

Spis treści

Wprowadzenie	3
Przedmowa	4
 1 - Atmosfera	 19
Egzosfera.....	20
Jonosfera	20
Mezosfera.....	21
Stratosfera	22
Troposfera.....	22
Lotnicza część atmosfery	22
Tropopauza.....	24
Atmosfera standardowa	25
 2- Raportowanie pogody	 29
Informacje pogodowe	30
Raporty powierzchniowe.....	30
Dane z wyższych warstw atmosfery	30
Radio i satelita	31
Łączność	31
Mapy synoptyczne	32
 3 - Ciśnienie powietrza	 35
Pomiar ciśnienia	36
Prawidłowa wartość ciśnienia.....	37
Wahania ciśnienia.....	40
 4 - Gęstość powietrza	 43
Wahania gęstości przy powierzchni ziemi	44
Wpływ pary wodnej	44
Zmiany gęstości związane ze zmianą wysokości	45
Wpływ gęstości powietrza na parametry lotu.....	46
Wysokość gęstościowa	47
 5 - Pomiar wysokości	 49
Budowa i działanie wysokościomierza barometrycznego.....	50
Operowanie wysokościomierzem	52
Lot po kręgu	52
Lot na trasie	52
Loty na trasie w kontrolowanej przestrzeni powietrznej	55
Wartość „D” i zmiany ciśnienia	56

6 - Ciśnienie światowe i synoptyczne 59

Ciśnienie światowe	60
Ciśnienie synoptyczne	61
Izobary	61
Wyż	62
Pogoda występująca w obszarze antycyklonu.....	63
Niż	64
Strefa wysokiego ciśnienia.....	64
Zatoka niżowa	66
Siodło baryczne.....	67
Niż wtórny	68
Ruchy układów barycznych	69
Gradient ciśnienia	70

7 - Temperatura powietrza 73

Wprowadzenie	74
Skale pomiaru	74
Temperatury powierzchniowe	74
Promieniowanie słoneczne.....	75
Ciepło utajone.....	76
Kąt wzniesienia słońca	76
Szerokość geograficzna	76
Pora roku	76
Wpływ cykli dobowych na zmiany temperatury.....	79
Wpływ zachmurzenia na dobowy cykl temperatury	80
Wpływ wiatru na dobowy cykl temperatury	80
Właściwości powierzchni	80
Wpływ lokalizacji.....	81
Pochodzenie powietrza.....	82
Temperatury na powierzchni oceanu	82
Temperatury w atmosferze	82
Promieniowanie ziemskie w nocy	83
Inwersja i warstwa izotermiczna.....	84
Temperatury wykorzystywane w trakcie lotu	85

8 - Wilgotność powietrza..... 87

Wstęp	88
Para wodna w powietrzu	88
Parowanie i kondensacja	88
Punkt rosy.....	89
Sublimacja i resublimacja	90
Ciśnienie nasyconej pary wodnej	90
Ciepło utajone	91
Wilgotność względna	91
Podsumowanie.....	92

Dzienne wahania wilgotności względnej	92
Pomiar wilgotności.....	92
Powietrze suche - definicja.....	93

9 - Pionowe ruchy powietrza 95

Wprowadzenie	96
Stabilność i niestabilność atmosfery (Stany równowagi)	96
Przemiana adiabatyczna	96
Wahania gradientu wilgotnoadiabatycznego.....	97
Powietrze opadające	98
Stabilność (równowaga stała powietrza)	99
Niestabilność (równowaga chwiejna powietrza)	100
Niestabilność warunkowa (równowaga chwiejna powietrza warunkowa)	100
Stabilność w praktyce.....	100
Turbulencje.....	102
Turbulencje przy powierzchni	102
Turbulencje termiczne	102
Turbulencje mechaniczne.....	102
Warstwa tarciova.....	102
Turbulencje w chmurach	102
Opis turbulencji	103

10 - Chmury i opady 105

Chmury.....	106
Wprowadzenie	106
Typy chmur	106
Ilość, wysokość podstaw i wierzchołków chmur.....	107
Powstawanie chmur	108
Chmury pochodzenia turbulencyjnego.....	108
Konwekcja	111
Adwekcja.....	113
Unoszenie orograficzne (ang. orographic lifting)	114
Unoszenie frontowe.....	116
Konwergencja.....	118
Niestabilność konwekcyjna (ang. convective instability)	120
Opady.....	121

