

Branka Grbec & Frano Matić

OBLACI



Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split

Oblaci

Branka Grbec & Frano Matić



Izdavač

Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split

Za izdavača

Nedo Vrgoč

Recenzenti

Nenad Leder

Antun Marki

Davor Nikolić

Lektor

Lada Rutić

Grafičko oblikovanje

Edi Lučić

Grafička priprema i tisak

Arak printing

SADRŽAJ

PREDGOVOR	1
I DIO	
NASTAJANJE I KLASIFIKACIJA OBLAKA	3
O OBLACIMA	5
NASTAJANJE OBLAKA	11
Oblaci termičke konvekcije	13
Orografski oblaci	13
Konvergencijski oblaci	14
Frontalni oblaci	14
Radijacijski oblaci	15
NAOBLAKA	17
Određivanje količine naoblake	18
KLASIFIKACIJA OBLAKA	21
Visoki oblaci	26
Srednje visoki oblaci	30
Niski oblaci	34
OROGRAFSKI OBLACI	40
MAMATUS OBLACI	44
POLARNI STRATOSFERSKI OBLACI	46
II DIO	
ATLAS OBLAKA	
Visoki oblaci	50
Srednje visoki oblaci	58
Niski oblaci	66
LITERATURA	84

PREDGOVOR

Nebo. Gledano sa Zemlje njegov je svod često pokriven malenim kapima i kristalićima leda raznolikih oblika koji se pojavljuju i nestaju tvoreći svima znane oblake. Niske, visoke, prozirne. Pojavljuju se u nebrojeno mnogo oblika, golemi su ili maleni, različitih boja, nalaze se na različitim visinama, nisko pri tlu, na velikim visinama troposfere i stratosfere. Kada razmišljamo o njima prva je asocijacija – pamučna čupava nebeska gruda. No, odlučimo li preciznije zaviriti u njihovu unutrašnjost, zapitamo li se zašto se pojavljuju i zašto baš u takvom, nikad ponovljenom obliku, suočit ćemo se sa složenom slikom životnog ciklusa svih tih po obliku, visini i razvijenosti različitih tvorevina vodene pare.

Knjiga *Oblaci* namijenjena je svima onima koji su se bar jednom, pogledavši u nebo, zapitali kako nastaju oblaci, zašto ih vidimo i zašto nestaju. Nadamo se kako će biti koristan materijal studentima Sveučilišnog studijskog centra za studije mora koji se s oblacima susreću slušajući kolegij *Osnove meteorologije* kao i studentima srodnih fakulteta. Uz cjeline koje opisuju procese važne za nastajanje i prostiranje oblaka knjiga sadrži mali atlas oblaka – međunarodno prihvaćenu podjelu u odnosu na visinu donje baze oblaka prema klasifikaciji Svjetske meteorološke organizacije. Oblaci snimljeni tijekom nastajanja ove knjige klasificirani su po rodovima, vrstama, podvrstama te njima pridruženim dodatnim osobinama i oblacima pratiocima. Obrađeni su troposferski oblaci dok su opisani samo polarni stratosferski oblaci koji svojom neobičnošću često plijene pažnju promatrača.

Knjiga je nastala sa željom da se premosti nedostatak slične literature na hrvatskome jeziku. Smatramo kako ovaj kratak pregled klasifikacije oblaka može pomoći studentima pri određivanju roda, vrste i podvrste oblaka čemu nesumnjivo pridonose fotografije oblaka većinom snimljene nad Jadranom. Oblacima su pridružena latinska imena koja opisuju značenje osobina koje oblaci nose. Primjerice latinski prefiks *alto* ili *cirro* općenito znači visinu na kojoj se oblaci nalaze. Oblaci čija latinska imena počinju sa *cirro* (*cirrocumulus*, *cirrus*, *cirrostratus*) odnose se na oblake u visokim slojevima troposfere, oni s prefiksom *alto* na početku imena (lat. *altostratus*, *altocumulus*) oblaci su srednjeg sloja. Ponekad ime oblaka znači i opisuje njegovu glavnu osobinu kao što je to slučaj s kumululus humilis oblakom koji počinje kao vrlo mali, a može narasti do kumululus kongestus (lat. *cumululus congestus*) oblaka koji se daljnjim razvojem može pretvoriti u olujni oblak latinskog naziva *cumulonimbus*. Tako od bezopasnih oblaka lijepog vremena uz povoljne atmosferske uvjete te izraženu atmosfersku nestabilnost nastaje prava meteorološka bomba, olujni vertikalno vrlo razvijen kumulonimbus. Oblaci svoje osobine „crpe“ iz fizikalnih procesa koji su prethodili njihovom stvaranju i onih koji su razlogom njihovog razvoja ali i njihovog nestajanja. Stoga je poznavanje fizike atmosfere preduvjet razumijevanja životnog ciklusa oblaka. Gledajući oblake „gledamo“ fizikalne zakonitosti koje su razlogom njihovog postojanja. Preporučujemo studentima da u tom svjetlu promatraju nebo – biti će im zanimljivije, a moći će i sami „uhvatiti“ neponovljivi trenutak neke lijepe realizacije fizikalnog atmosferskog procesa.

autori

Oblaci



I DIO

NASTAJANJE I KLASIFIKACIJA OBLAKA

*Oblaci lete sada,
visoki, brzi i smjeli,
i kako lete, pada
sa brda zvonik bijeli.
I plove oblaci, mrki,
niz plave svoje drame
i prostru se na crne hume
poput nejasne šume.
Poslije dok oblaci leže,
sve je bez glasa i kretnje;*

Večernja pjesma o oblacima i zelenim jezerima
A.B. Šimić

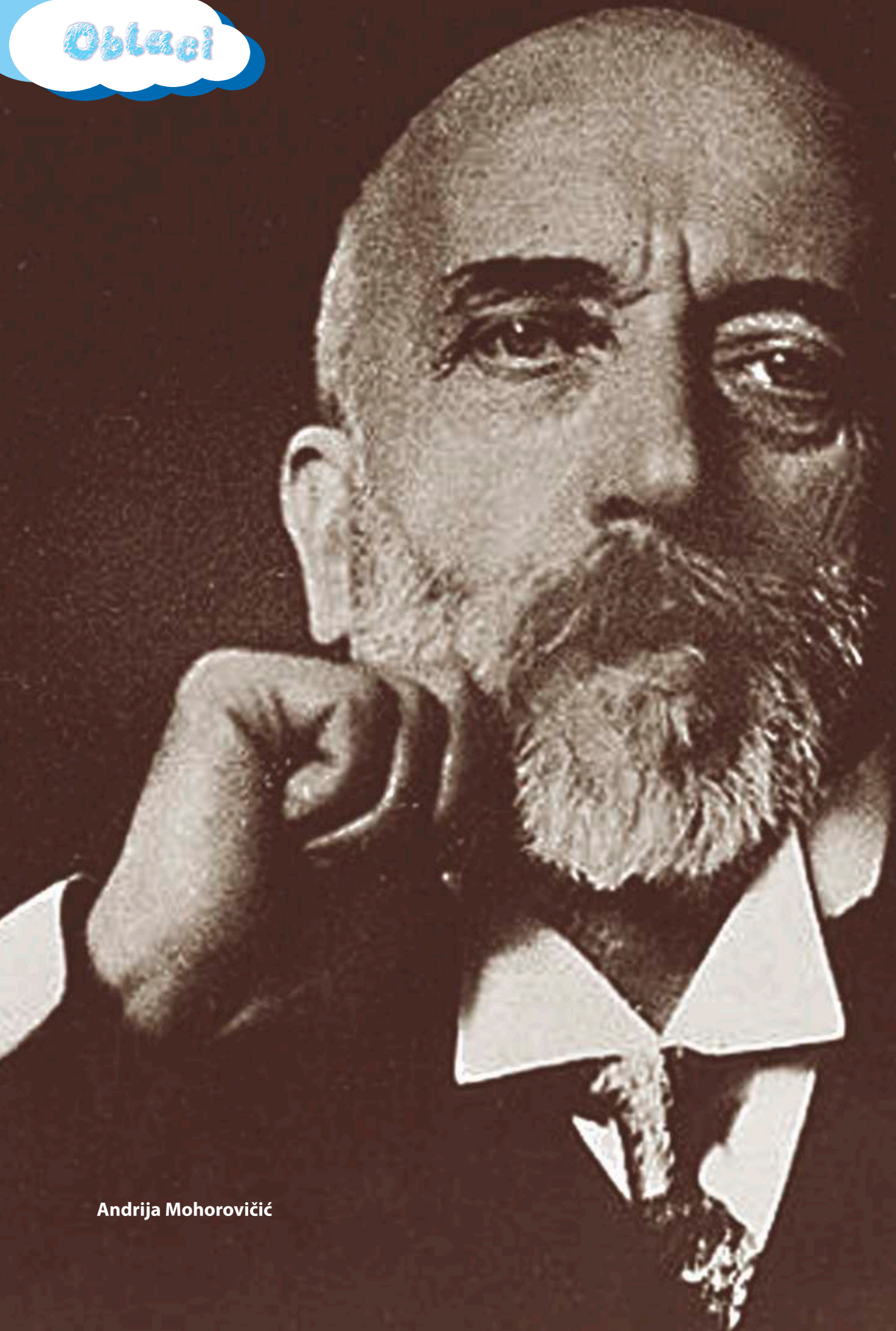


Kumulus humilis iznad Kaštela, 24.11. 2010.

Oblaci - u atmosferi najinteresantnije i oblikom najraznovrsnije tvorevine – tek su vidljive nakupine mikroskopski sitnih kapljica vode i ledenih kristalića koje kondenzacijom, depozicijom ili sublimacijom vodene pare nastaju u donjim slojevima atmosfere. Pojavljuju se u troposferi, različitih su oblika i veličina, od jedva vidljivih tragova do teških, sivih nakupina koje često prekrivaju čitav horizont. Mogu biti tanki, debeli, pojavljivati se nisko pri tlu, u srednjem sloju troposfere, visoko na nebu, mogu biti sastavljeni samo od leda ili samo od vode, iz nekih može padati kiša, dok iz nekih ne. Kapljice vode, od kojih su oblaci sastavljeni, promjera su stotinke milimetra, vrlo su malene te u tekućem obliku mogu ostati čak i kada su prehladne, na temperaturi i do $-37\text{ }^{\circ}\text{C}$, ako u blizini nema jezgara zamrzavanja te ako se ne sudaraju. Oblaci su odgovorni za kišu, snijeg, sijevanje, grmljavinu i još niz drugih, oblikom i dinamikom interesantnih meteoroloških pojava. Njihova prisutnost na nebu pruža korisne informacije o sadašnjem vremenu i vremenu koje će nastupiti – oni su naime učinkoviti predznaci vremena. Nebo ne čine samo prozračnim ili tamnim, već mnogo govore o trenutnom vremenu i onome koje slijedi.

