

# Kazalo

<b>1 Ozračje</b>	<b>5</b>
1.1 Sestava zraka . . . . .	6
1.2 Potek temperature, gostote in tlaka z višino . . . . .	8
1.2.1 Standardna atmosfera po ICAO . . . . .	9
1.3 Značilne plasti v ozračju . . . . .	10
1.3.1 Troposfera . . . . .	11
1.3.2 Stratosfera . . . . .	12
1.3.3 Mezosfera, termosfera, eksosfera, ionosfera, magne- tosfera . . . . .	13
<b>A Standardna atmosfera po ICAO</b>	<b>15</b>
<b>B Beaufortova skala in preglednica...</b>	<b>19</b>
<b>C Nasičeno vlažni zrak</b>	<b>23</b>
<b>D Lista simbolov</b>	<b>27</b>
D.1 Neodvisne spremenljivke . . . . .	27
D.2 Odvisne spremenljivke... . . . . .	27
D.3 Rodovi oblakov in okrajšave zanje . . . . .	32
D.4 Kratice . . . . .	32
<b>Literatura</b>	<b>33</b>

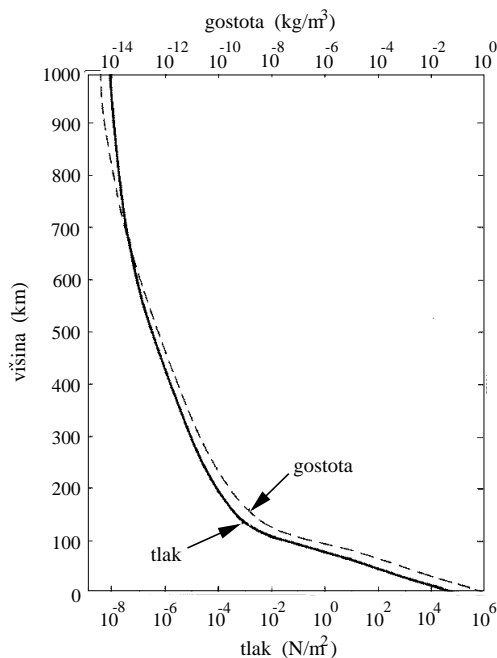


# 1

## Ozračje

Plinasti ovoj okrog Zemlje je najgostejši pri tleh, z višino pa gostota in tlak (ki je približno hidrostatičen, in je torej posledica teže zraka) padata približno eksponentialno (slika 1.1). Tako ne moremo reči, kje je zgornja meja ozračja, ker te zgornje meje ni. Toda če se omejimo npr. na relativne deleže, je 80% ali 90% vse mase zraka pod višino 11 km oz. 16 km in 99% vse mase zraka pod višino okrog 30 km.

Spodnji del ozračja, *troposfera*, v kateri se dogaja vreme, sega nad ekvatorialnimi predeli kakih 17 km visoko, v polarnih predelih pa tja do višine okrog 9 km. Debelina troposfere, v kateri je kakih 80% vse mase zraka, je povprečno okrog 11 km. V primerjavi z velikostjo Zemlje, katere polmer je okrog 6400 km, je torej ozračje zelo tanko.



Slika 1.1: Približno eksponentno upadanje zračnega tlaka in gostote zraka z višino (po Weastu 1985-86).

Tabela 1.1: Sestava suhega zraka pri tleh (vrednosti so zaokrožene; za standard ICAO glej dodatek A)

plin	molekulska masa $M_i$	volumenski delež (%)	masni delež (%) <sup>*</sup>
dušik $N_2$	28	78	75,5
kisik $O_2$	32	21	23,1
argon $Ar$	40	0,9	1,3
ogljikov dioksid $CO_2$	44	0,03 <sup>**</sup>	0,05 <sup>**</sup>

<sup>\*</sup> masni delež je izračunan iz volumenskega, deleža z množenjem z  $M_i/M$

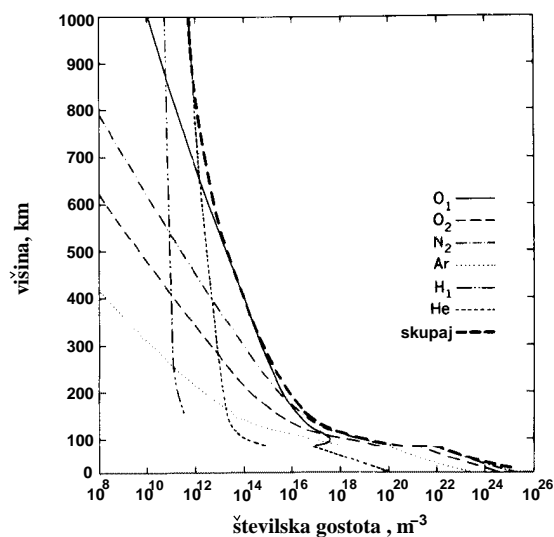
<sup>\*\*</sup> pomembne spremembe od kraja do kraja in v času.

## 1.1 Sestava zraka

Zrak sestavljajo nekateri plini v stalnih razmerjih, drugih, kot npr. vodne pare, je ponekod več, drugje manj. Poleti je pri tleh na splošno več vlage, pozimi pa manj. Deleže glavnih sestavin zraka kaže tabela 1.1. Največ je dušika  $N_2$  in kisika  $O_2$ . V zraku so poleg argona, katerega delež je okrog 1%, še drugi zlahetni plini (neon  $Ne$ , helij  $He$ , kripton  $Kr$  in ksenon  $Xe$ ), ki prispevajo skupaj pod 0,01%. V ozračju je tudi nekaj metana  $CH_4$ . Poleg molekularnega kisika  $O_2$  sta predvsem v višjih plasteh ozračja tudi triatomni ozon  $O_3$  in enoatomni kisik  $O$ . Vodne pare je od nekaj promil do nekaj odstotkov.

Ker so molekule nekaterih sestavin zraka težje, drugih pa lažje (tabela 1.1), bi bili v povsem mirnem ozračju težji plini zbrani bolj pri tleh, lažji pa bolj v višinah. Toda v atmosferi so vertikalni tokovi in vertikalno mešanje. Zato so stalne sestavine zraka med seboj dobro premešane in do višine nekaj deset kilometrov je njihovo razmerje precej stalno. Omenjeno odvisnost deleža od višine pa opazimo v visokih plasteh ozračja, nad višino kakih 100 km, kjer prevladata vodik in helij nad drugimi, težjimi molekulami ali atomi (slika 1.2).

Količina nekaterih plinov v ozračju kaže izrazito odvisnost od letnih časov. V zadnjem stoletju količina nekaterih plinov narašča. Oboje velja npr. za ogljikov dioksid  $CO_2$ , ki močno sodeluje v vegetacijskem ciklusu in ima zato letne fluktuacije za  $\pm 1\%$ , poleg tega pa se je količina v zadnjih 30 letih povečala za okrog 30% (glej sliko ??). Tudi delež ozona, ki ga je pri tleh malo, se spreminja v letnem ciklusu: od okrog  $2 \cdot 10^{-6}$  pozimi do  $7 \cdot 10^{-6}$



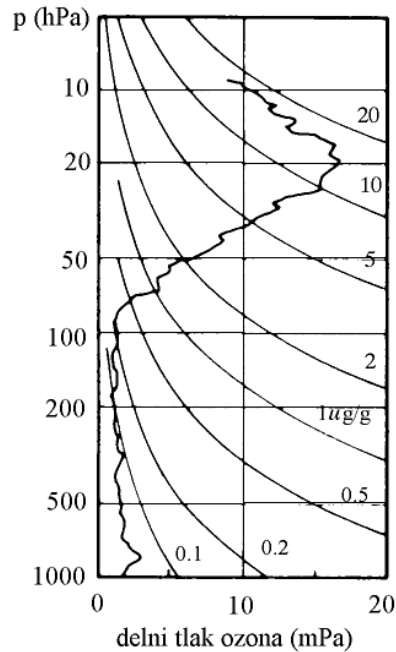
Slika 1.2: Številčna gostota molekul in atomov posameznih sestavin zraka po višini (po Weastu, 1985-86).

poleti. Relativni delež ozona v ozračju z višino narašča. Še več: količina ozona z višino narašča celo absolutno (glej sliko 1.3 in številске podatke v poglavju 2.3.2 o stratosferi). Zadnja leta opažajo, da je sicer normalni primanjkljaj ozona spomladi nad polarnimi predeli vse bolj izrazit. Več o obojem v poglavjih 6.3 in 9.4.