11 - Wiatry dolne 125

Wstęp	126
Prędkość wiatru przyziemnego	127
Siły oddziałujące na masę powietrza	128
Wiatr geostroficzny	130
Wiatr gradientowy.....	132
Wiatr gradientowy w niżu	133
Wiatr gradientowy w wyżu	134

Wiatr cyklostroficzny	134
Wiatr w warstwie tarciowej	135
Dzienne wahania wiatru przyziemnego	136
Bryza morska	138
Skutki bryzy morskiej w praktyce	138
Wiatr katabatyczny i anabatyczny	140
Fen	142
Wiatr dolinny lub wąwozowy	143
Regiony względnie silnego wiatru w dolnej części troposfery	144
Pasaty i monsuny	146

12 - Widzialność 149

Rodzaje widzialności i zjawiska ograniczające	150
Mgła górską	154
Mgła radiacyjna	155
Mgła adwekcyjna	157
Mgła parowania	158
Mgła frontowa	159
Widzialność z powietrza	159
Złudzenia optyczne	160
Podejście do lądowania przez warstwę płytkiej mgły	161
Widzialność w warstwie głębokiego zmętnienia pyłowego	162
Widzialność na drodze startowej (ang. Runway Visual Range, RVR)	164
Zjawiska optyczne	165
Zjawisko halo	165
Wieniec	165
Widmo Brockenu	166
Miraż	166
Zorza polarna	166
Skutki mgły lodowej	166
Zielona woda	166
Błękitne smugi, skrzaty i elfy	167
Pioruny kuliste i ognie Świętego Elma	167

13 - Masy powietrza i fronty 169

Masy powietrza	170
Masy powietrza wpływające na pogodę w Wielkiej Brytanii i Europie	170
Powietrze polarne morskie (PPm)	171
Powietrze polarne kontynentalne (PPk)	172
Powietrze zwrotnikowe kontynentalne (PZk)	172
Powietrze zwrotnikowe morskie (PZm)	173
Arktyczna masa powietrza (PA)	173
Powietrze powracające polarne morskie (PPpm)	174
Fronty	174
Międzyzwrotnikowa strefa konwergencji (ang. ITCZ)	176

Front śródziemnomorski	176
Front polarny	176
Front arktyczny	176
Charakterystyka frontów	176
Fronty lokalne	178
Front chłodny	178
Front ciepły	180
Pozostałe fronty	181

14 - Układy niżowe 183

Układy niżowe frontu polarnego	184
Ruchy niżu frontu polarnego	188
Pogoda charakterystyczna dla niżu frontu polarnego	188
Fronty zokludowane	190
Pogoda charakterystyczna dla frontu zokludowanego	191
Okluzja zagięta (ang. back bent occlusions)	192
Okresy czasu	192
Półkula południowa	193
Niż orograficzny	193
Niż termiczny	195
Wir pyłowy	196
Niż powietrza polarnego	196
Niż termiczny nad powierzchnią lądu w średnich szerokościach geograficznych	196
Niż termiczny nad morzami śródlądowymi	197
Niż termiczny nad powierzchnią lądu w niskich szerokościach geograficznych	197
Niż termiczny nad powierzchnią morza w niskich szerokościach geograficznych	197
Cyklon zwrotnikowy (ang. tropical cyclones)	197
Fale pasatowe (ang. easterly waves)	197

15 - Wiatry górne 201

Systemy baryczne wyższych warstw troposfery	202
Mapy baryczne i mapy izohips	203
Radiosonda	205
Pojęcie wiatru termicznego	206
Mapa topografii względnej	208
Wiatry termiczne - informacje ogólne	209
Mapy wiatrów	210
Prądy strumieniowe	212
Prądy strumieniowe podzwrotnikowe)	214
Prądy strumieniowe frontów polarnych	215
Inne prądy strumieniowe	217

