

Spis treści

1. Termodynamika atmosfery	7
1. Skład i budowa atmosfery	7
1.1. Powstanie, ewolucja, skład	7
1.2. Budowa atmosfery ziemskiej	14
2. Termodynamika atmosfery, prawa gazowe	20
2.1. Podstawowe pojęcia i terminologia w termodynamice atmosfery	20
2.2. Prawa gazowe	24
2.3. Pionowy rozkład ciśnienia, temperatury i gęstości powietrza	26
2.3.1. Podstawowe pojęcia	26
2.3.2. Zmiana ciśnienia wraz z wysokością	29
2.3.3. Pionowe zmiany temperatury powietrza w troposferze	31
2.3.4. Specjalne przypadki uwarstwienia atmosfery	37
2.4. Właściwości cieplne i wilgotnościowe atmosfery	41
2.4.1. Właściwości cieplne atmosfery	41
2.4.2. Właściwości wilgotnościowe powietrza	46
2.5. Warunki równowagi termodynamicznej powietrza	53
2.5.1. Pojęcia podstawowe	53
2.5.2. Warunki równowagi powietrza suchego	54
2.5.3. Warunki równowagi powietrza wilgotnego	58
2.5.4. Warunki równowagi powietrza nasyconego parą wodną	60
3. Ogólna cyrkulacja atmosfery	63
3.1. Siły określające kierunek i prędkość wiatru	63
3.2. Ogólna cyrkulacja atmosfery	68
4. Wymiana pędu w granicznej warstwie atmosfery	72
4.1. Pojęcia podstawowe	72
4.2. Pionowy profil prędkości wiatru	73
2. Przepływ energii	79
5. Podstawowe prawa zachowania i przepływu energii	79
6. Promieniowanie	82
6.1. Promieniowanie cieplne	82
6.2. Prawa promieniowania	83
6.2.1. Pojęcia podstawowe	83
6.2.2. Prawa promieniowania	88
6.3. Promieniowanie słoneczne	91
6.3.1. Napromieniowanie powierzchni poziomej	93
6.3.2. Zmiany natężenia promieniowania przy przejściu przez atmosferę ziemską	94
6.4. Promieniowanie Ziemi i atmosfery	105
6.5. Przepływ promieniowania przez zbiorowisko roślinne	107
6.5.1. Wnikanie promieniowania słonecznego w szatę roślinną	109
6.5.2. Promieniowanie odbite w szacie roślinnej	113

6.5.3. Promieniowanie długofalowe w szacie roślinnej	114
6.5.4. Saldo promieniowania całkowitego szaty roślinnej	115
6.6. Średni roczny bilans cieplny układu ziemia-atmosfera	117
7. Wymiana ciepła i wilgoci pomiędzy powierzchnią czynną i atmosferą	119
7.1. Wymiana pędu, energii i wilgoci w stanie równowagi obojętnej	120
7.2. Wpływ stanu równowagi termodynamicznej atmosfery na wymianę energii i wilgoci w rozwiniętej warstwie granicznej atmosfery	128
7.3. Opis pionowej wymiany masy i energii uwzględniający opór środowiska	131
8. Przepływ ciepła w glebie	137
3. Obieg wody w przyrodzie	143
9. Woda na Ziemi, bilans wodny Ziemi, bilans wodny zlewni	143
9.1. Woda na Ziemi	143
9.2. Bilans wodny Ziemi	146
9.3. Bilans wodny zlewni	149
10. Ogniwo atmosferyczne obiegu wody w przyrodzie	151
11. Ogniwo glebowe obiegu wody w przyrodzie	159
11.1. Gęstość i wilgotność gleby	159
11.2. Potencjał wody glebowej	162
11.3. Krzywa pF	170
11.4. Ruch wody w glebie	176
12. Ogniwo powierzchniowe obiegu wody w przyrodzie	181
12.1. Intercepcja	181
12.2. Retencja powierzchniowa	183
12.3. Infiltracja	187
13. Przepływ wody przez system gleba-roślina-atmosfera	190
13.1. Absorbcja wody przez korzenie	192
13.2. Przepływ wody przez roślinę	193
13.3. Transpiracja	195
14. Parowanie	202
14.1. Pojęcia podstawowe i podstawy fizyczne parowania	202
14.2. Ewapotranspiracja potencjalna ETP i rzeczywista ETR	203
14.3. Dobowy i sezonowy przebieg parowania	209
14.4. Pomiary parowania	211
14.4.1. Metody aerodynamiczne lub metody wymiany masy	212
14.4.2. Metody oparte na bilansie cieplnym	214
14.4.3. Metody kombinowane	216
14.4.4. Metody hydrologiczne	217
14.4.5. Metody empiryczne	218
14.4.6. Modelowanie matematyczne procesu parowania	220
4. Bilans cieplny	223
15. Bilans cieplny powierzchni czynnej	223
15.1. Bilans cieplny warstwy czynnej	229
15.2. Wpływ rodzaju powierzchni czynnej na dobowy bieg składników bilansu cieplnego	231