Još od davnina, kada je prognoziranje vremena bila potpuna nepoznanica, oblaci su kao vidljive vrlo različite i nestalne pojave na nebu predstavljali polazište za predviđanje budućeg stanja atmosfere. Umjetnost prognoziranja vremena seže vrlo daleko u prošlost, sve do samih početaka civilizacije. Oko 650. godine prije Krista Babilonci su pokušavali prognozirati kratkoročne promjene vremena oslanjajući se na promatranje oblaka i pojavu optičkih fenomena kao što je primjerice halo. Oko 300 godina prije Krista kineski astronomi razvili su kalendar koji je godinu dijelio u 24 cjeline, tzv. „festivale“, a svaki je opisivao različit tip vremena.

Godine 340. prije Krista Aristotel je objavio knjigu *Meteorologica*, u kojoj također objašnjava optičke pojave, posebno halo. Oblaci su zainteresirali znanstvenike koji su se bavili i drugim područjima fizike i geofizike. Andrija Mohorovičić (1857-1936), istaknuti hrvatski geofizičar, seizmolog, u početku svoje znanstvene karijere bio je vezan za meteorologiju, i to posebno za oblake.



Andrija Mohorovičić

**Memorijalne prostorije Geofizičkog zavoda
„Andrija Mohorovičić“
Prirodoslovno matematičkog fakulteta
Sveučilišta u Zagrebu**

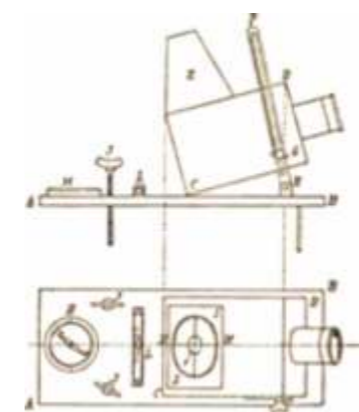
Rad u meteorologiji

Danijel Belušić, Mirko Orlić, Marjan Herak, 2005

„Kao profesor matematike, fizike i meteorologije, Andrija Mohorovičić dolazi u doticaj s atmosferskim procesima koji u njemu bude zanimanje za to područje. Stoga je nedugo nakon dolaska u nautičku školu u Bakru nastojao osnovati meteorološku postaju. U tome uspijeva 1887. god. te detaljno opisuje postaju i instrumente u šestom programu Kralj. nautičke škole u Bakru. Uz standardne mjerne uređaje potrebne jednoj meteorološkoj postaji, kao što su barometar (tlak), termometar (temperatura), psihrometar (vlažnost), ombrometar (oborina) i heliograf (sunčevo zračenje), Andrija Mohorovičić je posebnu važnost pridavao gibanju oblaka te je konstruirao vlastiti uređaj za mjerenje smjera i brzine gibanja oblaka - nefoskop.

Na temelju ustrajnih i detaljnih opažanja, ponajprije oblaka, Mohorovičić objavljuje više radova u domaćim i inozemnim publikacijama. Tako primjerice opisuje stacionarne kumulusne oblake koji se javljaju iznad vrhova planina tijekom bure – poznatu oblačnu kapu – te prilaže i njihovu sliku. Međutim, upravo studije zasnovane na opažanju oblaka, koje je objavio kao profesor u Bakru, vode ga do doktorata 1893. god.

Znanstvenim i stručnim radom iz meteorologije bavi se još idućih desetak godina. Objavljuje radove o grmljavini i obrani od tuče, o mjeri umanjanja temperature visinom, daje opis klime Zagreba te naputke za motritelje oborina. Manje je znano da je objavljivao i prve javne prognoze vremena u dnevnim listovima“



Nefoskop, naprava za snimanje oblaka i oblačna kapa tijekom bure gledana iz Bakra, 24. ožujka 1889.

(preuzeto s dozvolom autora sa stranice: <http://www.gfz.hr/sobe/index.htm>)

Mohorovičićeva meteorološka istraživanja uključivala su, između ostalog, klimatološku studiju oblaka i njihovog gibanja u području Bakra, istraživanje zagrebačke klime, te posebno opis atmosferskih rotora čemu je dao pionirski doprinos. Detaljno je opisao vrtlog s horizontalnom osi koji se javlja na zavjetrinskoj strani planine kojega je opažao iz Bakra. Svoja opažanja objavio je 1889. u uglednom bečkom časopisu *Meteorologische Zeitschrift*. Njegov pionirski rad prepoznat je u tadašnjoj znanstvenoj zajednici te je bio citiran u nekoliko meteoroloških udžbenika s početka 20. stoljeća. Nakon toga njegov rad pada u zaborav, sve do današnjih dana kada su pokrenuta brojna istraživanja atmosferskih rotora.

Mirko Orlić
Andrija Mohorovičić kao meteorolog

Mohorovičićev njemački članak iz 1889. citiran je kasnije i u ponajboljim meteorološkim udžbenicima onoga doba. U svojim ga djelima spominje J. Hann (Lehrbuch der Meteorologie, Leipzig, 1901.), ugledni meteorolog i urednik časopisa u kojem je članak objavljen, kao i A. Wegener (Thermodynamik der Atmosphäre, Leipzig, 1911.), geofizičar koji je karijeru započeo kao meteorolog, ali se kasnije proslavio teorijom kontinentalnih pomaka (iz čega se kasnije razvila teorija tektonskih ploča). Naposljetku, Mohorovičićev članak i njegov dijagram na nekoliko mjesta spominje i J. Kuettner u svojim poznatim radovima iz 1938 i 1939. godine u kojima se bavi atmosferskim rotorom iza jedne planine u Njemačkoj. Nakon toga Mohorovičićev članak više nije citiran u inozemstvu, a čini se da su na njegov dijagram zaboravili i hrvatski znanstvenici. Kuettnerovi radovi potaknuli su mjerenja u mnogim dijelovima svijeta, a i teorijska istraživanja rotora, sve do današnjih dana. Posljednji veliki eksperiment posvećen atmosferskim rotorima, nazvan T-REX (Terrain-Induced Rotor Experiment), obavljen je u 2006. u području Sierra Nevade u Sjedinjenim Državama.

Priroda, siječanj, 2008.

Njegov suvremenik, Oton Kučera (1857-1931), naš najveći i najzaslužniji promicatelj prirodnih znanosti, fizičar i astronom, također je u oblacima nalazio inspiraciju i polazište za razumijevanje mnogih atmosferskih procesa i prognoze vremena. Tako Kučera atmosferu naziva „trećom haljinom Zemlje“ u kojoj „provodimo čitav svoj viek, po dnu njegovom puzimo mi milijuni sitnih ljudskih bića od poroda do groba“. U svom djelu Vrieme – crtica iz meteorologije (1893) Kučera podrobno opisuje oblake i maglu, naglašavajući važnost termodinamičkih procesa pri njihovom formiranju. Još jedan hrvatski meteorolog, Erald Marki, rođen u Hvaru 1876. godine, osnivač meteorološkog opservatorija u Splitu na Marjanu 1926. godine, u svome se radu zanimao za oblake te im je podario i hrvatske nazive. Nažalost, u hrvatskoj meteorološkoj stručnoj terminologiji ta se imena oblaka nisu uvriježila, a predstavljala bi lijep primjer bogatstva hrvatskoga jezika.

Hrvatski nazivi oblaka prema prijedlogu Eralda Markija (Izvor: Vučetić, V. i Vučetić, M., 2002)

ROD OBLAKA		
MEĐUNARODNI NAZIV	SIMBOL	HRVATSKI NAZIV
Cirrus	Ci	Runjavac
Cirrocumulus	Cc	Runjavi humnjak
Cirrostratus	Cs	Runjavi vitrak
Alto cumulus	Ac	Visoki humnjak
Altostratus	As	Visoki vitrak
Stratus	St	Vitrak
Stratocumulus	Sc	Vitrasti humnjak
Nimbostratus	Nb	Kišni vitrak ili kišnik
Cumulus	Cu	Humnjak
Cumulonimbus	Cb	Humnjak kišni

Koliko su oblaci sastavni dio života i umjetnosti, a ne samo znanosti, pokazano je tijekom uspješnih instalacija i izložbi. Nizozemski umjetnik Berndnaut Smilde razvio je način stvaranja oblaka u zatvorenom prostoru. Njegove su instalacije stvarni oblaci u prostoru stvoreni preciznom kontrolom vlažnosti zraka, temperature i svjetla. Budući da su ovakvi eksperimenti spoj znanosti i umjetnosti, djelo ovoga umjetnika je uvršteno u listu “najboljih izuma 2012. godine” časopisa The Time. Koliku važnost oblaci zauzimaju u umjetnosti osvjetljava vrlo uspješna izložba oblaka upriličena u bečkom Leopold Museumuu, “kojom su autori izložbe pokazali umjetničku fascinaciju oblacima, od romantizma do suvremenih instalacija” (Babić, 2013).



Oblak NIMBUS II. B. Smilde, Bari, Italija, 2012.
(izvor: <http://www.itsliquid.com/a-chaos-theory.html>)



Instalacija Petera Wegnera. Izložba OBLACI, Leopold Museum, Beč, ožujak–srpanj, 2013.
(izvor: <http://www.leopoldmuseum.org/en/exhibitions/49/clouds>)



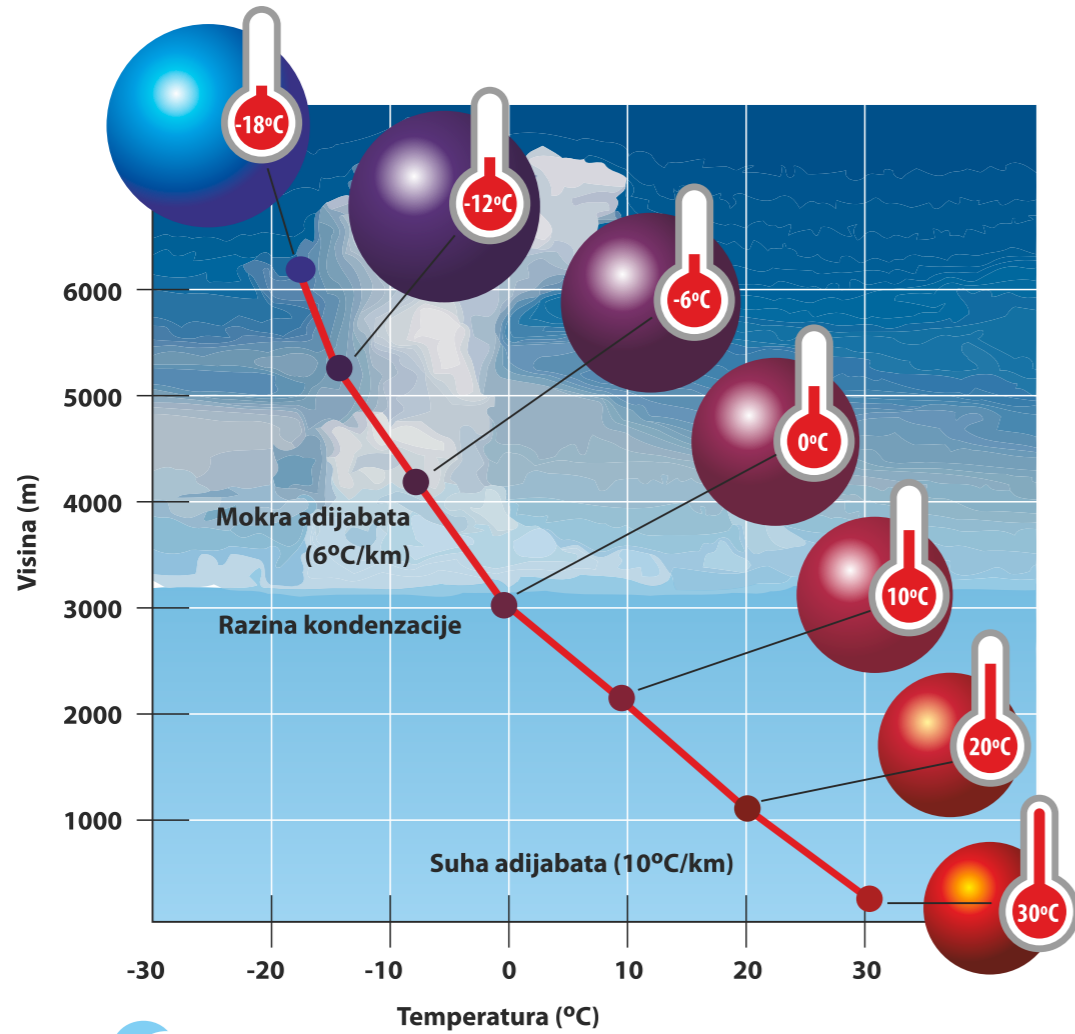
Oblak nad Splitom, predvečerje 26. 07. 2012.