Lokalno ali regionalno so v zraku še plini, izpuščeni iz industrijskih procesov, kurišč, izpuhi iz avtomobilov in podobno, ki jim pravimo polutanti: npr. žveplov dioksid  $\text{SO}_2$  dosega koncentracije do okrog 100 ppmv (volumskih delov na milijon delov vsega zraka), delež dušikovega dioksida  $\text{NO}_2$  pa je do okrog 2 ppmv. To je malo v primerjavi z di-dušikovim oksidom  $\text{N}_2\text{O}$ , ki je stalna sestavina zraka in ga je 50 ppmv.

Zaradi nekaterih spremenljivih sestavin je tudi molska masa zraka kot mešanice plinov nekoliko spremenljiva. Za suh, čist zrak bi dobili povprečno vrednost *molske mase zraka*  $M = 28,966 \text{ kg/kmol}$ . Z uporabo plinske enačbe in s standardnimi vrednostmi na morskem nivoju: za temperaturo  $15^\circ\text{C}$ , za gostoto  $1,225 \text{ kg/m}^3$  in tlak  $1013,25 \text{ hPa}$  pa dobimo za molsko maso zraka  $M = 28,964 \text{ kg/kmol}$ . Približno si zapomnimo  $M = 29 \text{ kg/kmol}$ .

Poleg plinov so v zraku še trdni delci in kapljice, ki jim pravimo *aerosol*;

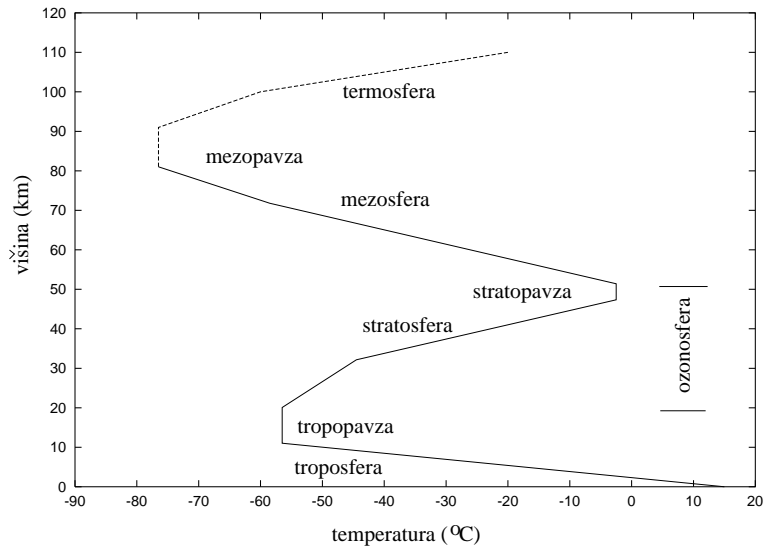


Slika 1.3: Delni tlak ozona  $O_3$  v ozračju po višini in njegova koncentracija (ukrivljene izolinije – v  $\mu g/g$ ) glede na skupno maso zraka za neki konkreten primer – ob kaki drugi priliki bi bila razporeditev ozona  $O_3$  z višino lahko tudi nekoliko drugačna (Hering in Borden, 1967, po Warnecku, 1988).

to so naravni delci: prah, pelod, dim od gozdnih požarov, kapljice in sol iz morja ter delci, ki so posledica človekovih dejavnosti, npr. dim iz dimnikov in izpuhov.

## 1.2 Potek temperature, gostote in tlaka z višino

Temperatura zraka, ki je različna iz kraja v kraj, se med letom spreminja, predvsem pri tleh pa se spreminja tudi v dnevnem ciklusu ter seveda glede na vreme. Ob tem, da se včasih nad nekim območjem zbere večja masa zraka, drugič pa je tam zraka manj, se spreminja tudi tlak. Zato v ozračju ni neke stalne porazdelitve temperature, tlaka, gostote niti po horizontalni smeri niti z višino. Povprečno dobimo z merjenji in modelskimi izračuni za



Slika 1.4: Potek temperature z višino za standardno atmosfero ICAO in značilne plasti ozračja. (Potek temperature po ICAO standardu do geopotencialne višine 80 km, od tam naprej ICAO nima definicij, pač pa je tam po USA standardni atmosferi 10 km izotermije, nad njo pa porast kinetično definirane temperature z višino v termosferi.)

celo površino Zemlje neko porazdelitev teh količin po višini. Predvsem za potrebe letalstva (*altimetrije* – določanja višine preko merjenja tlaka) je bilo v zgodovini usklajenih že kar nekaj t.i. *standardnih atmosfer*. Mednarodni standard do višine 80 km nad tlemi je usklajen med Svetovno meteorološko organizacijo (WMO) in Mednarodno organizacijo za civilno letalstvo (ICAO) in od njega se posamezni nacionalni standardi nekoliko razlikujejo le v velikih višinah, npr. ameriški nad 32 km.

### 1.2.1 Standardna atmosfera po ICAO

Pri tako imenovani standardni atmosferi ICAO uporabljamo za specifično plinsko konstanto za zrak vrednost  $R = 287,05287 \text{ J/kgK}$ . Ker je tlak posledica teže, specifična sila teže  $\vec{g}$  pa ni po vsej Zemlji enaka, pa tudi z višino pada, pri natančnih izračunavanjih za določen kraj upoštevamo dejansko vrednost  $g$  in ne standardne vrednosti  $g_0$ .

Zato se v meteorologiji dosti uporablja t.i. geopotencialna višina  $H$ :

$$H = \frac{1}{g_0} \int_0^z g(z) dz, \quad (1.1)$$

pri čemer velja kot standardna vrednost specifične sile teže  $g_0 = 9,80665 \text{ m/s}^2$  (WMO, 1988). Uporaba prave lokalne vrednosti  $g$  oz. geopotencialne višine je bistvena pri računanju horizontalne sile gradienta tlaka. Za povprečno standardno atmosfero, ki velja za Zemljo kot celoto, se krajevne razlike v vrednostih  $g$  zanemari in povsod velja kar standardna vrednost  $g_0$ . Pri tem upoštevamo zgolj kvadratno upadanje pospeška  $g$  z višino. Zato za potrebe izračuna standardnega ozračja dovolj dobro velja tudi  $H = zr_Z/(r_Z + z)$ , kjer je  $z$  geometrijska nadmorska višina,  $r_Z$  pa povprečni radij Zemlje  $r_Z = 6370,949 \text{ km}$ . Geometrijska in geopotencialna višina se po tej enačbi na višini 1 km od tal razlikujeta za dobrih 15 cm, na višini 10 km za 15 metrov, na višini 50 km za malo manj kot 400 m in na višini 80 km za dober kilometer ( $H$  je manjši od  $z$ ).

