiska ..... | 95        |
| <b>2.3.</b> | <b>POKARM JAKO CZYNNIK EKOLOGICZNY</b> .....                                | <b>97</b> |
| 2.3.1.      | Rola pokarmu w środowisku wodnym .....                                      | 97        |
| 2.3.2.      | Ekologiczne aspekty mineralnego żywienia roślin .....                       | 99        |
| 2.3.2.1.    | Makroelementy .....                                                         | 100       |
|             | A. Fosfor .....                                                             | 100       |
|             | B. Azot .....                                                               | 101       |
|             | C. Potas .....                                                              | 102       |
|             | D. Wapń .....                                                               | 104       |
|             | E. Magnez .....                                                             | 105       |
|             | F. Sód .....                                                                | 106       |
|             | G. Siarka .....                                                             | 106       |
| 2.3.2.2.    | Mikroelementy .....                                                         | 106       |
|             | H. Krzem .....                                                              | 107       |
|             | I. Żelazo .....                                                             | 107       |
|             | J. Mangan .....                                                             | 108       |
|             | K. Miedź .....                                                              | 108       |
|             | L. Cynk .....                                                               | 109       |
|             | M. Bor .....                                                                | 110       |
|             | N. Molibden .....                                                           | 110       |
|             | O. Chlor .....                                                              | 111       |
|             | P. Nikiel .....                                                             | 111       |
|             | R. Inne pierwiastki .....                                                   | 111       |

|          |                                                                                                  |     |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2.3.3.   | Znaczenie makroelementów i mikroelementów w życiu człowieka i zwierząt .....                     | 112 |
| 2.3.4.   | Pokarm jako czynnik ekologiczny dla zwierząt .....                                               | 114 |
|          | A. Pokarm a metabolizm .....                                                                     | 115 |
|          | B. Specjalizacja pokarmowa zwierząt .....                                                        | 116 |
|          | C. Znaczenie biologiczne specjalizacji .....                                                     | 119 |
|          | D. Rozwój specjalizacji pokarmowej .....                                                         | 119 |
|          | E. Wpływ pokarmu na rozmnażanie się i rozwój .....                                               | 119 |
|          | F. Wpływ pokarmu na długość życia i płodność .....                                               | 122 |
|          | G. Przystosowania związane z charakterem odżywiania się .....                                    | 126 |
|          | H. Zmiany w składzie pokarmu w zależności od wieku .....                                         | 128 |
|          | I. Właściwości odżywiania się różnych płci .....                                                 | 128 |
|          | J. Zmiany sezonowe w odżywianiu .....                                                            | 128 |
| 2.3.5.   | Gleba jako środowisko życia organizmów .....                                                     | 130 |
| 2.3.5.1. | Morfologia gleby .....                                                                           | 130 |
| 2.3.5.2. | Czynniki fizyczne .....                                                                          | 130 |
| 2.3.5.3. | Czynniki chemiczne .....                                                                         | 133 |
| 2.3.5.4. | Zasolenie gleb i jego konsekwencje .....                                                         | 136 |
| 2.3.5.5. | Organizmy glebowe .....                                                                          | 136 |
| 2.3.5.6. | Ważniejsze grupy pokarmowe zwierząt glebowych .....                                              | 138 |
|          | A. Fitofagi .....                                                                                | 138 |
|          | B. Organizmy detrytusożerne .....                                                                | 139 |
|          | C. Zwierzęta żywiące się padliną .....                                                           | 139 |
|          | D. Koprofagi .....                                                                               | 139 |
|          | E. Mikrobiofagi .....                                                                            | 139 |
|          | F. Drapieżne .....                                                                               | 139 |
| 2.3.5.7. | Wpływ organizmów na środowisko ekologiczne gleby .....                                           | 140 |
| 2.4.     | <b>ROŚLINY JAKO BIOINDYKATORY STANU ŚRODOWISKA</b> .....                                         | 140 |
| 2.4.1.   | Ekologiczne liczby wskaźnikowe roślin .....                                                      | 140 |
| 2.4.2.   | Ocena skażenia środowiska Polski metalami ciężkimi<br>przy użyciu mchów jako biowskaźników ..... | 144 |
| 2.4.3.   | Rośliny – bioindykatory siedlisk leśnych .....                                                   | 145 |
|          | A. Siedliska terenów nizinnych .....                                                             | 145 |
|          | B. Siedliska terenów górskich .....                                                              | 148 |
| 2.5.     | <b>REAKCJE OBRONNE ROŚLIN NA NIEKORZYSTNE<br/>CZYNNIKI ŚRODOWISKA</b> .....                      | 149 |