*U predvečerje, iznenada,
ni od kog iz dubine gledan,
pojavi se ponad grada
oblak jedan.*

Oblaci u atmosferi nastaju kada su istovremeno ispunjena tri uvjeta: dovoljna količina vodene pare u zraku, dovoljan broj kondenzacijskih jezgara te ohlađivanje zraka ispod temperature rosišta. Dovoljna količina vodene pare u stvari znači da zrak može, pri određenim uvjetima (npr. ako mu se na neki način snizi temperatura) postati zasićen vodenom parom. Takav zrak nazivamo saturiranim. Kondenzacijske jezgre su higroskopne čestice koje upijaju vodenu paru iz okolnog prostora. To su čestice prašine i aerosoli u atmosferi na kojima dolazi do taloženja vodene pare u kapljice vode ili kristale leda procesima ukapljivanja (kondenzacije) odnosno oblaganja (depozicije). Uz mogućnost ohlađivanja zraka ispod temperature rosišta, u atmosferi su stvoreni uvjeti nastajanja oblaka. Jedan od načina ohlađivanja zraka je njegovo vertikalno (uzlazno) gibanje. Vertikalnim gibanjem zrak, koji uvijek sadrži neku količinu vodene pare, dolazi do područja sniženog atmosferskog tlaka (tlak zraka s visinom opada), širi se i pri tome hladi. Hladan zrak postaje zasićen pri manjem sadržaju vodene pare. Za zasićenje toplog zraka potrebna je veća količina vodene pare nego za saturaciju hladnoga zraka. U pogodnom trenutku, kada se temperatura vlažnog zraka (naziv u meteorologiji za suhi zrak koji sadrži vodenu paru) spusti do temperature rosišta i nastavi se ohlađivati, započinje proces kondenzacije do tada nevidljive vodene pare te ona postaje vidljiva – nastaje oblak. Oblaci se formiraju procesima kondenzacije i sublimacije vodene pare u tekuće, odnosno kruto stanje uz prisustvo čestica u atmosferi na kojima se događa prijelaz iz jedne faze vode u drugu. U nastajanju oblaka ključan trenutak je postizanje zasićenja. Zrak može postati zasićen vodenom parom na dva načina:

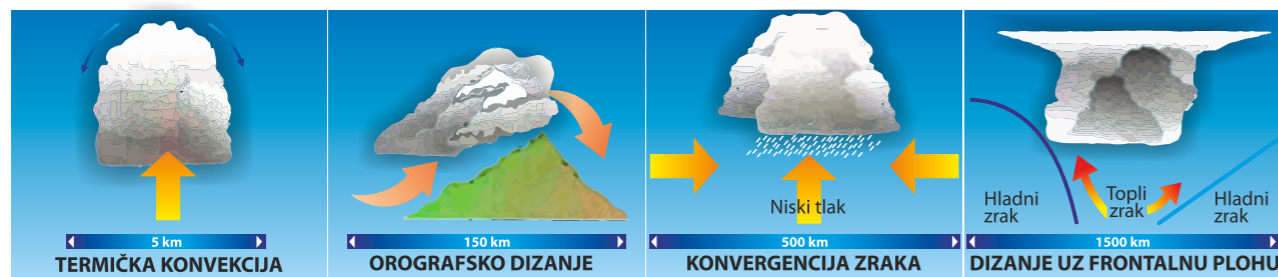
- 1) povećanjem sadržaja vodene pare u zraku do vrijednosti pri kojoj zrak više ne može primati vodenu paru;
- 2) ohlađivanjem zraka do temperature rosišta – temperature pri kojoj se događa kondenzacija.

Oblaci nastaju dizanjem zraka do razine kondenzacije, no mogu nastati i lateralnim (horizontalnim) gibanjem (advekcijom) zraka nad podlogom pri čemu se mijenja temperatura i sadržaj vlage u zraku (radijacijski oblaci). No, ključan proces pri nastajanju oblaka je ohlađivanje zraka dizanjem.



Slika 1. Dizanje zraka po suhoj i mokroj adijabati. Pri dizanju zrak se hladi. Visina na kojoj dolazi do zasićenja naziva se kondenzacijska razina

Zrak se u atmosferi može dizati i pri tome ohlađivati na 4 načina (slika 2), ili njihovom kombinacijom, te razlikujemo termičke, orogenetske konvergencijske i frontalne oblake te već spomenute radijacijske oblake, čiji je uzrok lateralno gibanje zraka preko površine, koja zraku mijenja temperaturu i/ili sadržaj vlage.



Slika 2. Osnovni načini stvaranja oblaka (shematski prikaz prema Ahrents, 2001)

Oblaci termičke konvekcije su poznati kao kumulusi (Cumulus, Cu), ili dobro vertikalno razvijeni kumulonimbusi (Cumulonimbus, Cb). Za vrijeme vedrog dana, zbog nejednolike zagrijane površine, dio zraka, koji se u meteorologiji naziva čest zrak, odnosno volumen zraka ujednačenih osobina, postaje topliji od zraka koji ga okružuje. Taj nevidljivi dio atmosfere počinje se dizati te, uz dovoljno sadržaja vodene pare na razini kondenzacije, dolazi do njegovog zasićenja i nastaje oblak – nakupina vodenih čestica. Stvoreni kumulusi s donjom bazom približno na visini od oko 1000 m u humidnim sredinama, odnosno na visini nešto nižoj od 4500 m u suhoj atmosferi pustinja, oblak je često lijepog vremena.



Slika 3. Površinsko zagrijavanje i termička konvekcija zraka – proces kojim nastaju kumulusi lijepog vremena. Oblaci na fotografiji predstavljaju područja gdje se zrak diže, a vedrine predstavljaju područja gdje se zrak spušta.

Orografski oblaci nastaju kada zračna masa prelazi preko obronka ili planine. Pri tome se uz privjetrinsku stranu planine (strana planine ili prepreke na koju je usmjerena zračna struja) uzdiže zračna masa koja dostigne razinu kondenzacije i postaje vidljiva kao karakteristična kapa nad planinom. Ako zrak, koji se dizao uz privjetrinsku stranu planine ili obronka, sadrži dovoljno vodne pare, može nastati oborina. To je orogenetska oborina koja pada na privjetrinskoj strani planine. Na zavjetrinskoj se strani zrak spušta pri čemu dolazi do adijabatskog zagrijavanja te zrak postaje topliji i gubi vlagu. Karakterističan orogenetski oblak na Jadranu je kapa nad Velebitom (slika 4). Predznak je bure, suhog i vrlo hladnog vjetrova.



Slika 4. Razvoj oblaka orografskim dizanjem zraka i oblačna kapa nad Velebitom.

Konvergencijski oblaci nastaju prilikom vodoravne konvergencije (zbližavanja) zraka u prizemnom sloju atmosfere. Zbližavanjem zraka koje se odvija nad velikim područjem, često nad nekoliko stotinama kilometara, te vertikalnim dizanjem zraka uz ohlađivanje i uz dovoljno sadržaja vodene pare, na razini kondenzacije nastaje oblak, a često i kiša (slika 5). Vertikalno dizanje omogućeno je činjenicom da se vodoravnom konvergencijom pri tlu prvo nagomila zrak te tlak poraste. A nakon dizanja pri tlu nastaje niski tlak. Vertikalno dizanje uzrokovano konvergencijom općenito je mnogo slabije nego vertikalno gibanje uzrokovano konvekcijom. Zbog tog razloga oblaci nastali konvergencijom su manje vertikalno razvijeni. Tipičan oblak koji nastaje vertikalnom konvergencijom je cirostratus (Cs) koji djelomično ili potpuno pokriva nebo.