Pri morskem nivoju je privzet tlak  $p_0 = 1013,25 \text{ hPa}$  (*hektopascal*) =  $1013,25 \text{ mbar}$ , temperatura  $T_0 = 288,15 \text{ K} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$  in gostota  $\rho_0 = 1,225 \text{ kg/m}^3$ . Potek tlaka in gostote z višino smo že prikazali na sliki 1.1, potek temperature pa je prikazan na sliki 1.4.

Standardna atmosfera opisuje povprečni potek značilnih spremenljivk v ozračju. Ob nekem času in v nekem kraju so razmere lahko tudi zelo različne od tega povprečja: pri tleh je lahko bistveno hladneje ali topleje. Troposfera, v kateri temperatura pada z višino, sega lahko precej više ali precej niže od 11 km in v njej so lahko tudi plasti, kjer temperatura ne le da ne pada za  $6,5 \text{ K/km}$ , temveč je stalna (izotermne plasti) ali narašča (plasti s temperaturno inverzijo). Med drugim to pomeni tudi, da višina, ki jo določamo po izmerjenem tlaku, ni skoraj nikoli prava višina, pa čeprav smo tlak izmerili povsem pravilno (glej enačbo ??).

### 1.3 Značilne plasti v ozračju

Ozračje delimo na plasti predvsem glede na hidrostatično stabilnost, ki je odvisna od poteka temperature z višino (stabilnost je pojasnjena v poglavju 6.5.4). Spodnja plast je *troposfera*; v njej temperatura pada z višino, kar omogoča občasno hidrostatično labilnost, zato so tu tudi vertikalni zračni tokovi in vremenska dogajanja. Nad njo, v *stratosferi*, temperatura narašča



z višino, zato je tu stabilnost velika in ni vertikalnih gibanj. Stabilnost je glavni vzrok, da v stratosfero ne prodre kaj dosti vlage od tal: torej je stratosfera brezoblačna plast kroginkrog Zemlje. Le včasih se v njej pojavijo zelo redki prosojni biserni oblaki (ponavadi vidni le, ko je pri tleh že mrak, če jih v višini kakih 20 do 30 km še vedno osvetljuje sonce). Še nad njo, v *mezosferi*, temperatura spet pada z višino, tako da so vertikalna gibanja sicer možna, toda ker vodne pare tam skoraj ni, tudi ni oblakov. Včasih sicer opažajo t.i. nočne svetleče se oblake na višinah med 75 in 90 km, toda to verjetno niso vodni oblaki, temveč jih morda sestavlja vesoljski prah. Še nad mezosfero je *termosfera*, kjer je ozračje že zelo zelo redko in prehaja v vesoljski prostor (slika 1.4).

### 1.3.1 Troposfera

V spodnji plasti ozračja, v *troposferi*, seže neposreden dinamičen vpliv tal (predvsem zaradi trenja) do višine kakih 1500 m nad tlemi. Tik pri tleh je *laminarna plast* zraka, ki je nad homogenimi tlemi debela nekaj mm. V njej je zrak nekako prilepljen k tlom in se od njih ne more dvigniti. Nad njo je *prizemna turbulentna plast*, nad homogenim terenom debela kakih 100 m ali nekaj več. Ta je del *planetarne mejne plasti*, ki sega (spet nad homogenim terenom) do višine okrog 1500 m. V tej plasti je tudi najmočnejša izmenjava toplote in vlage med tlemi in ozračjem. (Več o posebnostih teh plasti v poglavju 5.2.7.) Nad njo je *prosto ozračje*, ki sega do *tropopavze*, kjer se potek temperature z višino obrne. To je, kot smo že omenili, v tropih kakih 17 km visoko, v polarnih predelih pa kakih 9 km visoko. Včasih, ko je ozračje labilno in se od tal sproži konvekcija, sega neposredni vpliv tal navzgor skozi celotno troposfero in tedaj v njej ni posebne mejne podplasti. Spet drugič, ko je npr. na kaki višini nad tlemi stabilna plast s temperaturno inverzijo, pa seže vpliv tal samo do te plasti.

V troposferi se dogaja vreme. Troposfera namreč v splošnem hidrostatično ni zelo stabilna (o stabilnosti govori poglavje 6.5.4). Občasno je zmerno stabilna, včasih je na meji nevtralnosti, včasih pa se v labilnih predelih sproži konvekcija, ki v višine nosi toploto in vlago od tal. Ob tem se zrak adiabatno ohlaja, pojavljajo se oblaki, včasih tudi padavine. Konvekcija seže samo do vrha troposfere, to je do tropopavze. Tam namreč – za troposfero značilno – padanje temperature z višino preide v izotermijo. Nato temperatura z višino narašča. To pomeni močno stabilnost, kar zaustavi morebitna vertikalna gibanja. Zato tudi oblaki sežejo samo do

vrha troposfere: včasih celo vidimo, kako se vrhovi oblakov, ko zadenejo ob tropopavzo, ob tej oviri horizontalno razširijo (npr. v obliko nakovala pri kumulonimbusih; glej naslovnico).

### 1.3.2 Stratosfera

Od vrha troposfere navzgor je navadno nekaj kilometrov debela plast izotermije, to je *tropopavza*. Od nje navzgor, do *stratopavze*, to je do višine kakih 50 km nad tlemi (po ICAO standardu do višine 47 km), do *stratopavze* sega del *stratosfere*, v kateri temperatura zaradi absorpcije ultravijoličnega sončnega sevanja narašča z višino. Zato je glavna značilnost stratosfere močna hidrostatična stabilnost, ki zavira vsa morebitna vertikalna gibanja. Ker se zrak ne dviga in ne spušča, tudi ni adiabatnega ohlajanja oz. segrevanja. Zato tudi ni faznih sprememb vode: torej je stratosfera vedno brezoblačna. Še nekaj: ker so vsa vertikalna gibanja močno dušena, tudi tok zraka tam ni zelo turbulenten. Jasnina in maloturbulentni vetrovi so kot nalašč za letalstvo. V spodnji stratosferi so zato glavni letalski koridorji za daljše prelete.

Stratosfera je tudi plast, kjer je dosti ozona  $O_3$ , ki absorbira ultravijolični (UV) del sončnega sevanja. Ozon nastaja pri fotokemičnih reakcijah z ultravijoličnim sevanjem, obenem pa je ozon tisti, ki precejšen del tega sevanja absorbira, tako da ne prodre do tal. Ozonosfera, plast povečane količine ozona, sega skozi vso stratosfero, toda največ ozona je na višini med 20 in 25 km. Povedali smo že in s sliko 1.3 prikazali, da tam ozona ni samo relativno več (koncentracija glede na druge pline zraka) kot pri tleh, temveč tudi absolutno (gostota, oz. delni tlak): blizu tal je npr. povprečni delni tlak ozona kakih 1 ali 2 *mPa* (kar relativno na druge sestavine zraka ustreza nekaj deset ppbv – volumskih delov na milijardo volumskih delov zraka). V višini, kjer je ozona absolutno največ, je njegov tlak okrog 15 ali celo preko 20 *mPa*. Relativni maksimum ozona glede na druge pline (torej njegova koncentracija) je še više v ozračju, na višini med 30 in 40 km, kjer ga je več kot 6, včasih tudi 8 ppmv (volumskih delov na milijon volumskih delov zraka). Včasih je ozona tudi pri tleh precej več: v zavetrju virov onesnaževanja zraka (zaradi fotokemičnega smoga ob povečani koncentraciji tudi drugih polutantov) ali na visokih vrhovih (zaradi vdora stratosferskega zraka navzdol v troposfero) doseže vrednost npr. preko 100 ppbv ali tudi 200 ppbv.

