

Spis treści

Wstęp.....	XI
Podziękowania.....	XV
1. Wprowadzenie do zmian klimatu	2
1.1. Pogoda i klimat.....	4
1.2. Efekt cieplarniany.....	4
1.3. Obieg węgla.....	11
1.4. Zmiany naturalne obiegu węgla	19
1.5. Stymulator cyklu zlodowaceń.....	20
1.6. Inne czynniki oddziałujące na klimat.....	26
1.7. Obieg wody, zmiany klimatu i życie organiczne.....	28
1.8. Od teorii do rzeczywistości.....	30
1.9. Literatura	32
2. Podstawowe wskaźniki dawnego klimatu	34
2.1. Biotyczne dane pośrednie pochodzenia lądowego	37
2.1.1. Analiza pierścieni przyrostowych drzew (dendrochronologia)	37
2.1.2. Dendrochronologia izotopowa	40
2.1.3. Kształt liścia (morfologia).....	42
2.1.4. Fizjologia liści	43
2.1.5. Analiza pyłku i spor	44
2.1.6. Gatunki jako dane pośrednie	46
2.2. Biotyczne morskie źródła danych pośrednich o klimacie	48
2.2.1. Analiza izotopu ¹⁸ O w otwornicach i koralowcach.....	49
2.2.2. Analiza alkenowa.....	53
2.3. Wskaźniki abiotyczne	53
2.3.1. Skład izotopowy wody	53
2.3.2. Odwierty	55
2.3.3. Dwutlenek węgla i metan jako czynniki decydujące o paleoklimacie.....	55
2.3.4. Pył jako wskaźnik suchego i wilgotnego klimatu	57

2.4.	Inne wskaźniki.....	57
2.5.	Interpretacja wskaźników	57
2.6.	Podsumowanie	58
2.7.	Literatura	59
3.	Zmiany klimatu w przeszłości.....	60
3.1.	Klimat i biosfera w hadeiku i archaiku (4,6–2,5 mld lat temu).....	61
3.1.1.	Ziemia przed powstaniem życia (4,6–3,8 mld lat temu)	61
3.1.2.	Wczesne życie na Ziemi (3,8–2,3 mld lat temu).....	62
3.2.	Główne biologiczno-klimatyczne zdarzenia proterozoiku (2,5–0,542 mld lat temu)	65
3.2.1.	Przejście od biosfery beztlenowej do tlenowej (2,6–1,7 mld lat temu).....	65
3.2.2.	Ziemia tlenowa (od 1,7 mld lat).....	67
3.3.	Główne zdarzenia bioklimatyczne fanerozoiku (540–2 mln lat temu).....	70
3.3.1.	Wymieranie w późnym ordowiku (455–435 mln lat temu)	70
3.3.2.	Wymieranie w późnym dewonie (365–363,5 mln lat temu)	71
3.3.3.	Rośliny naczyniowe i ubytek atmosferycznego dwutlenku węgla (350–275 mln lat temu)	71
3.3.4.	Zlodowacenie permsko-karbońskie (330–250 mln lat temu).....	73
3.3.5.	Wymieranie pod koniec permu (251 mln lat temu)	74
3.3.6.	Wymieranie pod koniec triasu (205 mln lat temu).....	76
3.3.7.	Wymieranie w toarku (wczesna jura, 184 mln lat temu).....	77
3.3.8.	Wymieranie kredowo-trzeciorzędowe (65,6 mln lat temu)	78
3.3.9.	Klimatyczne maksimum eocenu (55–54,8 mln lat temu)	81
3.3.10.	Wymieranie eoceńsko-oligoceńskie (35 lub 33,9 mln lat temu)	90
3.3.11.	Ekspansja traw C4 w późnym miocenie (14–9 mln lat temu)	91
3.4.	Podsumowanie	95
3.5.	Literatura	96
4.	Od oligocenu do czwartorzędu: klimat i biosfera	100
4.1.	Oligocen (33,9–23,03 mln lat temu).....	101
4.2.	Koniec miocenu (9–5,3 mln lat temu).....	103
4.3.	Pliocen (5,3–1,8 mln lat temu).....	104
4.4.	Współczesna epoka lodowa.....	107
4.5.	Ostatnie zlodowacenie.....	112
4.5.1.	Temperatura, dwutlenek węgla i ich koincydencja w czasie.....	112
4.5.2.	Lód i poziom morza.....	114
4.5.3.	Zmiany temperatury podczas zlodowacenia	115
4.5.4.	Wpływ ostatniego zlodowacenia na życie biologiczne i środowisko	125
4.6.	Klimat w interglacjalach i klimat obecny.....	131
4.6.1.	Poprzednie interglacjale	131
4.6.2.	Alleröd, Bölling i młodszy dryas (14 600–11 600 lat temu).....	135
4.6.3.	Holocen (od 11 500 lat temu do rewolucji przemysłowej)	140
4.6.4.	Reakcja biosfery na transformację od maksimum ostatniego zlodowacenia do holocenu.....	148
4.7.	Podsumowanie	157
4.8.	Literatura	158