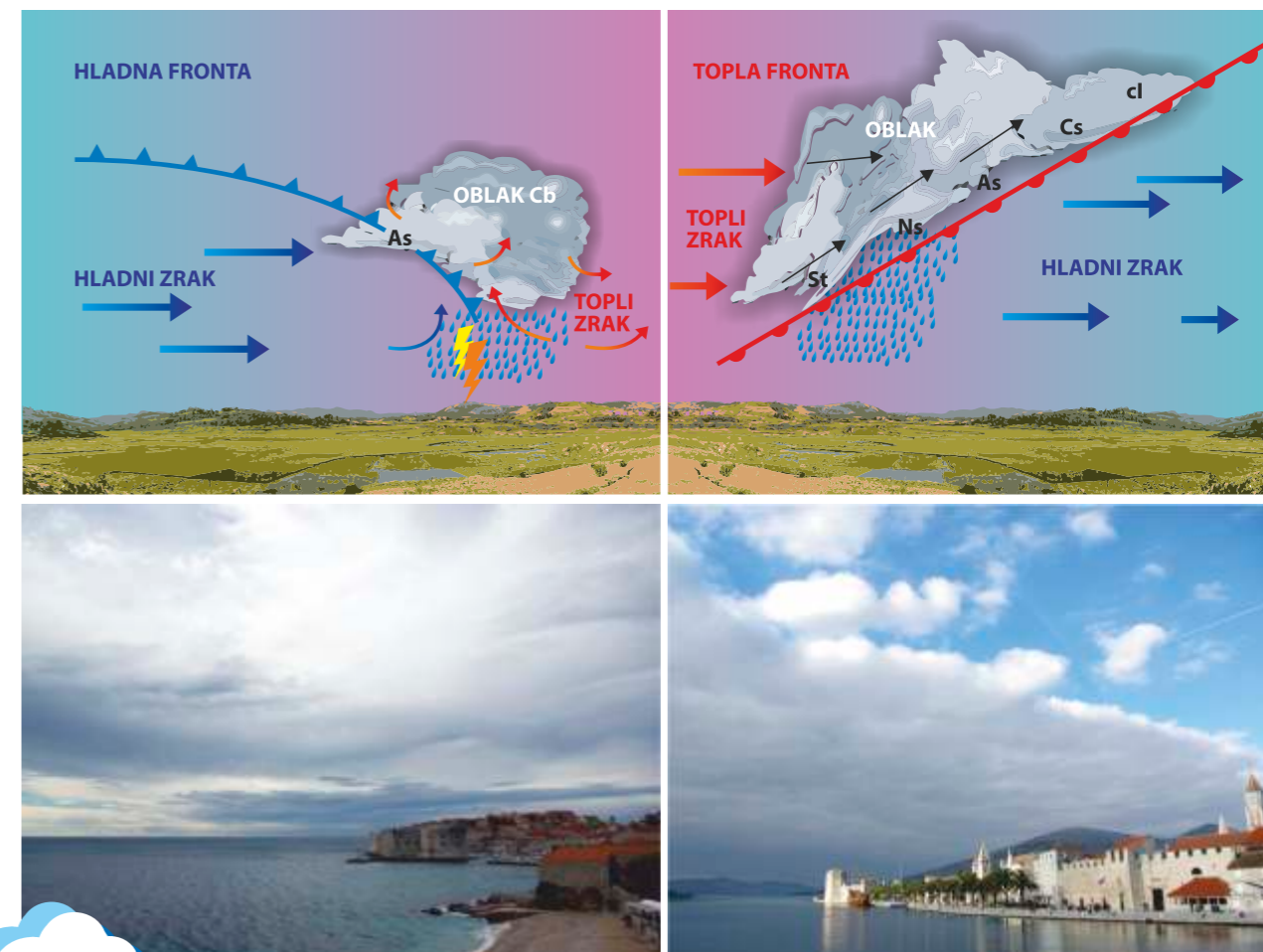


Slika 5. Oblaci nastali dizanjem zraka pri horizontalnoj konvergenciji

Frontalni oblaci nastaju uz dizanjem toploga zraka uz frontalnu plohu, na mjestu susreta dviju zračnih masa različitih osobina. Razlikujemo dvije situacije: uzdizanje zraka uz toplu i uz hladnu frontalnu plohu pri čemu nastaju oblaci različitih oblika i sastava, ovisno o visini na kojoj se formiraju.

Hladna fronta - fronta hladnog zraka, granica između hladne zračne mase i tople zračne mase koja se nalazi nad područjem prema kojem pritječe hladni zrak. Hladan zrak podvlači se u obliku klina pod topli i uzdiže ga (slika 6 lijevo). Ovim uzdizanjem nastaju grudasti (konvekcijski) oblaci roda kumululus (cumulus, Cu), stratokumululus (stratocumulus, Sc) i kumulonimbus (cumulonimbus, Cb). Iz kumulonimbusa pada kiša, snijeg ili tuča, često u obliku pljuska. Pri djelovanju hladne fronte tlak lagano raste uz jačanje vjetera i porast naoblake. Njenim prolaskom temperatura i vlažnost pada, a tlak naglo raste.

Topla fronta - fronta toplog zraka, granica između tople zračne mase i hladne zračne mase koja se nalazi nad područjem prema kojem pritječe hladni zrak (slika 6 desno). Jasno je da je to moguće samo onda kada je brzina pritjecanja toplog zraka veća od brzine odmicanja hladnog zraka. Frontalna ploha je tada nagnuta pod malim kutom prema Zemljinoj površini. Uz frontalnu plohu klizi topao zrak uvis te se zbog toga razvijaju slojasti oblaci kao što su: nimbostratusi (nimbostratus, Ns), altostratusi (altostratus, As) i cirostratusi (cirrostratus, Cs) te cirusi (cirrus, Ci). Za vrijeme djelovanja tople fronte tlak zraka pada, temperatura i vlaga rastu. Pušu vjetrovi južnoga smjera. Prolaskom tople fronte tlak zraka više ne pada, a vlaga i temperatura ne rastu.



Slika 6. Oblaci nastali ohlađivanjem zraka uz hladnu i toplu frontalnu plohu

Radijacijski oblaci za razliku od oblaka koji nastaju dizanjem zraka do kondenzacijske razine nastaju advekcijom zraka nad površinom koja zraku mijenja temperaturu i/ili sadržaj vlage. Nastaje magla, odnosno oblak uz tlo. Tijekom dana može se izdići na 50-100 m i prijeći u niski oblak stratus (slika 7). Radijacijski oblaci često se javljaju u uvalama, kotlinama i vrtačama jer je u njima mirnije, nerijetko bez vjetera.



Slika 7. Magla u Kaštelanskom zaljevu zimi (24.03.2010.) i nad Dubrovnikom u jesen (15.11.2012).



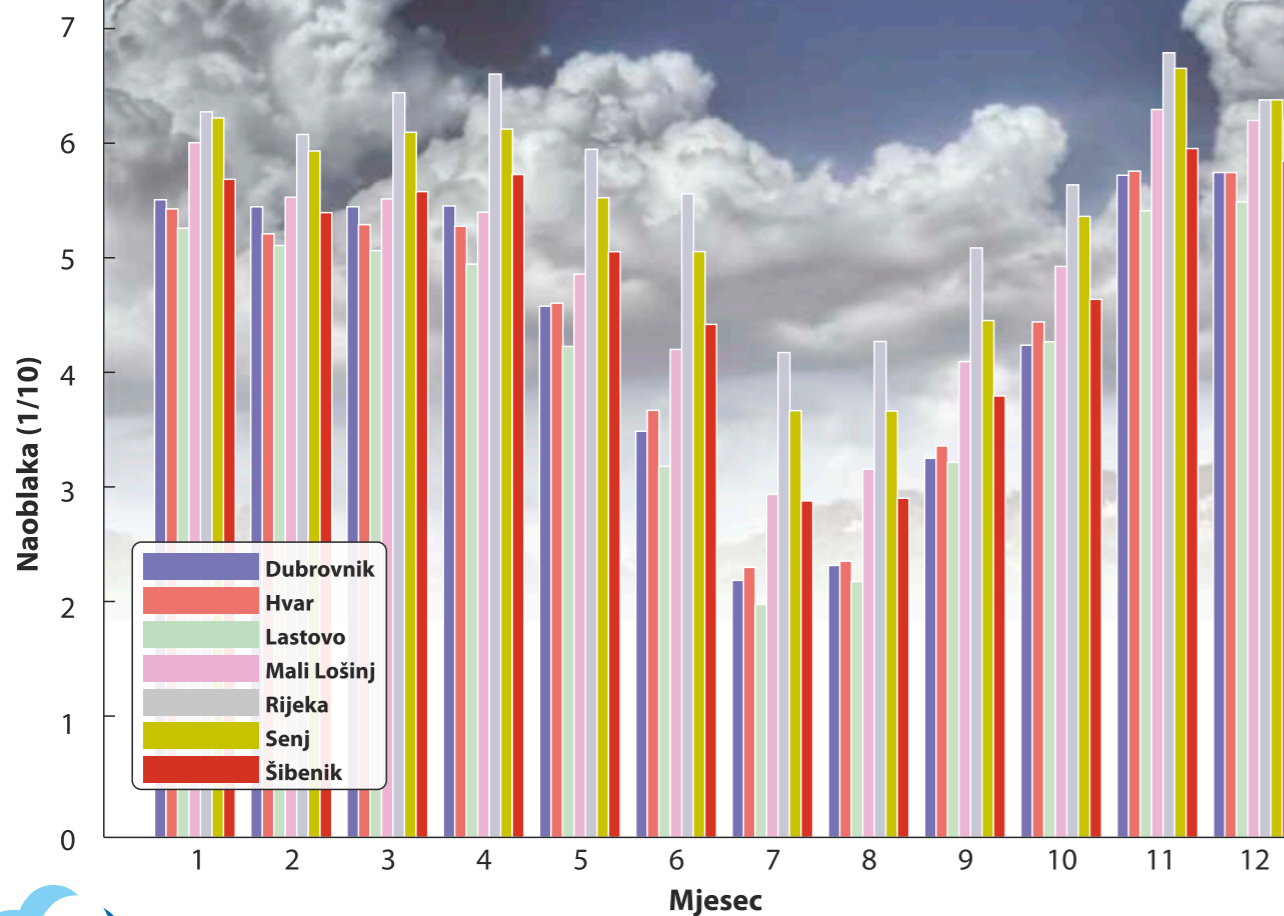
Oblak nad Rovinjem, 05. 09. 2007.

*I am the daughter of Earth and Water,
and the nursling of the Sky;
I pass through the pores of the ocean and shores;
I change, but I cannot die.*

Svi oblaci troposfere, sloja atmosfere koji se nad Jadrantom proteže i do 12 km u visinu, vidljivi na nebu u danom trenutku definiraju naoblaku. Naoblaka (ili oblačnost) je ukupna pokrivenost neba oblacima. Izražava se u desetinama (sinoptička meteorologija) ili osminama (klimatologija) pokrivenosti neba oblacima. Naoblaka izravno utječe na raspoloživu energiju pri tlu, odnosno na bilancu energije – razliku između energije koja dođe do tla i one koja se od njegove površine emitira natrag prema Svemiru. Predstavlja vrlo važan meteorološki parametar, jer je u ovisnosti o količini neba pokrivenog oblacima, od vedrine do potpuno oblačnog vremena, čitav niz meteoroloških parametara podložno promjenama. Primjerice, ljeti je uz oblačni dan manje vruće (iako ne i manje sparno), a zimi manje hladno. Zbog nehomogenosti Zemljine površine i zbog složene opće cirkulacije atmosfere, naoblaka nije jednoliko raspoređena nad morem i nad kopnom. Prosječna naoblaka veća je nad morem nego nad kopnom, zbog čega je veća nad Južnom nego nad Sjevernom hemisferom. Najmanje naoblake imaju područja pod utjecajem subtropskih anticiklona koja predstavljaju područja vedrine. Idući prema ekvatoru i višim zemljopisnim širinama naoblaka raste, a uzrokovana je većinom stratiformnim (slojastim) oblacima koji se prostiru nebom u jednom smjeru i dugo se zadržavaju. Nasuprot tome, naoblaka ekvatorskog područja uzrokovana je uglavnom kumuliformnim (grudastim) oblacima.