### 1.3.3 Mezosfera, termosfera, eksosfera, ionosfera, magnetosfera

*Mezosfera* je plast v višini med okrog 50 in 80 km, nad njo, do višine kakih 400 km, je *termosfera*. V mezosferi v povprečju temperatura z višino pada od približno  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  do skoraj  $-90\text{ }^{\circ}\text{C}$ , to je na višini med 80 in 85 km (*mezopavza*). Od tam navzgor je v termosferi kakih 10 km izotermije, potem kinetično definirana temperatura narašča do kakih 1000 stopinj na višini okrog 250 km, kar se spreminja s sončno aktivnostjo. Zrak je tam že izjemno redek (gostota pod  $10^{-10}\text{ kg/m}^3$ , ki ji ustreza delni tlak  $10^{-7}\text{ hPa}$ ). O temperaturi v termodinamičnem smislu ne moremo govoriti. Zgornje meje termosfere ni mogoče natančno opredeliti. Najbolj zunanjo plast ozračja, kjer ta prehaja v medplanetarni prostor, imenujemo *eksosfera*.

Zgornje plasti ozračja se močno razlikujejo od spodnjih. Zelo majhna gostota omogoča, da se z difuzijo ločujejo težje sestavine od lažjih. Povedali smo že, da helij in vodik kot najlažja plina v najvišjih plasteh prevladata nad drugimi sestavinami. Od tam uhajata v vesolje. Na zgornje plasti vpada visokoenergijsko ionizirajoče sevanje (delci in fotoni), zato so sestavine močno ionizirane. V plasti na višini med kakšnimi 70 km in 500 km so torej ioni in prosti elektroni; toliko jih je, da je zato prevodna. Zaradi ioniziranosti jo imenujemo tudi *ionosfera*; to, da je prevodna, je pomembno zato, ker se od nje odbija elektromagnetno valovanje. V njej je tudi presežek pozitivnega naboja (za razlago glej poglavje 8.1.2 o razdeljevanju naboja v ozračju).

Zemlja ima tudi svoje magnetno polje; tisti del, ki je nad trdnim delom zemlje, poimenujemo *magnetosfera*. Ta preprečuje večini nabitih delcev, ki priletavajo od Sonca, da bi vstopali v ozračje: van Allenova pasova na višini okrog 3000 km in 15 000 km nad tlemi jih lovita in zadržujeta. Samo nad poloma tega ščita ni in delci lahko prodrejo tudi v nižje plasti, kjer ionizirani zrak lahko zažari kot polarni sij.

Poleg vzbujanja in ionizacije potekajo v eksosferi celo jedrske reakcije. Delci z visoko energijo, med njimi protoni, ki jih elektromagnetno polje ne zaustavi v van Allenovih pasovih in ki torej vstopijo v ozračje, pri trkih z atomi iz njih izbija nevtrone. Ko nevtroni potem trčijo npr. z jedri dušika  $^{14}\text{N}$ , iz njih izbija protone, sami pa obstanejo v teh jedrih: nastajajo nestabilna jedra ogljikovega izotopa  $^{14}\text{C}$  z razpolovno dobo 5730 let. Zato je v ozračju poleg običajnega ogljika  $^{12}\text{C}$  (ter manj pogostega, a tudi obstojnega ogljika  $^{14}\text{C}$ ) tudi ravnovesna (zelo majhna) količina nestabilnih izotopov  $^{14}\text{C}$ . Kot ves drug ogljik se tudi ti izotopi spajajo s kisikom

v ogljikov dioksid  $CO_2$ . Ta se raztaplja v vodi. S fotosintezo in z vodo prehaja tudi v žive organizme. Dokler so organizmi še živi, oz. dokler je voda v stiku z ozračjem, stalno pridobivajo poleg stabilnih izotopov ogljika tudi nekaj nestabilnega ogljika  $^{14}C$ . Ko odmrejo ali ko npr. led v ledenikih prekrijejo nove plasti in je tako ločen od ozračja, pa pridobivanja svežega ogljika ni več. V ostankih živih organizmov in v plasteh ledu pod površjem ledenikov je zaradi radioaktivnega razpada delež izotopa  $^{14}C$  vse manjši in manjši. Delež tega izotopa je tako mera za starost ostankov organskega izvora in plasti ledu v ledenikih.

## Dodatek A

# Standardna atmosfera po ICAO

Podatki so povzeti po Manual of the ICAO Standard Atmosphere - extended to 80 kilometres (262 500 feet), Third Ed. 1993, International Civil Aviation Organization, Doc 7488/3.

Nekatere standardne konstante:

standardna vrednost specifične sile teže	$g_0 = 9,80665 \text{ ms}^{-2}$
plinska konstanta za zrak	$R = 287,05287 \text{ J/kgK}$
povprečni radij Zemlje	$r_Z = 6370,949 \text{ km}$

Tabela A.1: Sestava suhega zraka pri tleh po standardni atmosferi ICAO

plin	molska masa	volumenski delež (%)	masni delež (%)*
dušik $N_2$	28,0134	78,084	75,52
kisik $O_2$	31,9988	20,947	23,15
argon $Ar$	39,948	0,934	1,28
ogljikov dioksid $CO_2$	44,00995	0,0314**	0,05**

\* masni delež je izračunan iz volumenskega z množenjem z  $M_i/M_z$

\*\* količina je močno odvisna od kraja in časa

Vrednosti pri tleh:

zračni tlak pri morskem nivoju	$p_0 = 1013,25 \text{ hPa} = 1013,25 \text{ hPa}$
temperatura pri morskem nivoju	$T_0 = 288,15 \text{ K} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$
gostota zraka pri morskem nivoju	$\rho_0 = 1,225 \text{ kg/m}^3$

Vrednosti v višinah:

Do višine 32 km so za izračun temperature in tlaka v ICAO standardni atmosferi uporabne naslednje enačbe, pri čemer ne uporabljamo geometrijske višine  $z$ , temveč geopotencialno višino  $H$ . Za zvezo med njima uporabljamo lahko kar vrednosti po približni enačbi:  $H = \frac{zr_Z}{(r_Z+z)}$ .

od morskega nivoja do	$H = zr_Z/(r_Z + z),$	$r_Z = 6370,949 \text{ km}$
višine 32 km:	$\rho = p/RT,$	$R = 287,053 \text{ J/kgK}$

od morskega nivoja	$T = 288,15\text{K} - 6,5 \text{ K/km} \cdot H$
do višine $z = 11\text{km}$ :	$p = 1013,25 \text{ hPa} \cdot (288,15\text{K}/T)^{-5,255877}$

med $z = 11\text{km}$ in	$T = 216,650 \text{ K}$
$z = 20\text{km}$	$p = 226,32 \text{ hPa} \exp[-0,15678832/\text{km}(H - 11\text{km})]$

med $z = 20\text{km}$ in	$T = 216,650\text{K} + 10\text{K/km}(H - 20\text{km})$
$z = 32\text{km}$	$p = 54,7487 \text{ hPa}(216,650\text{K}/T)^{-34,16319}$

Grafični prikaz je za temperaturo podan na sliki 1.4 (na strani 9), značilne vrednosti pa podajata tudi tabeli A.2 in A.3.