## CZĘŚĆ TRZECIA

|                                                                                                                              |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>ORGANIZACJA EKOLOGICZNA NA POZIOMIE POPULACJI .....</b>                                                                   | <b>152</b> |
| <b>3.1. EKOLOGICZNA KONCEPCJA POPULACJI .....</b>                                                                            | <b>152</b> |
| <b>3.2. WIELKOŚĆ, LICZEBNOŚĆ I GĘSTOŚĆ POPULACJI .....</b>                                                                   | <b>153</b> |
| <b>3.3. METODY OCENY LICZEBNOŚCI I ZAGĘSZCZENIA .....</b>                                                                    | <b>155</b> |
| <b>3.4. STRUKTURA POPULACJI .....</b>                                                                                        | <b>156</b> |
| 3.4.1. Struktura płci .....                                                                                                  | 156        |
| 3.4.2. Struktura wiekowa .....                                                                                               | 161        |
| <b>3.5. ORGANIZACJA POPULACJI .....</b>                                                                                      | <b>163</b> |
| 3.5.1. Ograniczanie przestrzenna populacji .....                                                                             | 165        |
| 3.5.2. Zmienność fenotypowa i genetyczna .....                                                                               | 169        |
| 3.5.3. Organizacja socjalna populacji .....                                                                                  | 169        |
| 3.5.3.1. Organizacja socjalna u kręgowców .....                                                                              | 170        |
| 3.5.3.2. Organizacja socjalna u bezkręgowców .....                                                                           | 173        |
| A. Prymitywne mrówki z rodzaju <i>Myrmecia</i> .....                                                                         | 174        |
| B. Biologia mrówek ze zmodyfikowanym cyklem rozwojowym na przykładzie<br>mrówki faraona ( <i>Monomorium pharaoni</i> ) ..... | 175        |

|                  |                                                                                      |     |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|
|                  | C. Mrówki grzybiarki (plemię Attini) .....                                           | 175 |
|                  | D. Biologia mrówek koczujących (nomadnych) .....                                     | 175 |
|                  | E. Mrówki związane z roślinami wyższymi .....                                        | 176 |
|                  | F. Związki mrówek z innymi zwierzętami .....                                         | 177 |
|                  | G. Termity – <i>Isoptera</i> .....                                                   | 177 |
| <b>3.6.</b>      | <b>PROCESY WEWNĄTRZPOPULACYJNE</b> .....                                             | 179 |
| <b>3.6.1.</b>    | Rozrodczość .....                                                                    | 179 |
|                  | A. Płodność osobnika a rozrodczość populacji .....                                   | 179 |
|                  | B. Wpływ czynników środowiska na rozrodczość populacji .....                         | 181 |
| <b>3.6.2.</b>    | Śmiertelność .....                                                                   | 183 |
|                  | A. Wpływ czynników abiotycznych i biocenotycznych .....                              | 187 |
|                  | B. Zagrożenia małych populacji .....                                                 | 187 |
|                  | C. Hodowla dzikich zwierząt w niewoli jako metoda ochrony gatunków .....             | 190 |
| <b>3.6.3.</b>    | Ruch i migracja populacji w czasie i przestrzeni .....                               | 190 |
|                  | A. Ruch i rozprzestrzenianie się osobników populacji .....                           | 193 |
|                  | B. Migracje osobników populacji .....                                                | 196 |
| <b>3.7.</b>      | <b>PROCESY POPULACYJNE WYZNACZAJĄCE</b><br><b>ROLĘ POPULACJI W EKOSYSTEMIE</b> ..... | 199 |
| <b>3.7.1.</b>    | Dynamika populacji .....                                                             | 199 |
|                  | A. Faza wzrostu .....                                                                | 201 |
|                  | B. Faza równowagi populacji .....                                                    | 203 |
|                  | C. Faza spadku liczebności populacji .....                                           | 203 |
|                  | D. Fluktuacje liczebności populacji .....                                            | 204 |
| <b>3.8.</b>      | <b>GRADACJE I INWAZJE</b> .....                                                      | 205 |
|                  | A. Gradacje .....                                                                    | 206 |
|                  | B. Inwazje .....                                                                     | 206 |
| <b>3.9.</b>      | <b>PULA GENOWA I BANKI GENÓW</b> .....                                               | 210 |
| <b>3.10.</b>     | <b>PRZEPŁYW ENERGII PRZEZ POPULACJĘ</b> .....                                        | 211 |
| <b>3.11.</b>     | <b>WPŁYW POPULACJI NA ŚRODOWISKO</b> .....                                           | 212 |
| <b>3.12.</b>     | <b>EKSPLOATACJA POPULACJI</b> .....                                                  | 212 |
| <b>3.13.</b>     | <b>STRATEGIA ADAPTACJI</b> .....                                                     | 214 |
| <b>3.13.1.</b>   | Strategia demograficzna .....                                                        | 214 |
| <b>3.13.1.1.</b> | Stratedy „K” .....                                                                   | 215 |
| <b>3.13.1.2.</b> | Stratedy „r” .....                                                                   | 216 |