Nad područjem Hrvatske, koja je smještena u klimatski prijelaznom području u odnosu na opću cirkulaciju atmosfere te reljefno vrlo razvijena, naoblaka je prostorno dosta neujednačena. Kako su uzroci nastajanja oblaka jednaki nad područjem Jadrana, godišnji hod naoblake pripada istom tipu i suprotan je godišnjem hodu temperature s vedrijim toplijim i oblačnijim hladnijim dijelom godine. Nad Jadrantom je naoblaka vrlo promjenjiv meteorološki parametar jer je, osim sinoptički, znatno orogenetski uvjetovana. Tijekom ljeta oblačnost je u pravilu manja, dok je u hladnom dijelu godine oblačnost veća. Oblačnost Jadrana razlikuje se idući od obale prema otvorenom moru. Kako su oblaci nad Jadrantom uglavnom frontalni i/ili orogenetski, prostorna varijabilnost naoblake je uvjetovana i orografijom jer je uz obalu izraženija dok meteorološke fronte i oblaci povezani s njima zahvaćaju uglavnom cijelo područje. Iz prostorne razdiobe srednjih godišnjih vrijednosti naoblake (DHMZ, 2003) vidljivo je kako naoblaka opada idući od obale prema otvorenom moru. Najmanje naoblake je na Hvaru, u prosjeku je 72 dana godišnje vrijeme potpuno oblačno (naoblaka >8/10). Maksimalna oblačnost pojavljuje se tijekom razdoblja studeni-prosinac, dok su minimalne vrijednosti tijekom srpnja i kolovoza. Prostorno je znatno manje oblačnosti na otvorenom moru i otocima nego uz obalu. Godišnji hod ima minimum u toplom dijelu godine (1,9 u kolovožu), a maksimum u hladnom (4,5 u studenom).

The Cloud
Percy Bysshe Shelley



Slika 8. Srednje mjesečne vrijednosti naoblake nad Jadranom (1961-2007).

Određivanje količine naoblake

Pokrivenost neba oblacima u meteorologiji se izražava količinom svih vidljivih oblaka prisutnih na nebu za vrijeme motrenja i predstavlja trenutnu naoblaku. Ukupna količina oblaka u atmosferi utvrđuje se procjenom zastrtoga dijela neba bez obzira na vrstu oblaka, a izražava se dvojako: u osminama pokrivenosti neba oblacima, brojevima od 0 do 8 u sinoptičkoj meteorologiji (tzv. okta model) ili u desetinama pokrivenosti neba oblacima, brojevima od 0 do 10 u klimatologiji. Potpuno vedro nebo ima oznaku 0, a potpuno oblačno oznaku 8 ili 10, u klimatologiji, odnosno sinoptičkoj meteorologiji. Primjerice, ako je naoblaka za potrebe klimatologije izražena brojem 4 to znači da su 4/10 neba pokriveno oblacima, dok kod okta modela 4 znači da je 4/8, odnosno 1/2 neba prekriveno oblacima (tablica 1). Vrijeme je u tom slučaju poluoblačno.

Tablica 1. Naoblaka izražena u desetinama (n/10) i osminama (n/8) pokrivenosti neba oblacima.

n/10	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n/8	0	1	2	2	3	4	5	6	6	7	8

Opažanje naoblake obavlja se s mjesta odakle se neometano vidi cijeli nebeski svod. Prema preporuci Svjetske meteorološke organizacije naoblaka se na meteorološkim postajama procjenjuje pridržavajući se propisanih pravila. Za potrebe analize i prognoze vremena naoblaka se simbolički ucrtava na staničnom dijagramu u središnji krug uz druge definirane meteorološke simbole (slika 9 i tablica 2).

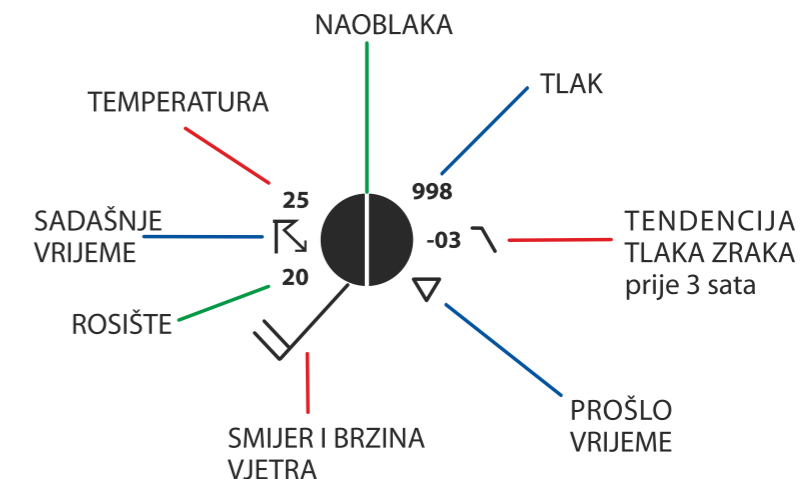
Naputak za opažanja i mjerenja na glavnim meteorološkim postajama Državni hidrometeorološki zavod Zagreb, 2008

Pri procjeni naoblake od 1-9/10 motritelj treba imati u vidu sljedeće:

- 1) Naoblaka 1 je ona kada na nebu ima toliko oblaka da bi deset puta tolika količina pokrila cijelo nebo ili kada ima tragova oblaka.
- 2) Naoblaka 2 ili 3 je ona kada je otprilike 1/4 neba pokrivena oblacima; 2 je ako je pokriveno nešto manje od 1/4 neba, a 3 ako je pokriveno nešto više od 1/4 neba.
- 3) Naoblakom 4, 5 ili 6 se smatra ona kada je oblacima pokrivena približno polovina neba; 4 ako je to nešto manje od polovine, 6 ako je nešto više od polovine, a 5 ako je oblacima pokrivena točno polovina neba.
- 4) Naoblakom 7 ili 8 se smatra ona kad su oblacima pokrivena otprilike 3/4 neba; 7 ako je to nešto manje od 3/4, a 8 ako je to nešto više od 3/4
- 5) Naoblakom 9 se smatra ona kada je oblacima pokriveno gotovo cijelo nebo, a vide se vedrine koje iznose 1/10 neba ili manje.
- 6) Radi provjere točnosti procjene naoblake može se posebno procijeniti pokriveni, a posebno vedri dio neba i usporedbom doći do stvarne vrijednosti naoblake.

Stanični dijagram sastavni je dio svake sinoptičke karte. Točno je definiran način izrade dijagrama i položaj svakog izmjenjenog/opaženog meteorološkog parametra oko središnjeg kruga koji se ucrtava na geografskoj poziciji postaje. Na sinoptičkoj karti na poziciji meteorološke postaje ucrtava se krug u kojemu se zasjenjivanjem označi naoblaka koristeći se simbolima iz tablice 2. Položaj drugih meteoroloških parametara prikazan je na slici 9.

Slika 9. Stanični dijagram



Prvu kartu s ucrtanim vremenskim simbolima napravio je sir Francis Galton (1822.-1911.). Informacije o vremenu, točnije tlaku zraka s meteoroloških postaja, ucrtao je na geografsku kartu (ožujak, 1861.) upotrebljavajući svoje simbole kreirajući tako prvu sinoptičku kartu. Ona mu je poslužila u opisivanju činjenice da zrak cirkulira u smjeru kazaljke na satu oko područja visokog tlaka zraka. Za opisivanje tog fenomena upotrijebio je riječ „anticiklona“. Objavio je i prvu vremensku kartu u dnevnim novinama. Za to je prilagodio pantograf (instrument za kopiranje crteža) kako bi vremensku mapu prenio na novinski papir. Upotrebljavajući njegovu tehniku, The Times je počeo izdavati vremenske karte oslanjajući se na meteorološke podatke.

Pokrivenost neba oblacima	Meteorološki simbol	Opis
0	○	Potpuno vedro; na nebu nema oblaka
1	◐	1/8 pokrivenosti neba oblacima (ili manje)
2	◑	2/8 pokrivenosti neba oblacima
3	◒	3/8 pokrivenosti neba oblacima
4	◓	4/8 pokrivenosti neba oblacima
5	◔	5/8 pokrivenosti neba oblacima
6	◕	6/8 pokrivenosti neba oblacima
7	◖	7/8 pokrivenosti neba oblacima
8	◗	8/8 pokrivenosti neba oblacima
9	⊗	potpuno oblačno nije moguće odrediti naoblaku (magla, prašina)

Tablica 2. Naoblaka izražena u osminama pokrivenost neba oblacima i pripadni meteorološki simboli.

Pri procjeni naoblake u obzir se uzima samo površina neba pokrivena oblacima, a ne i gustoća oblaka. Primjerice, ako tanki cirusi pokrivaju 1/2 neba, naoblaka bi bila 4 po okta modelu, odnosno 5 ako se određuje u desetinama, kao što bi bilo i da je nebo u površinski jednakom iznosu pokriveno gustim oblacima. Gustoća naoblake također se procjenjuje, a predstavlja propusnost oblaka i ovisi o debljini i sastavu oblaka. Tri su stupnja debljine oblaka:

- 0 = tanak oblak
- 1 = oblak umjerene debljine
- 2 = vrlo gust, debeo, oblak.

Evo nekoliko primjera koristeći skalu 0-10.

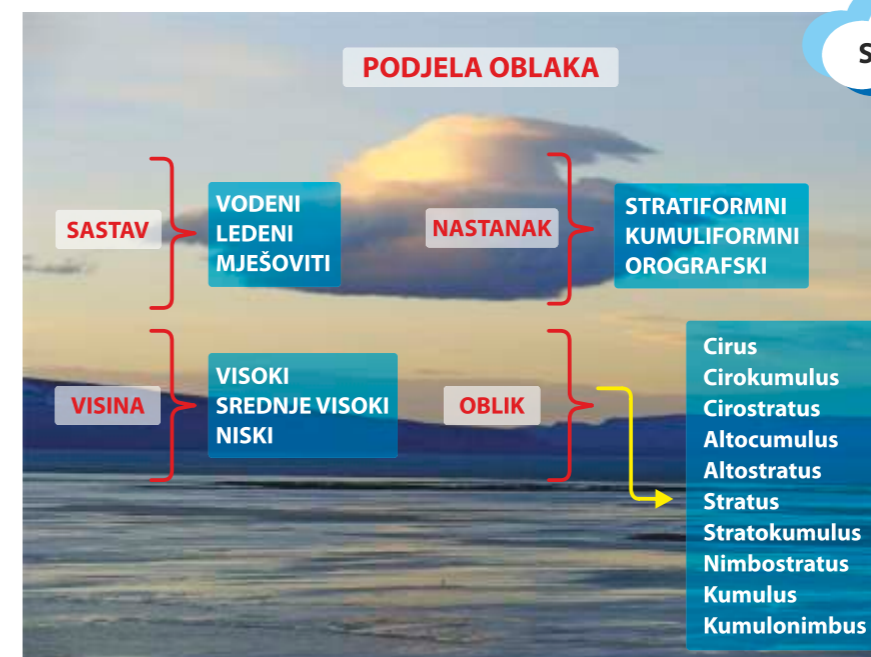
- 10⁰ = čitav nebeski svod potpuno je pokriven tankim oblacima
- 4¹ = skoro polovina neba prekrivena je umjereno gustim (debelim) oblacima
- 7² = 2/3 neba pokriveno je gustim oblacima.

Ni naoblaka, ni gustoća ne određuju tip oblaka. On se određuje, služeći se Međunarodnom klasifikacijom oblaka i Međunarodnim atlasom oblaka, usporedbom trenutnog stanja neba s priloženim i klasificiranim fotografijama oblaka. Atlas oblaka sadrži detaljan opis, definiciju i klasifikaciju oblaka s obzirom na visinu njegove donje baze te fotografije karakterističnih vrsta oblaka uz opis svake slike i klasifikaciju po međunarodnom ključu.