Tabela A.2: Vrednosti pritiska, temperature in gostote v standardni atmosferi (v troposferi in tropopavzi do 30 km visoko)

višina (m)	pritisk (hPa)	temperatura (°C)	gostota kg/m <sup>3</sup>
0	1013,25	15,00	1,2250
100	1001,29	14,35	1,2130
300	977,72	13,05	1,1900
500	954,61	11,75	1,1670
1000	898,76	8,50	1,1120
1500	845,59	5,25	1,0580
2000	795,00	2,00	1,0070
3000	701,20	-4,50	0,9090
4000	616,60	-11,00	0,8190
5500	505,40	-20,70	0,6970
7000	411,10	-30,50	0,5900
9000	308,00	-43,40	0,4670
10000	265,00	-50,00	0,4140
11000	227,00	-56,40	0,3650
12000	194,00	-56,50	0,3120
16000	104,00	-56,50	0,1660
20000	55,30	-56,50	0,0889
30000	11,90	-46,60	0,0184

Tabela A.3: Višine in temperature na nekaterih izbranih pritiskovih ploskvah v standardni atmosferi

pritisk (hPa)	višina (m)	temperatura (°C)
1000	111	14,3
925	762	10,1
850	1457	5,6
700	3012	-4,5
500	5574	-20,7
400	7185	-31,8
300	9164	-44,7
200	11784	-56,5
100	16180	-56,5
50	20576	-56,0
20	26481	-50,1
10	31055	-45,6
1	48100	-2,5
0,1	65600	-41,5





## Dodatek B

# Beaufortova skala in preglednica meteoroloških pojavov

Tabela B.1: Beaufortova skala za ocenjevanje hitrosti vetra na morju in na kopnem

Bf	učinek na morju	učinek na kopnem	hitrost vetra v $m/s$
0	gladko morje	listje na drevju miruje	manj kot 0,5
1	drobni valčki	listje na drevju migota	1
2	valčki (1 $dm$ )	listje na drevju šelesti	2
3	valovi in posamezne grive	vejice se premikajo	4
4	precej belih griv na valovih	veje na drevju se gibajo	6
5	valovi vsi z grivami	manjša debela nihajo	8
6	morje se zakadi	veter tuli okoli vogalov	11
7	morje se kadi	drevesa se majejo	14
8	vsa gladina v dimu	veje se lomijo z dreves	18
9	razburkano viharo morje	opeko odnaša s streh	22
10	valovi višji od 3 $m$	ruje posamezna drevesa	27

Pri rednih meteoroloških opazovanjih ločimo približno 100 različnih vremenskih stanj oziroma pojavov v ozračju. Vsakemu ustreza poseben sinoptični simbol in ustrezna šifra.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99

Slika B.1: Simboli za zapis trenutnega vremena.

Pomen šifer in simbolov:

od 00 do 12: *pojavi ob večinoma lepem vremenu* : 0 oblakov ni, 01 – oblaki izginjajo, 02 – oblaki se ne spreminjajo, 03 – oblaki se razvijajo, 04 – vidnost zmanjšana zaradi dima, 05 – suha motnost, 06 – prah v ozračju, 07 – dviganje prahu, 08 – prašni vrtinci, 09 – prašni vihar, 10 – zamegljenost, 11 – zamegljenost v pasovih,

od 12 do 19: *spremljajoči pojavi* : 12 – ledena megla, 13 – bliskanje brez grmenja, 14 – virga: padavinski pramen, ki ne pride do tal, 15 – padavinski pramen v okolici, ki pride do tal, 16 – padavine v okolici, 17 – grmi brez padavin, 18 – močan veter, 19 – tornado;

od 20 do 29: *pojavi v pretekli uri* : 20 – pršenje, 21 – dež, 22 – sneg, 23 – dež s snegom, 24 – ledeni dež, 25 – ploha z dežjem, 26 – snežna ploha, 27 – ploha s točo, 28 – megla, 29 – nevihta;

od 30 do 39: *snežni in peščeni viharji* : 30 – slabeč zmerni peščeni vihar, 31 – nespremenjeni zmerni peščeni vihar, 32 – naraščajoč zmerni peščeni vihar, 33 – slabeč močan pešč. v., 34 – nespremenjen močan peščeni vihar, 35 – naraščujoč močan peščeni vihar, 36 zmeren nizki živi sneg, 37 – močan nizki živi sneg, 38 –

zmeren visok živi sneg, 39 močan visok živi s.;

*od 40 do 49: megla* : 40 – megla v okolici, 41 – megla v pasovih, 42 – megla z vidnim nebom, se redči, 43 – megla, se redči, 44 – nespremenjena megla z vidnim nebom, 45 – nespremenjena megla, 46 – gosteča se megla z vidnim nebom, 47 – gosteča se megla, 48 – ledena megla z vidnimi nebom, 49 – ledena megla;

*od 50 do 59: pršenje* : 50 – v presledkih rahlo prši, 51 – rahlo prši, 52 – v presledkih prši, 53 – prši, 54 – v presledkih močno prši, 55 – močno prši, 56 – rahlo prši in zmrzuje, 57 – močno prši in zmrzuje, 58 – rahlo dežje in prši, 59 – dežuje in prši;

*od 60 do 69: dež* : 60 – v presledkih rahlo dežuje, 61 – rahlo dežuje, 62 – v presledkih dežuje, 63 – dežuje, 64 – v presledkih močno dežuje, 65 – močno dežuje, 66 – rahlo dežuje in zmrzuje, 67 – močno dežuje in zmrzuje, 68 – rahlo sneži in dežuje, 69 – dežuje in sneži;

*od 70 do 79: sneg* : 70 – v presledkih rahlo sneži, 71 – rahlo sneži, 72 – v presledkih sneži, 73 – sneži, 74 – v presledkih močno sneži, 75 – močno sneži, 76 – ledene iglice, 77 – zrnat sneg, 78 – posamezne snežinke, 79 – ledena zrnca;

*od 80 do 99: plohe in nevihte* : 80 – manjša ploha, 81 – ploha, 82 – močna ploha, 83 – manjša ploha z dežjem in snegom, 84 – ploha z dežjem in snegom, 85 – snežna ploha, 86 – močna snežna ploha, 87 – ploha s sodro, 88 – močna ploha s sodro, 89 – ploha s točo, 90 – močna ploha s točo, 91 – rahlo dežuje po nevihti, 92 – dežuje po nevihti, 93 – rahlo sneži po nevihti, 94 – sneži po nevihti, 95 – nevihta z dežjem, 96 – nevihta s točo, 97 – močna nevihta z dežjem, 98 – nevihta s peščenim viharjem, 99 – močna nevihta s točo.



## Dodatek C

# Nasičeno vlažni zrak

Podatki so povzeti po D.L.Laikhtman et al.: Problems in dynamic meteorology, WMO No.261.TP.146, WMO, Geneva, 1970.