## CZĘŚĆ CZWARTA

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| <b>NISZA EKOLOGICZNA</b> ..... | 219 |
|--------------------------------|-----|

## CZĘŚĆ PIĄTA

|                                                      |     |
|------------------------------------------------------|-----|
| <b>INTERAKCJE W UKŁADACH MIĘDZYGATUNKOWYCH</b> ..... | 223 |
|------------------------------------------------------|-----|

|               |                                                          |     |
|---------------|----------------------------------------------------------|-----|
| <b>5.1.</b>   | <b>STOSUNKI TOPOWE</b> .....                             | 223 |
| <b>5.2.</b>   | <b>STOSUNKI FABRYCZNE</b> .....                          | 224 |
| <b>5.3.</b>   | <b>STOSUNKI FORYCZNE</b> .....                           | 224 |
| <b>5.4.</b>   | <b>STOSUNKI TROFICZNE</b> .....                          | 224 |
| <b>5.4.1.</b> | Stosunki obojętne. Neutralizm .....                      | 225 |
| <b>5.4.2.</b> | Komensalizm – współbiesiadnictwo .....                   | 225 |
| <b>5.4.3.</b> | Mutualizm (symbioza) .....                               | 227 |
| <b>5.4.4.</b> | Kwiaty roślin i zapylające je zwierzęta (zoogamia) ..... | 230 |
| <b>5.4.5.</b> | Protokooperacja .....                                    | 232 |
| <b>5.4.6.</b> | Rośliny i roślinożercy (roślina – fitofag) .....         | 233 |
| <b>5.4.7.</b> | Konkurencja (współzawodnictwo) .....                     | 235 |
| <b>5.4.8.</b> | Drapieżnictwo .....                                      | 238 |