KLASIFIKACIJA OBLAKA

Oblaci se pojavljuju na raznim visinama, u stabilnoj ili izrazito nestabilnoj atmosferi, u atmosferi s većim ili manjim sadržajem vlage, u toploj i hladnoj zračnoj masi, u struji zraka različitih brzina i sve to rezultira oblacima raznih oblika, debljina i veličina. Radi lakšeg proučavanja prihvaćeno je nekoliko osnovnih klasifikacija oblaka i to prema: sastavu, visini donje baze oblaka, načinu nastanka i obliku (slika 10). Prema sastavu oblake dijelimo na vodene, ledene i mješovite; prema visini na niske, srednje i visoke, te oblake jakog vertikalnog razvoja. Oblake prema načinu nastajanja (genetička podjela) dijelimo na orogenetske (koji nastaju na planinskim preprekama), na frontalne (koji nastaju dizanjem zraka uz frontalnu plohu), advencijske (koji nastaju lateralnim gibanjem zraka preko podloge koja zraku mijenja temperaturu i/ili vlagu), radijacijske (koji nastaju ohlađivanjem od hladne podloge) te na kumuliformne oblake ili oblake termičke konvekcije (koji nastaju konvektivnim dizanjem zraka). Oblaci mogu nastati i kao rezultat dvaju i više istovremenih procesa, primjerice – oblaci koji nastaju prelaskom fronte preko planine, to su frontalno-orogenetski oblaci. Osim navedene podjele oblaci se klasificiraju i prema obliku (morfološka klasifikacija). Godine 1802. prvu takvu klasifikaciju oblaka predložio je francuski prirodoslovac Jean Baptiste Lamarck (1744.–1829.). U trećem volumenu svog Meteorološkog godišnjaka predložio je 5 vrsta oblaka: maglovite, masivne, pjegave, metlaste i grupirane. Tri godine kasnije podjelu je proširio na ukupno 12 zasebnih grupa. Godine 1803. engleski znanstvenik, farmaceut i meteorolog-amater, Luke Howard (1772.–1864.) publicirao je složeniju i potpuno drugačiju klasifikaciju oblaka u svom djelu On Modification of Clouds koja je obuhvatila veliki broj oblikom raznovrsnih oblaka. Howard je upotrijebio latinske riječi kako bi opisao oblake. Primjerice, imenom stratus (slojast) je nazvao široko razvučene slojaste oblake; upotrebljavajući latinsku riječ cumulus (grudast), oblake u obliku gruda nazvao je kumulusima; cirusima (uvojak kose) nazvao je visoke, prozirne oblake. Kako bi izdvojio one oblake koji daju pljuskove, iskoristio je latinsku riječ nimbus (kišovit). Osim toga predložio je i kombinaciju gornjih naziva stvarajući imena za pojedine vrste oblaka: cirro-stratus, cirro-cumulus, strato-cumulus. Howardova klasifikacija bila je opće prihvaćena. Cijeneći Howardov doprinos, njemački pjesnik Johann Wolfgang Goethe (1749.–1832.) posvetio je čak četiri svoje poeme Howardu i njegovoj klasifikaciji oblaka (Ossing, 2002).

Međunarodna meteorološka komisija (International Meteorological Commission) 1929. godine prilagodila je Howardovu klasifikaciju razvrstavanjem oblaka u tri osnove vrste: ciruse, kumuluse i stratus te njihove podvrste. Konačno, Svjetska meteorološka organizacija (World Meteorological Organisation – WMO) predložila je jedinstvenu klasifikaciju oblaka po kojoj su oni raspoređeni u odgovarajuće rodove, vrste, podvrste, a pridružene su im i dodatne osobine i oblaci pratioci. Na osnovi te klasifikacije napravljen je Međunarodni atlas oblaka s brojnim primjerima po rodu, vrsti i podvrsti razvrstanih oblaka. Nebrojeno je mnogo slika i primjera oblaka, mnogi meteorolozi dodaju i obogaćuju međunarodno prihvaćeni atlas novim slikama.



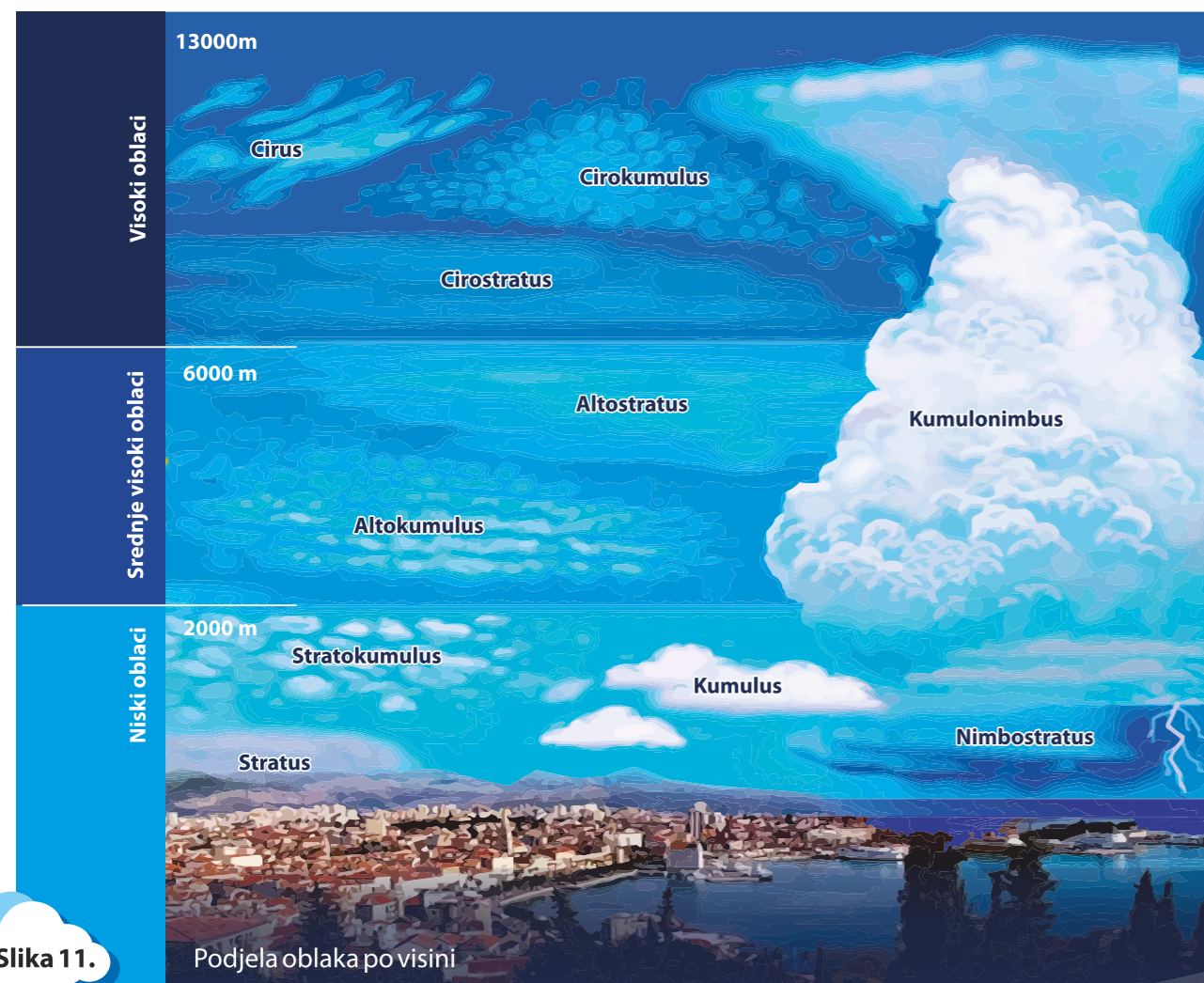
Slika 10. Podjela oblaka po sastavu, visini, nastanku i obliku.

Pozadina: oblak nad zaljevom El Calafate, Argentina (snimio J. Barbir, 23. 06. 2009.)

Današnja prihvaćena međunarodna klasifikacija oblaka dijeli oblake na 10 osnovnih oblika, odnosno rodova oblaka koji se nalaze u tri sloja troposfere. Njihove visinske granice nisu točno određene. U posebnu grupu spadaju oblaci jakog vertikalnog razvoja koji se mogu protezati po cijeloj troposferi kroz više slojeva. Dio atmosfere, u kojem je prisutnost oblaka njena uobičajena osobina, vertikalno je podijeljen na tri područja ili kata, odnosno etaže: područje visokih, srednje visokih i niskih oblaka (slika 11). Vertikalno prostiranje pojedinih oblaka ovisi o zemljopisnoj širini te raste idući od polarnog prema tropskom području (tablica 3). Cirusi, cirokumulusi i cirostratusi pripadaju skupini visokih oblaka i nalaze se na visini 5–13 km nadmorske visine u području umjerenih širina. Altokumulusi i altostratusi su oblaci srednjeg sloja koji se u prosjeku nalaze na visinama 2–7 km. Niski oblaci, u koje spadaju stratusi, stratokumulusi, nimbostratusi te donja baza oblaka jakog vertikalnog razvoja kumulonimbusa, imaju donju bazu ispod 2 km visine.

Tablica 3. Visina donje baze visokih, srednje visokih i niskih oblaka u ovisnosti o geografskoj širini








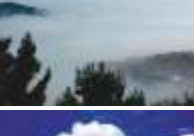


Visina	Polarna područja	Umjerene širine	Tropska područja
C_H Visoki oblaci	(3–8 km)	(5–13 km)	(6–18 km)
C_M Srednje visoki oblaci	(2–4 km)	(2–7 km)	(2–8 km)
C_L Niski oblaci	(0–2 km)	(0–2 km)	(0–2 km)



Slika 11. Podjela oblaka po visini

Sastav oblaka ovisi o njegovoj visini pa su tako najviši oblaci sastavljeni samo od ledenih kristala, srednje visoki oblaci su miješanog sastava (od kristala leda i tekuće vode), a niski su sastavljeni samo od tekuće vode pa se često nazivaju i vodeni oblaci. Kako se oblaci pojavljuju u nebrojeno mnogo oblika, radi lakšeg prepoznavanja, svakom od 10 osnovnih oblika (rodova) oblaka dodjeljuju se vrste i podvrste koje ga pobliže opisuju.