16 - Sytuacje niebezpieczne w lotnictwie 219

Wprowadzenie	220
Turbulencje w śladzie aerodynamicznym	220
Fale orograficzne.....	222
Strumień rotorów	224
Uskok wiatru na niskich poziomach (w tym mikroszkwiał)	224
Uskok wiatru spowodowany przez inwersje	227
Uskok wiatru spowodowany przez burze i chmury typu Cumulonimbus (Cb)	227
Mikroszkwwały	228
Uskok wiatru spowodowany przez fronty	229
Pozostałe przyczyny uskoku wiatru	230
Techniki unikania negatywnych skutków uskoku wiatru	230
Sposoby wykrywania uskoków wiatru.....	231
Wnioski	231
Turbulencja czystego nieba	232
Cumulonimbus – chmury burzowe	234
Wstęp	234
Typy chmur burzowych	234
Rozwój chmur burzowych.....	235
Stadium dojrzałości	236
Stadium rozpraszania.....	238
Podsumowanie niebezpieczeństw związanych z chmurami burzowymi..	239
Omijanie	240
Tornada.....	240
Tornada zachodnioafrykańskie	242
Oblodzenie płatu samolotu.....	242
Wprowadzenie	242
Skutki	242
Warunki, w jakich pojawia się oblodzenie	244
Przechłodzone kropelki wody	244
Lód szklisty.....	244
Lód porowaty (matowy)	245
Marznący deszcz.....	245
Pokrywa śnieżna	246
Szron.....	246
Czynniki wpływające na stopień oblodzenia	247
Rozmiar i skoncentrowanie przechłodzonych kropli wody.....	247
Bliskość wzniesień i gór	248
Temperatura podstawy chmury.....	248
Kształt samolotu	248
Opis oblodzenia	248
Wykrywanie oblodzenia	249

Oblodzenie silnika samolotu.....	249
Wprowadzenie	249
Oblodzenie silnika tłokowego.....	249
Oblodzenie gaźnika.....	249
Oblodzenie silnika turbinowego i odrzutowego	251
Cyklony zwrotnikowe	252

17 - Praktyczne aspekty prognozowania pogody dla pilotów..... 257

Wprowadzenie	258
Prognoza na czas lądowania.....	258
Uproszczona prognoza na przelot.....	260
Szczegółowa prognoza na przelot.....	262

18 - Zdjęcia satelitarne i radar pogodowy 267

Satelita meteorologiczny.....	268
Wprowadzenie	268
Zobrazowanie widzialne.....	268
Obrazy w paśmie podczerwieni (ang. Infra-Red images; IR).....	269
Zdjęcia chmur nad powierzchnią morza.....	269
Zobrazowania pogody	270
Pozostałe dane.....	270
Pokładowy radar pogodowy	273
Wprowadzenie	273
Wyposażenie	273
Zobrazowanie.....	274
Interpretacja zobrazowań	275

19 - Procesy klimatotwórcze 279

Wprowadzenie	280
Globalna cyrkulacja w atmosferze.....	281
Strefy klimatyczne	283
Klimat strefy równikowej 0° – 10°	284
Klimat sawann lub zwrotnikowy przejściowy 10° – 20°.....	284
Klimat suchy podzwrotnikowy - stepowy 20° – 35°	284
Klimat umiarkowany ciepły 35° – 40°	284
Klimat umiarkowany chłodny 40° – 65°	285
Klimat polarny 65° – 90°	285
Uwagi	285
Podstawowe czynniki pogody.....	285
Równik termiczny	286
Bruzda równikowa	286
Międzyzwrotnikowa strefa konwergencji (ang. ITCZ).....	286
Pogoda związana z międzyzwrotnikową strefą konwergencji.....	288
Monsuny	288