|           |                                                                       |     |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.4.9.    | Pasożytnictwo .....                                                   | 242 |
| 5.4.9.1.  | Pasożytnictwo wśród roślin .....                                      | 242 |
| 5.4.9.2.  | Pasożyty właściwe zwierząt .....                                      | 242 |
| 5.4.9.3.  | Pasożyty owadów (parazytoidy) .....                                   | 250 |
| 5.4.10.   | Czynniki patogenne .....                                              | 256 |
| 5.4.10.1. | Patogeny roślin .....                                                 | 256 |
| 5.4.10.2. | Patogeny zwierząt .....                                               | 257 |
| 5.4.11.   | Destruenci i detrytusofagi .....                                      | 258 |
| 5.4.11.1. | Destruenci (bakterie i grzyby) .....                                  | 258 |
| 5.4.11.2. | Detrytusożercy i zjadacze drobnoustrojów .....                        | 259 |
| 5.4.11.3. | Koprofagi .....                                                       | 263 |
| 5.5.      | <b>ODDZIAŁYWANIA CHEMICZNE</b> .....                                  | 264 |
| 5.5.1.    | Oddziaływania między grzybami, glonami i bakteriami .....             | 266 |
| 5.5.1.1.  | Oddziaływania wewnątrzpopulacyjne .....                               | 266 |
| 5.5.1.2.  | Oddziaływania międzypopulacyjne .....                                 | 267 |
| 5.5.2.    | Oddziaływania roślin wyższych na rośliny wyższe .....                 | 268 |
| 5.5.2.1.  | Oddziaływania chemiczne w agrocenozach .....                          | 268 |
| 5.5.2.2.  | Chemiczne oddziaływania w ekosystemach leśnych .....                  | 270 |
| 5.5.2.3.  | Inhibitory wzrostu roślin wyższych .....                              | 272 |
| 5.5.3.    | Oddziaływania między grzybami i bakteriami a roślinami wyższymi ..... | 274 |
| 5.5.3.1.  | Biochemiczne środki ataku grzybów na rośliny wyższe .....             | 274 |
| 5.5.3.2.  | Chemiczne środki obrony roślin przed grzybami i bakteriami .....      | 275 |
| 5.5.4.    | Oddziaływania między grzybami, glonami a zwierzętami .....            | 275 |
| 5.5.5.    | Oddziaływania pomiędzy roślinami wyższymi i zwierzętami .....         | 277 |
| 5.5.5.1.  | Toksyny roślinne .....                                                | 278 |
|           | A. Toksyny zawierające azot .....                                     | 278 |
|           | B. Toksyny roślinne nie zawierające azotu .....                       | 279 |
| 5.5.5.2.  | Deterenty pokarmowe .....                                             | 279 |
| 5.5.5.3.  | Atraktanty pokarmowe .....                                            | 279 |
| 5.5.5.4.  | Ekologiczne chemoregulatory ontogenezy i rozrodczości fitofagów ..... | 280 |
| 5.5.5.5.  | Chemoregulatory działające na kęgowce .....                           | 281 |
| 5.5.6.    | Oddziaływania między zwierzętami .....                                | 283 |
| 5.5.6.1.  | Oddziaływania wewnątrzgatunkowe .....                                 | 283 |
|           | A. Feromony bezkręgowców .....                                        | 283 |
|           | B. Feromony kręgowców .....                                           | 285 |
| 5.5.6.    | Oddziaływania między zwierzętami różnych gatunków .....               | 286 |
|           | A. Allomony .....                                                     | 286 |
|           | B. Kajromony .....                                                    | 286 |

## CZĘŚĆ SZÓSTA

|                                                                                          |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>EKOLOGIA BIOCENÓZ I EKOSYSTEMÓW .....</b>                                             | <b>287</b> |
| <b>6.1. WSTĘP DO BIOCENOLOGII. KLASYFIKACJA, ZASADY, RÓŻNORODNOŚĆ I STABILNOŚĆ .....</b> | <b>287</b> |
| <b>6.2. STRUKTURA I ORGANIZACJA BIOCENÓZ .....</b>                                       | <b>289</b> |
| <b>6.3. WSKAŹNIKI BIOCENOTYCZNE .....</b>                                                | <b>290</b> |
| <b>6.4. STRUKTURA PRZESTRZENNA BIOCENÓZ .....</b>                                        | <b>291</b> |
| <b>6.5. EKOTONY I ZJAWISKA EKOTONOWE .....</b>                                           | <b>291</b> |
| <b>6.6. STRUKTURA WARSTWOWA BIOCENÓZ .....</b>                                           | <b>292</b> |
| A. Biocenozy wodne .....                                                                 | 292        |
| B. Biocenozy lądowe .....                                                                | 297        |
| C. Jednostki struktury przestrzennej biocenoz .....                                      | 298        |