Tabela C.1: Količine nasičeno vlažnega zraka v odvisnosti od temperature  $T$ : nasičeni parni tlak  $e_s$ , nasičena gostota  $\rho_s$ , nasičena specifična vlažnost  $q_s$  in nasičeno mešalno razmerje  $r_s$ ; v zadnjem stolpcu so podane tudi gostote suhega dela zraka  $\rho_{zr}$  pri zračnem pritisku  $p_0 = 1000 \text{ mbar}$

$T$ ( $^{\circ}C$ )	$e_s$ (mbar)	$\rho_s$ ( $g/m^3$ )	$q_s$ (g/kg)	$r_s$ (g/kg)	$\rho_{zr}$ ( $g/m^3$ )
-60	0,009	0,010	0,006		1637
-55	0,020	0,020	0,012		1599
-50	0,039	0,038	0,024		1563
-45	0,069	0,066	0,043		1529
-40	0,124	0,116	0,077		1496
-35	0,223	0,203	0,139		1464
-30	0,373	0,334	0,232		1434
-25	0,628	0,550	0,391		1405
-20	1,27	1,08	0,79		1377
-19	1,37	1,17	0,86		1372
-18	1,49	1,27	0,93		1367
-17	1,62	1,38	1,01		1361
-16	1,76	1,49	1,10		1356
-15	1,91	1,60	1,19		1351
-14	2,07	1,73	1,29		1345
-13	2,24	1,87	1,90		1340
-12	2,43	2,02	1,51		1335
-11	2,63	2,18	1,64		1330
-10	2,85	2,35	1,78	1,78	1325
-9	3,09	2,54	1,92	1,93	1320
-8	3,35	2,74	2,08	2,09	1315
-7	3,62	2,95	2,25	2,26	1310
-6	3,91	3,17	2,43	2,44	1305
-5	4,22	3,41	2,62	2,63	1300
-4	4,55	3,66	2,82	2,83	1295
-3	4,99	3,93	3,04	3,05	1290
-2	5,27	4,22	3,28	3,29	1286
-1	5,67	4,53	3,54	3,55	1281
0	6,10	4,86	3,81	3,83	1276

T (°C)	$e_s$ (mbar)	$\rho_s$ (g/m <sup>3</sup> )	$q_s$ (g/kg)	$r_s$ (g/kg)	$\rho_{zr}$ (g/m <sup>3</sup> )
1	6,56	5,21	4,10	4,12	1272
2	7,05	5,57	4,40	4,43	1267
3	7,58	5,96	4,73	4,76	1262
4	8,14	6,37	5,08	5,11	1258
5	8,73	6,81	5,45	5,48	1253
6	9,35	7,27	5,84	5,87	1249
7	10,01	7,76	6,26	6,29	1244
8	10,71	8,28	6,70	6,74	1240
9	11,46	8,83	7,17	7,22	1235
10	12,26	9,41	7,67	7,73	1231
11	13,11	10,02	8,21	8,27	1227
12	14,01	10,66	8,77	8,84	1222
13	14,96	11,34	9,37	9,45	1218
14	15,97	12,07	10,01	10,10	1214
15	17,04	12,84	10,69	10,79	1210
16	18,17	13,65	11,40	11,50	1205
17	19,37	14,50	12,20	12,30	1201
18	20,64	15,39	13,0	13,1	1197
19	21,97	16,33	13,8	14,0	1193
20	23,38	17,32	14,7	14,9	1189
21	24,87	18,36	15,6	15,9	1185
22	26,44	19,45	16,6	16,9	1181
23	28,09	20,59	17,7	18,0	1171
24	29,84	21,79	18,8	19,2	1173
25	31,68	23,06	20,0	20,4	1169
26	33,62	24,39	21,2	21,7	1165
27	35,66	25,79	22,5	23,0	1161
28	37,80	27,25	23,9	24,5	1157
29	40,05	28,79	25,3	26,0	1153
30	42,42	30,38	26,9	27,2	1150
31	44,92	32,06	28,5	29,3	1146
32	47,51	33,82	30,2	31,1	1142
33	50,30	35,67	31,9	33,0	1138
34	53,19	37,60	33,8	35,0	1134
35	56,23	39,62	35,8	37,1	1131
40	73,7	51,1	47,3	49,6	1113
45	95,8	65,9	61,9	66,0	1095
50	123,3	82,8	80,6	87,6	1078
55	157,4	104,1	104,2	116,3	1062
60	199,1	129,8	134,1	154,9	1046





## Dodatek D

# Lista simbolov

### D.1 Neodvisne spremenljivke

$t$	čas
$\lambda, \varphi, r$	krajevne spremenljivke v geografskem koordinatnem sistemu,
$x, y, z$	krajevne spremenljivke v lokalnem kartezičnem koordinatnem sistemu, ponavadi $x$ proti vzhodu, $y$ proti severu in $z$ proti zenitu, ali v sistemu, ki je prirejen geografskemu sistemu: $x = x_0 + r \cos \varphi \lambda, y = y_0 + r \varphi, z = r - r_Z$
$p$	vertikalna koordinata v "pšistemu"
$\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$	enotski bazni vektorji
$\vec{t}, \vec{n}, \vec{b}$	enotski bazni vektorji v naravnem koordinatnem sistemu
$\vec{r}$	radij vektor
$\vec{r}_1$	z osjo kroženja vzporedni del radija vektorja
$\vec{R}$	na os kroženja pravokotni del radija vektorja

### D.2 Odvisne spremenljivke in funkcije, parametri in konstante

$c_a$	specifična toplota vode
$c_l$	specifična toplota ledu
$c_p$	specifična toplota pri stalnem tlaku
$c_{pv}$	specifična toplota vodne pare pri stalnem tlaku, $c_{pv} = 1847 \text{ J/(kgK)}$
$c_{vv}$	specifična toplota vodne pare pri stalnem volumnu, $c_{vv} = 1386 \text{ J/(kgK)}$
$c_{pz}$	specifična toplota suhega dela zraka pri stalnem tlaku, $c_{pz} = 1004 \text{ J/(kgK)}$
$c_{vz}$	specifična toplota suhega dela zraka pri stalnem volumnu, $c_{vz} = 717 \text{ J/(kgK)}$

$c_v$	specifična toplota pri stalnem volumnu
$C$	električna kapaciteta
$D$	sprememba smeri žarka pri mavrici po prehodu skozi kapljico
$e$	tlak vodne pare ali pritisk vodne pare
$e_s$	nasičeni tlak ali nasičeni pritisk vodne pare
$f$	Coriolisov parameter, $f = 2\Omega \sin \varphi$ ; relativna vlažnost $f = e/e_s$ ; funkcija
$f_0$	konstantna vrednost Coriolisovega parametera (npr. $f_0$ ( $45^\circ$ g. š.) = $1,031 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ )
$\vec{f}$	specifična sila (z indeksi označene razne sile ali posamezne komponente)
$\vec{F}$	sila (z indeksi označene razne sile ali posamezne komponente)
$g$	vrednost težnostnega pospeška (specifične sile teže)
$g_0$	standardna vrednost težnostnega pospeška (specifične sile teže) $g_0 = 9,80665 \text{ ms}^{-2}$
$\vec{g}$	vektor težnostnega pospeška (specifične sile teže)
$h$	Planckova konstanta, $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$
$h_i$	specifična izparilna toplota (voda-para) $h_i = 2,50 \text{ MJkg}^{-1}$ (pri $0^\circ\text{C}$ )
$h_s$	specifična sublimacijska toplota (led-para) $h_s = 2,83 \text{ MJkg}^{-1}$ (pri $0^\circ\text{C}$ )
$h_t$	specifična talilna toplota (led-voda) $h_t = 0,33 \text{ MJkg}^{-1}$ (pri $0^\circ\text{C}$ )
$H$	geopotencialna višina, $H = \frac{\phi}{g_0} = (1/g_0) \int g(z) dz$ ; efektivna višina osi dima
$H_E$	debelina Ekmanove plasti, $H_E = \sqrt{K_m/f}$
$H_0$	višina homogenega ozračja, $H_0 = RT/g \approx 8500 \text{ m}$ , $H_0 = RT_0/g_0 \approx 8434 \text{ m}$
$I$	električni tok; intenzivnost izpada primesi (polutantov) iz ozračja
$j$	gostota toka
$j_0$	solarna konstanta, gostota energijskega toka sončnega obsevanja Zemlje ob vrhu ozračja, $j_0 \approx (1367 \pm 0,1\%) \text{ Wm}^{-2}$
$j_e$	gostota električnega toka
$j_H$	gostota toka zaznavne toplote
$j_E$	gostota toka izparilne (latentne) toplote
$j_q$	gostota toka vodne pare
$k$	von Kármánova konstanta, $k \approx 0,4$ ; koeficient linearnega upora
$K_h$	turbulentna difuzivnost za toploto
$K_m$	turbulentna difuzivnost za gibalno količino
$K_q$	turbulentna difuzivnost za vodno paro
$K_y$	turbulentna difuzivnost za primesi v zraku prečno na smer vetra
$K_z$	turbulentna difuzivnost za primesi v zraku po vertikali