Globalne czynniki klimatyczne	290
Temperatura	290
Powierzchnia lądu i morza	290
Topografia.....	292
Prądy morskie	292
Temperatury górne.....	294
Wysokość tropopauzy	294
Granice oblodzenia	295
Ciśnienie	295
Ciśnienie powierzchniowe	295
Ciśnienie górnych poziomów	298
Wiatr.....	302
Wiatr przyziemny	302
Wiatry górne (od 300 hPa do 200 hPa)	304
Podzwrotnikowe prądy strumieniowe (ang. STJ)	306
Prądy strumieniowe frontu polarnego (ang. PFJ)	307
Strefa wiatrów zachodnich na biegunach	307
Analiza wiatrów górnych.....	308
Pogoda.....	310
Wprowadzenie	310
Zachmurzenie	310
Opady.....	311
Burze	312
Widzialność.....	312
Klimat na obszarach poszczególnych tras	313
Wprowadzenie	313
Wysokość tropopauzy	314
Afryka.....	314
Uwarunkowania geograficzne.....	314
Systemy baryczne.....	314
Północno - zachodnia Afryka	316
Pogoda panująca na południe od równoleżnika 20°N	316
Pogoda panująca na północ od równoleżnika 20°N.....	316
Górne wiatry i poziomy zamarzania.....	316
Trasy położone na wschód od południka 25°E	318
Pogoda dla stycznia	318
Pogoda dla lipca.....	319
Górne wiatry i poziomy zamarzania.....	319
Ameryka Północna.....	321
Uwarunkowania geograficzne.....	321
Systemy baryczne.....	322
Warunki panujące zimą	322
Warunki panujące latem	323
Wiatry górne	323

Poziomy zamarzania i oblodzenie.....	324
Północny Atlantyk.....	326
Uwarunkowania geograficzne.....	326
Systemy baryczne.....	326
Warunki panujące zimą.....	327
Warunki panujące latem.....	328
Wiatry górne.....	329
Południowy Atlantyk i Ameryka Południowa	330
Uwarunkowania geograficzne.....	330
Systemy baryczne.....	330
Warunki panujące latem i jesienią (styczeń - marzec / kwiecień)	330
Warunki panujące zimą i wiosną (lipiec – wrzesień / październik)	332
Wiatry górne.....	333
Region Zatoki Perskiej.....	334
Uwarunkowanie geograficzne.....	334
Systemy baryczne.....	334
Warunki panujące zimą.....	334
Warunki panujące latem.....	336
Wiatry górne.....	336
Poziomy zamarzania i oblodzenia.....	336
Azja Południowo - Wschodnia	338
Uwarunkowania geograficzne.....	338
Systemy baryczne.....	338
Warunki panujące zimą.....	340
Warunki panujące latem.....	342
Wiatry górne.....	342
Poziomy zamarzania i oblodzenia.....	342
Europa Północna i Śródziemnomorska.....	344
Uwarunkowania geograficzne.....	344
Systemy baryczne.....	344
Warunki panujące zimą.....	346
Warunki panujące latem.....	348
Wiatry górne.....	348
Poziomy zamarzania i oblodzenia.....	349
Azja Południowa	350
Uwarunkowania geograficzne.....	350
Systemy baryczne.....	350
Warunki panujące zimą.....	350
Warunki panujące latem.....	352
Wiatry górne.....	352
Poziomy zamarzania	352
Biegun północny	354
Uwarunkowania geograficzne.....	354
Systemy baryczne.....	354

Warunki panujące zimą	354
Warunki panujące latem	356
Biel polarna	357
Wiatry górne	357
Poziomy zamarzania	357
Północny Pacyfik i kraje Pacyfiku	357
Uwarunkowania geograficzne.....	357
Systemy baryczne.....	357
Warunki panujące zimą	358
Warunki panujące latem	360
Wiatry górne i poziomy zamarzania	361
Południowy Pacyfik i kraje Pacyfiku	362
Uwarunkowania geograficzne.....	362
Systemy baryczne.....	362
Wschodnia część oceanu.....	362
Zachodnia część oceanu	364
Wschodnie Indie	364
Australia.....	364
Nowa Zelandia	365
Wiatry górne	365
Poziomy zamarzania i oblodzenia	365
Rosja i byłe republiki radzieckie.....	366
Uwarunkowania geograficzne.....	366
Systemy baryczne.....	366
Warunki panujące zimą	368
Warunki panujące latem	370
Wiatry górne	370
Poziomy zamarzania i oblodzenia	370
 Załącznik nr 1 - Atlas chmur.....	 372
Załącznik nr 2 - Symbole krążka meteorologicznego ...	384
Załącznik nr 3 - Symbole użyte w rozdziale	
 "Klimatologia"	392
Załącznik nr 4 - El Nino.....	394
Załącznik nr 5 - Klucze i informacje meteorologiczne	
 (autor: Rafał Laskowski)	396