|              |                                                                                |     |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>6.7.</b>  | <b>KONCEPCJA EKOSYSTEMU</b>                                                    | 298 |
| <b>6.8.</b>  | <b>PIĘTRA POKARMOWE</b>                                                        | 300 |
|              | A. Producenci (autotrofy)                                                      | 300 |
|              | B. Konsumenty                                                                  | 301 |
|              | C. Destruenci                                                                  | 301 |
|              | D. Miksotrofy                                                                  | 302 |
| <b>6.9.</b>  | <b>STRUKTURA BIOTYCZNA EKOSYSTEMÓW</b>                                         | 303 |
| <b>6.10.</b> | <b>PRZEPŁYW ENERGII PRZESYSTEMY</b>                                            | 307 |
| <b>6.11.</b> | <b>EKOSYSTEMY WODNE</b>                                                        | 309 |
| 6.11.1.      | Warunki ekologiczne w środowisku wodnym                                        | 310 |
| 6.11.2.      | Promieniowanie i fotosynteza w ekosystemach wodnych                            | 311 |
| 6.11.3.      | Stratyfikacja wód i jej konsekwencje ekologiczne                               | 311 |
| 6.11.4.      | Cykle krążenia węgla, azotu i fosforu w ekosystemach wodnych                   | 314 |
| 6.11.5.      | Biomaniipulacje                                                                | 317 |
| <b>6.12.</b> | <b>EKOSYSTEMY LĄDOWE</b>                                                       | 318 |
| <b>6.13.</b> | <b>GLEBA JAKO PODSYSTEM</b>                                                    | 319 |
| 6.13.1.      | Ryzosfera                                                                      | 319 |
| 6.13.2.      | Gleba jako siedlisko edafonu                                                   | 320 |
| 6.13.3.      | Wpływ środowiska na organizmy glebowe                                          | 320 |
| 6.13.4.      | Zależności wzajemne między organizmami glebowymi                               | 321 |
| 6.13.5.      | Wpływ działalności człowieka na organizmy glebowe                              | 322 |
| <b>6.14.</b> | <b>HOMEOSTAZA</b>                                                              | 324 |
| <b>6.15.</b> | <b>PRODUKCJA EKOSYSTEMÓW</b>                                                   | 324 |
| 6.15.1.      | Produkcja pierwotna                                                            | 325 |
|              | A. Produkcja pierwotna w ekosystemach wodnych i lądowych                       | 326 |
|              | B. Porównanie produkcji pierwotnej na lądach i w wodach                        | 334 |
| 6.15.2.      | Produkcja wtórna                                                               | 335 |
| 6.15.3.      | Rozkład materii organicznej                                                    | 337 |
| 6.15.4.      | Piramidy ekologiczne                                                           | 338 |
| <b>6.16.</b> | <b>SUKCESJA EKOLOGICZNA</b>                                                    | 342 |
| 6.16.1.      | Charakterystyka stadiów sukcesyjnych                                           | 343 |
| 6.16.2.      | Klimaks                                                                        | 348 |
| 6.16.3.      | Sukcesje w ekosystemach wodnych                                                | 348 |
| 6.16.4.      | Sukcesje roślinne                                                              | 351 |
| 6.16.5.      | Zmiany populacji różnych gatunków owadów<br>w trakcie rozkładu drewna w czasie | 353 |
| 6.16.6.      | Sukcesje w podsystemie gleby                                                   | 355 |

## **CZĘŚĆ SIÓDMA**

|                                                        |     |
|--------------------------------------------------------|-----|
| <b>EKOLOGIA KRAJOBRAZU</b>                             | 358 |
| <b>7.1. KRAJOBRAZ W EKOLOGII</b>                       | 358 |
| <b>7.2. KRAJOBRAZ W OCHRONIE ŚRODOWISKA</b>            | 363 |
| <b>7.3. EKOLOGIA KRAJOBRAZU W GEOGRAFII</b>            | 365 |
| <b>7.4. EKOLOGIA KRAJOBRAZU W URBANISTYCE</b>          | 366 |
| <b>7.5. INTERDYSCYPLINARNE PODEJŚCIE DO KRAJOBRAZU</b> | 366 |

## **CZĘŚĆ ÓSMA**

### **BIOGEOGRAFIA WAŻNIEJSZYCH BIOMÓW**

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| <b>WODNYCH I LĄDOWYCH</b>       | 368 |
| <b>8.1. BIOMY WODNE</b>         | 368 |
| 8.1.1. Przybrzeżne wody morskie | 370 |