5. Współczesne zmiany klimatu i biosfery.....	162
5.1. Współczesne zmiany klimatu.....	161
5.1.1. Druga połowa Małej Epoki Lodowej.....	161
5.1.2. Klimat XX w.	167
5.1.3. Klimat XXI w.	167
5.1.4. Interglacja holoceni po XXI w.	167
5.1.5. Podsumowanie holocenu.....	169
5.2. Zmiany społeczne na skutek holocenijskich zmian klimatu.....	170
5.2.1. Wpływ klimatu na wczesne cywilizacje.....	170
5.2.2. Wpływ Małej Epoki Lodowej na życie człowieka.....	171
5.2.3. Dwudziestowieczny wzrost ocieplenia antropogenicznego.....	177
5.3. Klimat i <i>Business as Usual</i> w XXI w.	178
5.3.1. IPCC – <i>Business as Usual</i>	178
5.3.2. Wątpliwości i wnioski IPCC.....	188
5.4. Współczesny wpływ człowieka na obieg węgla.....	195
5.4.1. Dwutlenek węgla.....	195
5.4.2. Metan.....	199
5.4.3. Halowęglowodory.....	199
5.4.4. Podtlenek azotu.....	190
5.5. Literatura.....	200
6. Współczesne ocieplenie i jego przyszłe konsekwencje.....	202
6.1. Biologiczne symptomy współczesnego ocieplenia.....	203
6.1.1. Współczesna reakcja lasów borealnych.....	203
6.1.2. Współczesna reakcja lasów deszczowych strefy gorącej.....	205
6.1.3. Biologiczny wymiar skutków zmian klimatu.....	206
6.1.4. Fenologia.....	209
6.1.5. Zmiany zasięgów gatunków i całych zbiorowości.....	210
6.2. Studium przypadku: klimat i środowisko naturalne w USA.....	221
6.3. Studium przypadku: klimat i ekosystemy naturalne w Wielkiej Brytanii.....	230
6.4. Reakcja biosfery na zmiany stężenia gazów cieplarnianych po XXI w.	240
6.5. Możliwe niespodziewane reakcje na zmiany stężenia gazów cieplarnianych w XXI w. i później.....	241
6.5.1. Ekstremalne zdarzenia pogodowe.....	241
6.5.2. Gazy cieplarniane.....	244
6.5.3. Wzrost poziomu morza.....	245
6.5.4. Hydrat metanu.....	252
6.5.5. Wulkany.....	255
6.5.6. Cyrkulacja atmosferyczna i oceaniczna.....	258
6.5.7. Kwasowość oceanu.....	262
6.5.8. Prawdopodobieństwo niespodzianek.....	264
6.6. Literatura.....	266