$K_\chi$	turbulentna difuzivnost za primesi (polutante) v zraku
$l$	povprečna pot mešanja
$m$	masa, masa zraka
$m_a$	masa tekoče vode
$m_l$	masa ledu
$m_v$	masa vodne pare
$m_z$	masa suhega dela zraka
$m_Z$	masa Zemlje, $m_Z = 5,977 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
$M$	molska masa zraka, $M = 28,9644 \text{ kg/kmol}$
$p$	tlak ali pritisk, zračni tlak ali zračni pritisk
$p_s$	zračni tlak pri tleh ali zračni pritisk pri tleh
$p_z$	tlak suhega dela zraka ali pritisk suhega dela zraka
$p_0$	standardna vrednost zračnega tlaka na morskem nivoju, $p_0 = 1013,25 \text{ hPa}$
$P$	moč
$q$	specifična vlažnost, $q = \rho_v/\rho$
$q_s$	nasičena specifična vlažnost, $q = \rho_s/\rho$
$Q$	toplota; električni naboj; intenzivnost vira onesnaževanja zraka
$r$	razmerje mešanosti vodne pare in suhega dela zraka, $r = \rho_v/\rho_z$
$r_s$	nasičeno razmerje mešanosti vodne pare in suhega dela zraka, $r = \rho_s/\rho_z$
$r_Z$	povprečni radij Zemlje, $r_Z = 6,356766 \cdot 10^6 \text{ m}$
$r_{ICAO}$	povprečni radij Zemlje po standardu ICAO, $r_{ICAO} = 6,370949 \cdot 10^6 \text{ m}$
$R$	specifična plinska konstanta za zrak, $R = 287,04 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ ; električni upor
$R_{ICAO}$	specifična plinska konstanta za zrak po standardu ICAO, $R_{ICAO} = 287,05287 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$
$R^*$	splošna plinska konstanta, $R^* = 8314 \text{ Jkmol}^{-1}\text{K}^{-1}$
$R_v$	specifična plinska konstanta za vodno paro, $R_v = 461,5 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$
$R$	radij
$R_{traj}$	radij trajektorije
$R_{tok}$	radij tokovnice
$s$	pot; razdalja v naravnem koordinatnem sistemu
$S$	ploskev
$T$	temperatura, temperatura zraka
$T_d$	temperatura rosišča
$T_k$	temperatura vodne kapljice
$T_m$	temperatura mokrega termometra
$T_{ok}$	temperatura okolišnjega zraka (zraka v okolici tistega, ki ga sicer obravnavamo)
$T_s$	temperatura zraka pri tleh

$T_v$	virtualna temperatura, $T_v = T[1 + q(R_v - R)/R]$
$T_0$	standardna vrednost temperature zraka na morskem nivoju, $T_0 = 15 \text{ }^\circ\text{C} = 288,15 \text{ K}$
$u$	komponenta hitrosti v smeri $x$ (glej tudi $u, v, w$ in $u, v, \omega$ )
$u_*$	torna hitrost
$u, v, w$	komponente hitrosti vetra: $u \equiv \frac{dx}{dt}, v \equiv \frac{dy}{dt}, w \equiv \frac{dz}{dt}$ (ponavadi u proti vzhodu, v proti severu, w pa vedno navpično navzgor, proti zenitu) v (lokalnem) kartezičnem koordinatnem sistemu ali v geografskem (krivočrtnem) koordinatnem sistemu: $u = r \cos \varphi \frac{d\lambda}{dt}, v = r \frac{d\varphi}{dt}, w = \frac{dr}{dt}$
$u, v, \omega$	komponente hitrosti vetra v "p" koordinatnem sistemu, horizontalni komponenti kot v "z" sistemu, vertikalna pa je določena s hitrostjo spremembe tlaka ob vertikalnem premikanju, pozitivna vrednost pomeni gibanje navzdol, $\omega \equiv \frac{dp}{dt}$
$\vec{v}$	vektor hitrosti vetra
$\vec{v}_a$	vektor hitrosti v absolutnem, nepospešenem sistemu
$\vec{v}_r$	vektor hitrosti vetra v relativnem, pospešenem sistemu
$\vec{v}_{krož}$	vektor hitrosti kroženja ali krožilna hitrost
$v$	komponenta hitrosti v smeri $y$ (glej tudi $u, v, w$ in $u, v, \omega$ )
$V$	volumen; komponenta horizontalnega dela hitrosti v naravnem koordinatnem sistemu
$V_{at}$	antitriptična hitrost
$V_c$	ciklostrofska hitrost
$V_g$	geostrofska hitrost
$V_{gr}$	gradientna hitrost
$V_i$	inercijska hitrost
$w_t$	ravnovesna hitrost padanja v mirnem zraku
$w$	komponenta hitrosti v smeri $z$ , navpično navzgor (glej tudi $u, v, w$ )
$z_s$	nadmorska višina reliefa, tal
$z_0$	parameter hrapavosti
$\alpha$	absorptivnost; kot
$\beta$	kot
$\gamma$	(negativni) vertikalni gradient temperature v ozračju, $\gamma = -\partial T / \partial z$
$\Gamma_a$	(negativna) individualna sprememba temperature pri adiabatnem pomiku nenesičenega zraka v vertikalni smeri, $\Gamma_a \equiv -\frac{dT}{dz} = 10 \text{ K/km}$ , pri $q < q_s$
$\Gamma_s$	(negativna) individualna sprememba temperature pri adiabatem pomiku nasičenega zraka v vertikalni smeri, $\Gamma_s \equiv -\frac{dT}{dz} < 10 \text{ K/km}$ , pri $q = q_s$
$\delta$	premik višine mirovanja zraka proti vrhu rastlinske odeje
$\varepsilon$	emisivnost