|             |                                                         |            |
|-------------|---------------------------------------------------------|------------|
| 8.1.1.1.    | Namorzyny .....                                         | 371        |
| 8.1.1.2.    | Rafy koralowe .....                                     | 372        |
| 8.1.1.3.    | Ujścia rzeczne .....                                    | 372        |
| 8.1.2.      | Otwarte wody oceaniczne .....                           | 374        |
| 8.1.2.1.    | Epipelagial .....                                       | 374        |
| 8.1.2.2.    | Środowisko wód głębinowych .....                        | 375        |
| 8.1.2.3.    | Denna fauna abysalu .....                               | 376        |
| 8.1.3.      | Jeziora .....                                           | 376        |
| 8.1.4.      | Drobne zbiorniki wód stojących .....                    | 378        |
| 8.1.5.      | Wody bieżące .....                                      | 378        |
| <b>8.2.</b> | <b>BIOMY LĄDOWE</b> .....                               | <b>379</b> |
| 8.2.1.      | Wiecznie zielony las równikowy .....                    | 379        |
| 8.2.2.      | Las zimozielony liściasty strefy umiarkowanej .....     | 382        |
| 8.2.3.      | Las liściasty zrzucający liście na zimę .....           | 382        |
| 8.2.4.      | Las zrzucający liście w porze suchej (monsunowy) .....  | 383        |
| 8.2.5.      | Las suchy (kserofityczny) i kserofityczne zarośla ..... | 383        |
| 8.2.6.      | Obszary trawiaste .....                                 | 384        |
|             | A. Obszary trawiaste w strefie tropikalnej .....        | 384        |
|             | B. Step strefy umiarkowanej .....                       | 385        |
| 8.2.7.      | Pustynie .....                                          | 386        |
|             | A. Pustynia gorąca .....                                | 387        |
|             | B. Pustynia strefy umiarkowanej .....                   | 387        |
|             | C. Pustynia zimna .....                                 | 387        |
| 8.2.8.      | Las wiecznie zielony twarolistny .....                  | 387        |
| 8.2.9.      | Tajga .....                                             | 387        |
| 8.2.10.     | Tundra .....                                            | 388        |

## CZĘŚĆ DZIEWIĄTA

|                                                                            |            |
|----------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>ORGANIZACJA NA POZIOMIE BIOSFERY .....</b>                              | <b>391</b> |
| <b>9.1. FAKTY HISTORYCZNE .....</b>                                        | <b>391</b> |
| 9.1.1. Skład gazowy atmosfery pierwotnej i obecnej .....                   | 392        |
| 9.1.2. Skład pierwiastków poszczególnych części biosfery .....             | 393        |
| 9.1.3. Różnicowanie i ewolucja biosfery .....                              | 394        |
| 9.1.4. Ruchy mas lądowych .....                                            | 395        |
| 9.1.5. Zmiany klimatu .....                                                | 396        |
| 9.1.6. Systematyczny wzrost antropopresji na środowisko przyrodnicze ..... | 398        |
| <b>9.2. PRZEPŁYW ENERGII PRZEZ BIOSFERĘ .....</b>                          | <b>400</b> |
| 9.2.1. Znaczenie energii dla istot żyjących .....                          | 400        |
| 9.2.2. Przepływ energii przez ważniejsze formacje biosfery .....           | 401        |
| 9.2.3. Zagrożenia w przepływie energii .....                               | 403        |
| <b>9.3. OBIEG MATERII W BIOSFERZE .....</b>                                | <b>404</b> |
| <b>9.4. CYKLE BIOGEOCHEMICZNE .....</b>                                    | <b>406</b> |
| 9.4.1. Obieg wody .....                                                    | 406        |
| 9.4.2. Obieg węgla .....                                                   | 410        |
| 9.4.3. Obieg tlenu .....                                                   | 412        |
| 9.4.4. Obieg azotu .....                                                   | 414        |
| 9.4.5. Obieg fosforu .....                                                 | 419        |
| 9.4.6. Obieg siarki .....                                                  | 421        |
| 9.4.7. Ubytek elementów mineralnych .....                                  | 423        |
| 9.4.8. Obieg pierwiastków w strefie umiarkowanej i tropikalnej .....       | 425        |

|                            |            |
|----------------------------|------------|
| <b>CZĘŚĆ DZIESIĄTA</b>     |            |
| <b>SŁOWNICZEK .....</b>    | <b>427</b> |
| <b>CZĘŚĆ JEDENASTA</b>     |            |
| <b>PIŚMIENNICTWO .....</b> | <b>431</b> |
| <b>CZĘŚĆ DWUNASTA</b>      |            |
| <b>PODZIĘKOWANIE .....</b> | <b>459</b> |