

Spis treści

1. Termodynamika atmosfery	7
1. Skład i budowa atmosfery	7
1.1. Powstanie, ewolucja, skład	7
1.2. Budowa atmosfery ziemskiej	15
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	38
2.4. Właściwości cieplne i wilgotnościowe atmosfery	41
2.4.1. Właściwości cieplne atmosfery	41
2.4.2. Właściwości wilgotnościowe powietrza	47
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	59
2.5.4. Warunki równowagi powietrza nasyconego parą wodną	60
3. Ogólna cyrkulacja atmosfery	64
3.1. Siły określające kierunek i prędkość wiatru	64
3.2. Ogólna cyrkulacja atmosfery	69
4. Wymiana pędu w granicznej warstwie atmosfery	73
4.1. Pojęcia podstawowe	73
4.2. Pionowy profil prędkości wiatru	74
2. Przepływ energii	81
5. Podstawowe prawa zachowania i przepływu energii	81
6. Promieniowanie	84
6.1. Promieniowanie cieplne	84
6.2. Prawa promieniowania	85
6.2.1. Pojęcia podstawowe	85
6.2.2. Prawa promieniowania	89
6.3. Promieniowanie słoneczne	93
6.3.1. Napromieniowanie powierzchni poziomej	95
6.3.2. Zmiany natężenia promieniowania podczas przejścia przez atmosferę ziemską	96
6.4. Promieniowanie Ziemi i atmosfery	107
6.5. Przepływ promieniowania przez zbiorowisko roślinne	110

6.5.1. Wnikanie promieniowania słonecznego w szatę roślinną	111
6.5.2. Promieniowanie odbite w szacie roślinnej	116
6.5.3. Promieniowanie długofalowe w szacie roślinnej	116
6.5.4. Saldo promieniowania całkowitego szaty roślinnej	118
6.6. Średni roczny bilans cieplny układu Ziemia-atmosfera	119
7. Wymiana ciepła i wilgoci pomiędzy powierzchnią czynną i atmosferą	122
7.1. Wymiana pędu, energii i wilgoci w stanie równowagi obojętnej	123
7.2. Wpływ stanu równowagi termodynamicznej atmosfery na wymianę energii i wilgoci w rozwiniętej warstwie granicznej atmosfery	131
7.3. Opis pionowej wymiany masy i energii uwzględniający opór środowiska	134
8. Przepływ ciepła w glebie	140

3. Obieg wody w przyrodzie 145

9. Woda na Ziemi, bilans wody Ziemi, bilans wodny zlewni 145

9.1. Woda na Ziemi 145

9.2. Bilans wodny Ziemi 148

9.3. Bilans wodny zlewni 151

10. Ogniwo atmosferyczne obiegu wody w przyrodzie 153

11. Ogniwo glebowo obiegu wody w przyrodzie 162

11.1. Gęstość i wilgotność gleby 162

11.2. Potencjał wody glebowej 165

11.3. Krzywa pF 173

11.4. Ruch wody w glebie 180

12. Ogniwo powierzchniowe obiegu wody w przyrodzie 184

12.1. Intercepcja 184

12.2. Retencja powierzchniowa 186

12.3. Infiltracja 190

13. Przepływ wody przez system gleba-roślina-atmosfera 193

13.1. Absorpcja wody przez korzenie 195

13.2. Przepływ wody przez roślinę 196

13.3. Transpiracja 198

14. Parowanie 204

14.1. Pojęcia podstawowe i podstawy fizyczne parowania 204

14.2. Ewapotranspiracja potencjalna ETP i rzeczywista ETR 205

14.3. Dobowy i sezonowy przebieg parowania 210

14.4. Pomiary parowania 213

14.4.1. Metody aerodynamiczne lub metody wymiany masy 214

14.4.2. Metody oparte na bilansie cieplnym 216

14.4.3. Metody kombinowane 218

14.4.4. Metody hydrologiczne 219

14.4.5. Metody empiryczne 220

14.4.6. Modelowanie matematyczne procesu parowania 221

4. Bilans cieplny 225

15. Bilans cieplny powierzchni czynnej 225

16. Bilans cieplny warstwy czynnej 233

17. Wpływ rodzaju powierzchni czynnej na dobowy przebieg składowych bilansu cieplnego 235

18. Wpływ rodzaju powierzchni czynnej na sezonową zmienność struktury bilansu cieplnego 241

19. Kształtowanie struktury bilansu cieplnego krajobrazu 249

5. Klimat 251

20. Podstawowe pojęcia i klasyfikacja klimatyczna 251

21. Termodynamiczne podstawy funkcjonowania układu Ziemia-atmosfera 256

21.1. Stosunku energetyczne systemu klimatycznego Ziemi 256

22. Czynniki kształtujące klimat 267

22.1. Rola cyrkulacji atmosfery i hydrosfery w funkcjonowaniu systemu klimatycznego 267

22.2. Sprzężenie zwrotne w systemie klimatycznym Ziemi 275

22.2.1. Sprzężenie zwrotne związane z procesem promieniowania 277

22.2.2. Sprzężenie zwrotne wynikające z albedo lodu 279

22.2.3. Sprzężenie zwrotne wynikające z południkowego transportu energii. 280

22.2.4. Sprzężenie zwrotne wynikające z procesu ewaporacji 281

22.2.5. Sprzężenie zwrotne wynikające z zachmurzenia 282

22.2.6. Przykłady sprzężeń zwrotnych, w których udział biorą żywe organizmy 283

22.3. Chemizm atmosfery ziemskiej - efekt szklarniowy 285

22.3.1. Co to jest efekt szklarniowy 285

22.3.2. Fizyka efektu szklarniowego 285

22.3.3. Chemizm efektu szklarniowego 289

23. Klimat Europy 292

24. Klimat Polski 294

6. Globalne zmiany klimatu 297

25. Przyczyny zmian klimatycznych 297

25.1. Przyczyny naturalne 297

25.2. Działalność człowieka 302

26. Zmiany klimatyczne w przeszłości 308

27. Zmiany klimatu w ostatnich stuleciach i prognoza na przyszłość 311

28. Scenariusze rozwoju gospodarczego w aspekcie zmian klimatycznych 324

29. Inne rodzaje zmian globalnych 331

29.1. Zmiany w zawartości ozonu w atmosferze 331

29.1.1. Teoria Chapmana	331
29.1.2. Zmiany zawartości ozonu w regionach polarnych	335
29.1.3. Ozon w troposferze	338
29.2. Kwaśne deszcze	339
29.3. Telekoneksje i oscylacje	341
30. Konsekwencje zmian klimatycznych w rolnictwie i leśnictwie	346
30.1. Zmiany w strukturze bilansu cieplnego i wodnego krajobrazu	346
30.2. Wpływ zmian klimatycznych na kształtowanie się szaty roślinnej	351
30.3. Skutki zmian klimatycznych dla procesów erozji wodnej	355
31. Możliwość przeciwdziałania negatywnym skutkom zmian klimatycznych	356
Literatura	359
Skorowidz	368
Spis symboli	374
Wybrane stałe fizyczne	380