Tablica 4. Podjela oblaku po rodu uz pripadne oznake i meteorološke simbole

Latinski naziv	Rod oblaka	
	Oznaka i simbol	Značenja
 Cirrus	Ci —	vlaknast
 Cirrocumulus	Cc ∞	vlaknast i grudast
 Cirrostratus	Cs ∞	vlaknast i slojast
 Altostratus	As ∞	srednje visok i gruda
 Altokumulus	Ac ∞	stsrednje visok i slojast
 Nimbostratus	Nb ∞	kišni i slojast
 Stratocumulus	Sc ∞	grudast i slojast
 Stratus	St —	slojast
 Cumulus	Cu ∞	grudast
 Cumulonimbus	Cb ∞	grudast i kišni

Tablica 5. Klasifikacija oblaka prema Svjetskoj meteorološkoj organizaciji

VISOKI OBLACI C _H					
ROD	VRSTA	PODVRSTA	DODATNE OSOBINE & PRIDRUŽENI OBLAK	MATIČNI OBLAK GENITUS	MATIČNI OBLAK MUTATUS
Cirrus	fibratus	intortus	mamma	Cirrocumulus Alto cumulus Cumulonimbus	Cirrostratus
	uncinus	radiatus			
	spissatus	vertebratus			
Cirrocumulus	castellanus	duplicatus		/	Cirrus Cirrostratus Alto cumulus
	floccus				
	stratiformis	undulatus	virga		
Cirrostratus	lenticularis	lacunosus	mamma	/	Cirrus Cirrocumulus Altostratus
	castellanus				
	floccus				

SREDNJE VISOKI OBLACI C _M						
ROD	VRSTA	PODVRSTA	DODATNE OSOBINE & PRIDRUŽENI OBLAK	MATIČNI OBLAK GENITUS	MATIČNI OBLAK MUTATUS	
Alto cumulus	stratiformis	lenticularis	translucidus	virga	Cumulus Cumulonimbus	
		castellanus	perlucidus			
		floccus	opacus			
Altostratus	/	duplicatus	undulatus	virga	Alto cumulus Cumulonimbus	
		radiatus	opacus			
		lacunosus	praecipitatio			
Nimbostratus	/	/	pannus	virga	Alto cumulus Altostratus Stratocumulus	
			mamma			pannus
			praecipitatio			pannus

NISKI OBLACI C _L							
ROD	VRSTA	PODVRSTA	DODATNE OSOBINE & PRIDRUŽENI OBLAK	MATIČNI OBLAK GENITUS	MATIČNI OBLAK MUTATUS		
Stratocumulus	stratiformis	lenticularis	translucidus	mamma	Altostratus Nimbostratus Cumulus Cumulonimbus		
		castellanus	perlucidus				
		opacus	duplicatus				
Stratus	nebulosus	fractus	opacus	praecipitatio	Nimbostratus Cumulus Cumulonimbus		
		translucidus	undulatus				
		undulatus	lacunosus				
Cumulus	humilis	mediocris	congestus	fractus	Alto cumulus Stratocumulus		
						radiatus	pileus
						virga	velum
Cumulonimbus	calvus	capillatus	/	praecipitatio	Alto cumulus Altostratus Nimbostratus Stratocumulus Cumulus		
				virga		pannus	
				pannus		incus	
/	/	/	/	mamma	Cumulus		
				pileus		velum	
				arcus		tuba	

U opisivanju 10 rodova oblaka primijenjena je jednoobrazna shema te je svakom oblaku dan njegov opis, način nastajanja, njegovo značenje za atmosferu, nabrojene su pripadne vrste te je naznačeno daje li oborinu.

Cirrus Ci

Opis:

Cirusi su razdvojeni, visoki oblaci u obliku bijelih vlakana i uskih pruga često svilenkastog izgleda. Na nebu su to najbjelji oblaci koji po izlasku/zalasku sunca poprimaju zbog refleksije narančasto-žuto-crvene boje izlaska/zalaska. Kao i ostali oblaci ove skupine (cirokumulusi i cirostratusi) u umjerenim širinama nalaze se na visinama od oko 5 km do 13 km od tla i nikada ne bacaju sjenu. Temperatura u oblacima je znatno ispod ledišta ($< -25\text{ }^{\circ}\text{C}$) tako da su u potpunosti sastavljeni od ledenih kristala. Tanki i prozirni cirusi prekrivaju prosječno oko 25% neba na Zemlji i efikasno apsorbiraju dugovalno Zemljino zračenje. Kondenzacijske vrpce (eng. contrails), koje ostavljaju zrakoplovi što lete na velikim visinama, zapravo su vrsta cirusnih oblaka. Kondenzacijska vrpca se stvara depozicijom vodene pare na jezgrama depozicije iz ispušnih plinova zrakoplova u obliku sitnih ledenih kristala. Naziv je složenica dviju engleskih riječi condensation (kondenzacija) + trail (trag).

Nastajanje:

Nastaju raspadom cirokumulusa i altokumulusa te kao posljedica razvoja kumulonibusa i tropskih ciklona.

Značenje:

Iako se kao izolirani oblaci tanki cirusi vrlo često pojavljuju na nebu, oni gotovo da nemaju nikakvog značenja. Nakupine cirusa najčešće su predznak promjene vremena, skorog dolaska ili odlaska frontalnog sustava. Pojava cirus fibratus oblaka na nebu indikator je skorog dolaska tople fronte.

Nastanak cirusa može se povezati i s turbulencijom u gornjim slojevima troposfere. Cirus spisatus najčešće je najviša vrsta cirusnih oblaka, a ponekad se može javiti u donjoj stratosferi. Najčešće nastaje kao posljedica razvoja kumulonibusa. Veći broj cirusa može biti znak nadolazeće promjene vremena.

Vrste:

fibratus, uncinus, spissatus, castellanus, floccus

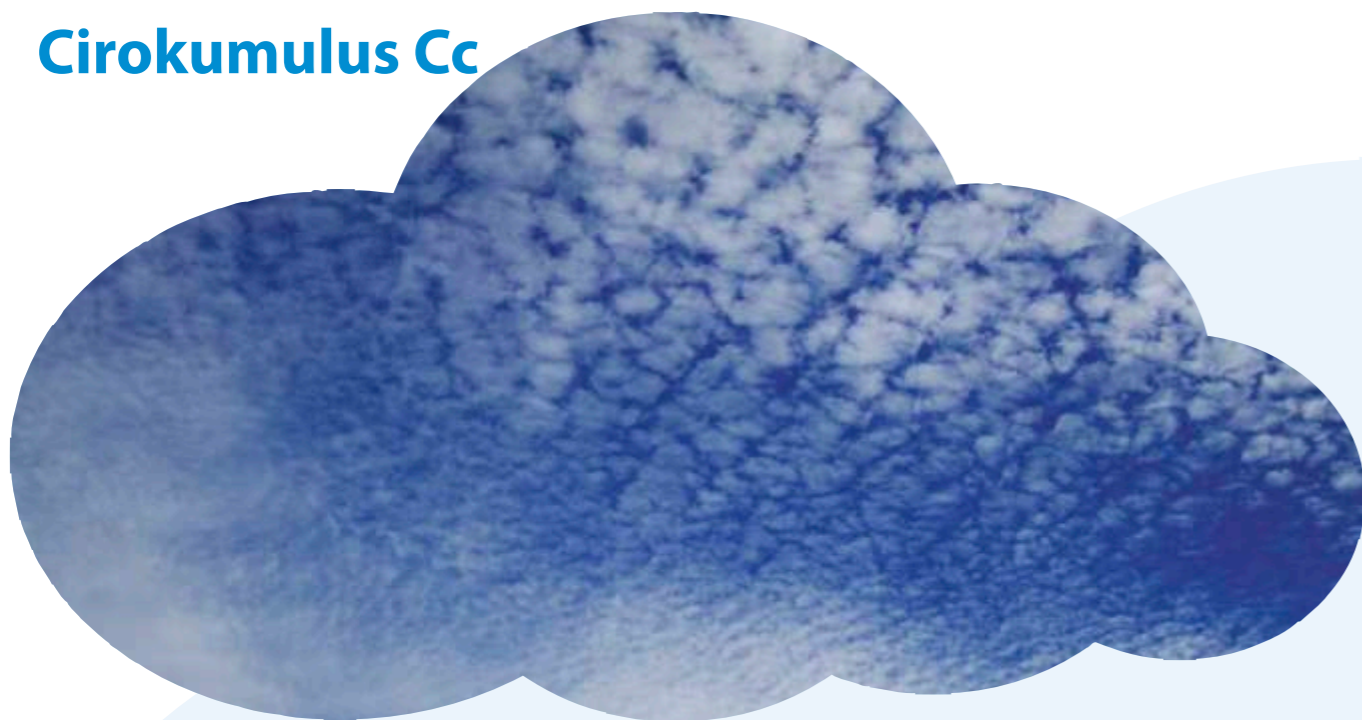
Oborina:

cirusi nikada ne daju oborinu

VISOKI OBLACI C_H

Cirus
Cirokumulus
Cirostratus

Cirokumulus Cc



Opis:

To su visoki oblaci koji se sastoje od malih bijelih grudica raspoređenih po nebu u obliku vala ili čuperaka vune („malih ovčica“). Sastavljeni su od ledenih kristala, rijetko pokrivaju cijelo nebo, ne daju oborinu, a kao i svi visoki oblaci nisu dovoljno debeli te Sunčeve zrake prolazeći kroz njih ocrtavaju oštre sjene predmeta na tlu. Kroz oblake se često vidi Sunce te nam se čini da je nebo poput mreže ili da po njemu putuje stado „malih ovčica“. Cirrokumulusi su rijetki oblaci koji kratko žive. Razlikuju se od altokumulusa po tome što ne daju sjenu, a prividna širina pojedinog oblačića, grudice je manja od 1° (širina jednog prsta ispužene ruke). Na nebu se najčešće javljaju s ostalim cirusnim oblacima u koje se relativno brzo i sami transformiraju. Za vrijeme izlaska/zalaska sunca na rubovima cirokumulusa reflektira se dio žutog, narančastog i crvenog neraspršenog Sunčevog zračenja stvarajući lijepe svjetlosne efekte.

Nastajanje:

Pojavljaju se u stabilnom vlažnom sloju atmosfere kada se topli zrak nalazi poviše hladnog. Topli zrak ograničava rast gruda (kumulusi) kondenziranog zraka. Pri dizanju zraka on se hladi i kondenzacijom se formiraju oblačni elementi. Suprotno, pri spuštanju, zrak se grije i postupno oblačni elementi nestaju (evaporiraju). Često se, poput ostalih cirusnih oblaka, pojavljuju na prednjoj strani tople fronte nagovještavajući skoro promjenu vremena.

Značenje:

Na većim zemljopisnim širinama pokazatelj su sadržaja vlage u atmosferi. Zimi nagovještaju prodor ciklone, pogotovo ako se nalaze u sustavu altostratusa i altokumulusa.

Vrste:

fibratus, uncinus, spissatus, castellanus, floccus

Oborina:

nikada ne daju oborinu

Cirostratus Cs

Opis:

Cirostratus je prozračan i bjeličast oblačni prekrivač jednolično ili vlaknasto razvučenih ledenih kristala koji potpuno ili djelomično pokrivaju nebo. Cirostratusi mogu biti gotovo potpuno prozirni zbog čega ih je često teško uočiti na nebu. Lakše se uočavaju ako je na oblaku vidljiva karakteristična optička pojava „halo“ (obojeni krug oko Sunca ili Mjeseca ili tzv. lažno Sunce (engl. sun dog). U slučajevima kada pokrivaju Sunce pri izlasku/zalasku cirostratusi tvore na nebu spektakularne svjetlosne efekte.