$\zeta$	vrtničnost, vertikalna komponenta rotorja hitrosti, $\zeta = \vec{k} \cdot \nabla \times \vec{v}$
$\vartheta$	zenitni kot (Sonca)
$\Theta$	potencialna temperatura, $\Theta = T(1000hPa/p)^{R/c_p}$
$\Theta_e$	ekvivalentna potencialna temperatura, $\Theta_e = \Theta e^{h_i r/c_p z}$
$\kappa$	gravitacijska konstanta, $\kappa = 6,6720 \cdot 10^{-11} Nm^2kg^{-2}$
$\lambda$	valovna dolžina; geografska dolžina; toplotna prevodnost
$\mu$	viskoznost zraka, $\mu = 1,72 \cdot 10^{-5} kgm^{-1}s^{-1}$
$\nu$	frekvenca (npr. elektromagnetnega valovanja)
$\rho$	gostota, gostota zraka
$\rho_a$	gostota tekoče vode
$\rho_l$	gostota ledu
$\rho_{ok}$	gostota okolišnega zraka (v okolici tistega, ki ga sicer obravnavamo)
$\rho_s$	nasičena gostota vodne pare (nasičena absolutna vlažnost)
$\rho_v$	gostota vodne pare (absolutna vlažnost)
$\rho_z$	gostota suhega dela zraka
$\rho_0$	standardna vrednost gostote zraka na morskem nivoju $\rho_0 = 1,225 kgm^{-3}$
$\sigma$	Stefan-Boltzmanova konstanta, $\sigma = 5,769 \cdot 10^{-8} Wm^{-2}K^{-1}$ ; ploskovna gostota električnega naboja
$\sigma_y$	empirični parameter za opis turbulentne difuzivnosti za primesi (polutante) v zraku prečno na smer vetra
$\sigma_z$	empirični parameter za opis turbulentne difuzivnosti za primesi (polutante) v zraku po vertikali
$\tau$	transmisivnost; karakteristični čas, obhodni čas
$\varphi$	geografska širina; kot
$\phi$	geopotencial, $\phi = \int g(z) dz$
$\Phi_m$	masni tok
$\chi$	koncentracija primesi (polutantov) v ozračju
$\omega$	krožna frekvenca; vertikalna hitrost v $p$ sistemu (glej tudi $u, v, \omega$ )
$\Omega$	kotna hitrost vrtenja Zemlje, $\Omega = 2\pi/(24 \cdot 3600) s^{-1} = 7,292 \cdot 10^{-5} s^{-1}$
$\vec{\Omega}$	vektor kotne hitrosti vrtenja Zemlje

### D.3 Rodovi oblakov in okrajšave zanje

Ci	Cirrus
Cs	Cirrostratus
Cc	Cirrocumulus
As	Altostratus
Ac	Alto cumulus
Ns	Nimbostratus
St	Stratus
Sc	Stratocumulus
Cu	Cumulus
Cb	Cumulonimbus

### D.4 Kratice

ICAO	International Civil Aviation Organization
WMO	World Meteorological Organization
UTC	Universal Time Coordinated (univerzalni poenoteni čas)
CEST	Central European Standard Time (srednjeevropski čas)
UV	Ultravijolično sevanje
IR	Infrardeče sevanje
HMZ	Hidrometeorološki zavod
ECMWF	European Centre for Middle range Weather Forecasts

# Literatura

- [1] Bluestein H. B.: Synoptic–dynamic meteorology in midlatitudes, New York/Oxford, Oxford Univ. Press, Vol 1. 1992, xiii+431 pp., Vol.2, 1993, xii+594 pp.=3.
- [2] Bojkov R. D.: The ozone layer – recent developments. WMO Bulletin 43 (1994, No. 2), 113–116.
- [3] Budyko M. I. (Ed.) Atlas teplovogo balansa zemnogo šara. Moskva, Mezhved. geofiz. komitet, 1963. (povzeto po O. M. Essenwanger (Ed.): General climatology, 1A , A. Kessler: Heat balance climatology. Amsterdam etc., Elsevier, 1985, xi+224 pp.
- [4] Daley R.: Atmospheric data analysis, Cambridge etc., Cambridge Univ. Press, 1991, xiv+457 pp.
- [5] Essenwanger, O. M.: General climatology. 1B: Elements of statistical analysis. Amsterdam, Elsevier, 1986, 424 pp.
- [6] Hering, W. S. and T. R. Borden 1967: Ozone sonde observations over North America, Vol. 4. Report AFCRL 64–30(IV), Env. Res. Papers No. 279. Air Force Cambridge Res. Lab., Bedford, Mass. (povzeto po: Warneck, P. Chemistry of Natural Atmosphere. Acad. Press, San Diego etc., 1988, xii+757 pp.
- [7] Heyer, E.: Witterung und Klima. B. G. Teubner Verl. Leipzig. 1963, VII+439 S. + Beil.
- [8] Hočevar A. in Z. Petkovšek: Meteorologija – osnove in nekatere aplikacije. Ljubljana, Biotehnična fakulteta, 1995, 219 str.
- [9] Holton J. R.: An introduction to dynamic meteorology, San Diego etc., Acad. Press, 1992, x+511 pp.
- [10] Houghton H. G.: Physical meteorology, Cambridge (Mass.) and London, The MIT Press, 1985, viii+442 pp.
- [11] ICAO: Manual of the ICAO standard atmosphere – extended to 80 km (262500 feet). Third ed., Doc 7488/3. Montreal, ICAO, Document sales unit, 1993, E–xiv + tabele (+ francoska, španska in ruska verzija).

- [12] Iribarne, J. V. and H. R. Cho: Atmospheric physics. Dordrecht, D. Reidel, 1980, xii+212 pp.
- [13] JMA: Report on recent climate change in the world. Tokio, Japan Meteorological Agency, 1995
- [14] Kiehl, J. T. and K. E. Trenberth, Bull AMS 78 (1997, No. 2), 197–208.
- [15] E. Kleinschmidt (ured.): Handbuch der Meteorologischen Instrumente. Berlin, Springer, 1935, XV+733 S.
- [16] Kuščer I. in A. Kodre: Matematika v fiziki in tehniki. Ljubljana, DMFA, 1994, 394 str.
- [17] Kuščer I. in S. Žumer: Toplota. Ljubljana, DMFA/ZOTKS, 1987, 219 str.
- [18] HMZ: Mednarodni atlas oblakov. 1. del: prironik za opazovanje oblakov in drugih meteorjev (prevod). Ljubljana, Hidrometeorološki zavod RS, 1995, 138 str.
- [19] Monin A. S.: An introduction to the theory of climate, Dordrecht, D. Reidel, 1986, viii+261 pp.
- [20] H. Pichler: Dynamik der Atmosphäre, Bibl. Inst. – Wissenschaftsverlag, Mannheim etc., 1984, 456 S.
- [21] Rogers R. R. and M. K. Yau: A short course of cloud physics, Oxford etc., Pergamon Press, 1989, xiv+293 pp.
- [22] Stern, A. C.: Fundamentals of air pollution. London, Academic press, 1973, 492 pp.
- [23] Strnad J.: Fizika. Prvi del, Mehanika, Toplota. Ljubljana, DZS, 1977, 284 str. Drugi del, Električna, Optika, Ljubljana, DZS, 1978, str. 285–564.
- [24] Tricker, R. A. R.: Introduction to meteorological optics. American Elsevier and Mills & Bonn Ltd., New York and London 1970, 286 pp.
- [25] UNEP: Impact of climate change. United nations environment programme, Nairobi, 1993.
- [26] Wallace J. M. and P. V. Hobbs: Atmospheric science – an introductory survey. New York etc., Acad. Press, 1977, xvii+467 pp.
- [27] Walther H. und H. Lieth: Klimadiagramm–Weltatlas. Jena, VEB Gustav Fischer Verl., 1967 (okrog 9000 diagramov za okrog 8000 krajev in 33 glavnih ter 22 pomožnih kart – v treh letih: 1960, 1964 in 1967).
- [28] Warneck, P.: Chemistry of the natural atmosphere. San Diego, Academic press, 1988, 757 pp.



- [29] Weast, R. C. (Ed.-in-Chief): CRC Handbook of Chemistry and Physics, 66th Ed, CRC Press, Inc. Boca Raton, 1985-86, loč. pag.
- [30] WMO: International cloud atlas. Vol. 1, manual on the observation of clouds and other meteors. WMO, 1975