15.3. Wpływ rodzaju powierzchni czynnej na sezonową zmienność struktury bilansu cieplnego	237
15.4. Kształtowanie struktury bilansu cieplnego krajobrazu	244

5. Globalne zmiany klimatu.....247

16. Zasady funkcjonowania systemu klimatycznego	247
16.1. Stosunki energetyczne systemu klimatycznego ziemi.....	247
16.2. Rola cyrkulacji atmosfery i hydrosfery w funkcjonowaniu systemu klimatycznego	258
16.3. Sprzężenie zwrotne w systemie klimatycznym ziemi	266
16.3.1. Sprzężenie zwrotne związane z procesem promieniowania.....	267
16.3.2. Sprzężenie zwrotne wynikające z albedo lodu.....	270
16.3.3. Sprzężenie zwrotne wynikające z południkowego transportu energii	271
16.3.4. Sprzężenie zwrotne wynikające z procesu parowania	271
16.3.5. Sprzężenie zwrotne wynikające z zachmurzenia	273
16.3.6. Przykłady sprzężeń zwrotnych, w których udział biorą żywe organizmy	274
17. Zmiany klimatyczne	276
17.1. Przyczyny zmian klimatycznych.....	277
17.2. Zmiany klimatyczne w przeszłości	281
17.3. Zmiany klimatu w ostatnich stuleciach i prognoza na przyszłość.....	283
18. Efekt szklarniowy.....	294
18.1. Fizyka efektu szklarniowego	294
18.2. Chemizm efektu szklarniowego.....	298
18.3. Gazy szklarniowe.....	300
18.3.1. Dwutlenek węgla.....	303
18.3.2. Metan	307
18.3.3. Tlenki azotu.....	310
18.4. Wpływ użytkowania ziemi na zmiany klimatyczne.....	313
19. Inne rodzaje zmian globalnych.....	316
19.1. Zmiany w zawartości ozonu w atmosferze	316
19.1.1. Teoria Chapmana	316
19.1.2. Zmiany ozonu w regionach polarnych.....	320
19.1.3. Ozon w troposferze	323
19.2. Kwaśne deszcze	324
19.3. Telekoneksje, El Niño.....	326
19.4. Konsekwencje zmian klimatycznych w rolnictwie i leśnictwie	330
19.4.1. Zmiany w strukturze bilansu cieplnego i wodnego krajobrazu	330
19.4.2. Wpływ zmian klimatycznych na kształtowanie się szaty roślinnej.....	337
19.4.3. Wpływ zmian klimatycznych na procesy erozji wodnej.....	341
19.4.4. Możliwość przeciwdziałania negatywnym skutkom zmian klimatycznych	341
Literatura.....	344
Skorowidz	353
Spis symboli.....	358
Wybrane stałe fizyczne	364