7. Ekologia człowieka i zmiany klimatu.....	270
7.1. Liczba ludności (w przeszłości, obecnie i w przyszłości) i jej wpływ na środowisko.....	271
7.1.1. Liczba ludności i wpływ na środowisko	271
7.1.2. Ludność w przeszłości i obecnie.....	279
7.1.3. Liczba ludności w przyszłości.....	281
7.1.4. Żywność	284
7.1.5. Wpływ na inne gatunki.....	286
7.2. Źródła energii.....	288
7.2.1. Źródła energii – kontekst historyczny	288
7.2.2. Źródła energii w przyszłości	293
7.3. Zmiana klimatu a zdrowie człowieka	299
7.3.1. Ekstremalne zjawiska pogodowe a zdrowie.....	301
7.3.2. Zmiany klimatu a choroby	307
7.3.3. Powodzie i zdrowie	314
7.3.4. Susze	320
7.4. Zmiany klimatu i bezpieczeństwo żywnościowe.....	320
7.4.1. Bezpieczeństwo żywnościowe dawniej i dziś	320
7.4.2. Bezpieczeństwo żywnościowe i zmiany klimatu w przyszłości.....	322
7.5. Biologia redukcji antropogenicznych zmian klimatu	328
7.5.1. Fotosynteza lądowa i węgiel w glebie	328
7.5.2. Manipulowanie fotosyntezą morską.....	333
7.5.3. Biopaliwa.....	333
7.6. Podsumowanie i wnioski	336
7.7. Literatura	337
8. Zrównoważony rozwój i polityka.....	340
8.1. Polityczne aspekty zrównoważonego rozwoju	341
8.1.1. Konferencja ONZ na temat Środowiska Człowieka (1972).....	341
8.1.2. Raport „Granice wzrostu” Klubu Rzymskiego (1972).....	344
8.1.3. Światowa Konferencja Klimatyczna (1979).....	345
8.1.4. Światowa Strategia Ochrony	345
8.1.5. Raport Brandta – Północ-Południe, program na przetrwanie.....	346
8.1.6. Raport Brundtland, Światowej Komisji ds. Środowiska i Rozwoju, 1987.....	347
8.1.7. Konferencja ONZ na temat środowiska i rozwoju – Rio de Janeiro (1992)	348
8.1.8. Protokół z Kioto (1997)	349
8.1.9. Szczyt w Johannesburgu – UNCED+10 (2002).....	351
8.1.10. Po roku 2002.....	352
8.2. Zrównoważony rozwój energii a węgiel (globalnie)	353
8.2.1. Szanse na oszczędności z powodu zmian użytkowania ziemi	356
8.2.2. Perspektywy oszczędności na skutek poprawy efektywności energii	356
8.2.3. Perspektywy oszczędności paliw kopalnych dzięki energii odnawialnej.....	360
8.2.4. Perspektywy technologii wychwytywania węgla	361
8.2.5. Perspektywy opcji jądrowych.....	364
8.2.6. Perspektywy zmniejszenia emisji kopalnego węgla do 2025 roku.....	368

8.3. Polityka energetyczna i węgiel	369
8.3.1. Studium przypadku – USA	371
8.3.2. Studium przypadku – Wielka Brytania	374
8.3.3. Studium przypadku – Chiny i Indie	382
8.4. Opcje energetyczne możliwe w przyszłości	386
8.4.1. Zarządzanie emisjami węgla z paliw kopalnych – skala problemu	386
8.4.2. Przyszłość paliw kopalnych	388
8.4.3. Przyszłość energii jądrowej	389
8.4.4. Przyszłość energii odnawialnej	390
8.4.5. Przyszłość niskoenergetyczna	391
8.4.6. Możliwe opcje energetyczne i gazy cieplarniane w przyszłości	392
8.5. Zmiany społeczne i biologiczne w przyszłości	393
8.5.1. Lepsze i gorsze strony przystosowania do skutków zmian w przyszłości	396
8.5.2. Zmiany klimatu i zdrowie człowieka w przyszłości	400
8.5.3. Wpływ klimatu i ekologii człowieka na przyrodę w przyszłości	400
8.5.4. Redukcja antropogenicznej emisji gazów cieplarnianych w przyszłości	402
8.5.5. Wnioski końcowe	403
8.6. Literatura	404
Aneks 1. Słowniczek i skróty	407
Słowniczek	407
Skróty	411
Aneks 2. Chronologia biogeograficzna	415
Aneks 3. Ocena zapotrzebowania na energię i jej dostaw oraz rzędy wielkości	419
Ocena zapotrzebowania na energię i jej dostawy	419
Rzędy wielkości	420
Źródła	420
Aneks 4. Raport IPCC z 2007 r.	421
Literatura	422
Indeks rzeczowy	423
Indeks nazwisk	434