Nastajanje:

Javljaju se pri jednoličnom dizanju vlagom bogatog zraka u gornjoj troposferi. Moguće ih je vidjeti na vrhovima frontalnih ploha kada upućuju na promjenu vremena i skoro oborinu.

Značenje:

Zimi nagovještaju dolazak ciklone, pogotovo ako se pojavljuju zajedno s altostratusima i altokumulusima. Ako ubrzo nakon pojave cirusa cirostratusi prekriju nebo, moguća je oborina u naredna 24 sata.

Vrste:

fibratus, nebulosus

Oborina:

nikad ne daju oborinu



Altokumulus Ac

Opis:

Oblaci s prefiksom "alto", altokumulus i altostratus, nalaze se u srednjem sloju troposfere na visinama između 2 km i 7 km. Njihova uobičajena temperatura u intervalu je od 0 °C do -25 °C i zbog toga se altokumulusi i altostratusi sastoje od prehladnih kapljica vode i ledenih kristala.

Altokumulus je slojasti oblak s grudastim atributima. Pojavljuje se u raznovrsnim oblicima poput različitih gruda ili ploča, najčešće rano ujutro ili kasno popodne, na visinama između 2,5 km i 5 km. Uobičajeno, pojedinačni elementi oblaka su deblji i tamniji u sredini, a prema rubovima tanji i svjetliji. Pojedinačne grudice veće su od onih prisutnih u cirokumulusima, a manje od onih u stratokumulusima. Često potpuno ili djelomično propuštaju Sunčevu, odnosno Mjesečevu svjetlost. Pri toplom vremenu sastavljeni su većinom od kapljica vode, a pri hladnijem od kristala leda. Altokumulusi, osobito oni vrste castellanus, zajedno s kumulonimbusima i vertikalno razvijenim kumulusima, predstavljaju oblake upozorenja u zrakoplovstvu. Altokumulus lenticularis je oblak neobičnog izgleda pa ga se često zamjeni s "neobičnom letjelicom".

Nastajanje:

Nastaju transformacijom altostratusa ili nimbostratusa, razvojem cirostratusa i raspadanjem stratokumulusa, a mogu nastati i širenjem kumulusa i kumulonimbusa. Redovito nastaju u toplom sektoru ciklone, nakon prolaska tople, a prije dolaska hladne fronte, kada se uz altokumuluse mogu vidjeti i ostali oblaci vertikalnog razvoja.

Značenje:

Ovi oblaci javljaju se pri laganom dizanju zraka, primjerice uz hladnu frontu. Za vrijeme sunčanog jutra pojava altokumulus castellanusa na nebu predznak je popodnevnih pljuskova i grmljavine.

Vrste:

stratififormis, lenticularis, castellanus, floccus

Oborina:

ne daju oborinu, već virge, oborinu koja ne dopire do tla

SREDNJE VISOKI OBLACI C_M

Altokumulus
Altostratus
Nimbostratus

Altostratus As

Opis:

Altostratusi se na nebu pojavljuju na visinama od 2 km do 6 km kao manje-više jednolični sivi oblačni sloj sastavljen od vodenih kapljica ili kristala leda koji djelomično ili potpuno prekrivaju nebo. Kod tanjih altostratusa Sunce se vidi kao kroz mutno staklo (altostratus translucidus), dok deblji altostratusi potpuno zasjenjuju Sunce (altostratus opacus). Zbog sličnog izgleda altostratus, oblak sa srednjeg nivoa, se lako zamijeni sa stratusom, oblakom s donjeg nivoa. Altostratus se kao samostalan oblak rijetko viđa na nebu. Zbog činjenice da mu je postanak vezan uz gibanje frontalnih sustava, najčešće se uz altostratus pojavljuju i stratokumulusi i stratus fraktusi.

Nastajanje:

Altostratusi nastaju polaganim dizanjem zračnih masa bogatih vlagom na većim visinama nad širim područjem. Može nastati i podebljavanjem i spuštanjem cirostartusa.

Značenje:

Pojava altostratusa znači skoro promjenu vremena te približavanje tople fronte.

Vrste:

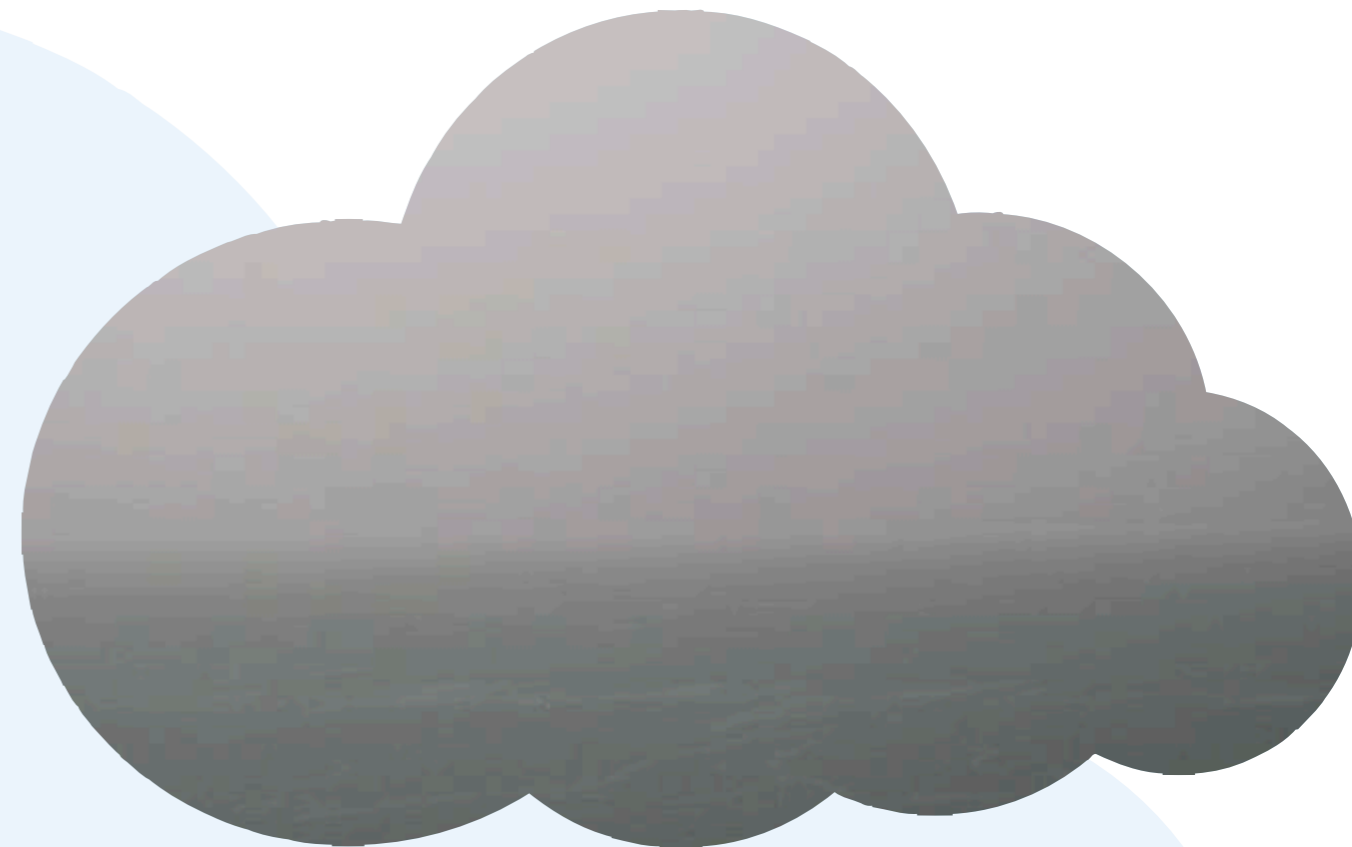
undulatus, radiatus, duplicatus, translucidus, opacus

Oborina:

zbog nedovoljne debljine i premalih oblačnih elemenata najčešće ne daju oborinu, već virge (oborinu koja ne dopire do tla) ili tek pokoju kapljicu kiše ili pahulju snijega



Nimbostratus Ns



Opis:

Tamni jednolični kišni oblak stratiformnog tipa umjerenog vertikalnog razvoja, debljine 2 km i više, kojemu se podnica nalazi na visini manjoj od 3 km. Tipičan je oblak ciklonalnog vremena. Sastavljen je od vodenih kapljica, dok zimi može biti sastavljen od snježnih pahuljica i/ili kristala. Na većim visinama nimbostratus je sastavljen od ledenih kristala i prehladne vode.

Nastajanje:

Nimbostratus nastaje na toplim frontama kada se tople i vlagom bogate zračne mase polagano dižu u vis. Najčešće mu prethode prvo cirostratusi, pa altostartusi, pa stratusi.

Značenje:

Pojava nimbostratusa znači dugotrajnu umjerenu kišu.

Vrste:

nema niti jednu pripadajući vrstu ili podvrstu, a od obilježja su praecipitatio, virga, panus

Oborina:

kiša

Stratus St

Opis:

Stratus je niski slojevit oblak gotovo jednolične sive boje sastavljen uglavnom od vodenih kapljica koji može potpuno ili djelomično zasjeniti Sunce. Podnica oblaka može biti na tlu (magla) ili do najviše 2 km visine. Za razliku od konvektivnih oblaka, horizontalne dimenzije stratusa su znatno veće od vertikalnih. Oblak se često javlja nad kontinentom za vrijeme stabilnih zimskih anticiklona, dok je na Jadranu vrlo rijedak. Stratus je uglavnom vodeni oblak, a zimi može biti sastavljen od ledenih kristala.

Nastajanje:

Stratus nastaje ohlađivanjem najdonjih slojeva atmosfere na isti način na koji nastaje radijacijska magla. Vrlo često nastaje dizanjem magle te isparavanjem oborine na putu do tla (fractostratus) ili pak spuštanjem stratokumulusa. Stratus fraktus (ili fraktostratus) javlja se ispod nimbostratusa ili altostratusa. Vrlo je čest zimi u stabilnoj atmosferi kada se nešto topliji vlažni zrak premješta preko hladnije podloge.

Značenje:

Upućuje na stabilne uvjete bez vjetra koji se mogu zadržavati i više dana

Vrste:

nebulosus, fractus

Oborina:

vrlo rijetko rosulja ili smrznuta rosulja u hladnom dijelu godine



NISKI OBLACI C_L

Stratus
Stratokumululus
Kumululus
Kumulonimbus

Stratokumulus Sc

Opis:

Stratokumulusi spadaju u niske oblake s bazom na visini 200 m do 2 km i debljine do 1 km. Sastavljeni su uglavnom od malih vodenih kapljica, oblikom slojasti s naznakama grudastih tvorevina pri čemu je slojevitost u oblaku više izražena. Od altokumulusa se razlikuju po veličini pojedinih oblaka, ako je pojedina grudica širine tri prsta ispružene ruke riječ je o altokumulusu, a ako je veličine dlana riječ je o stratokumulusu. Stratokumulusi su uglavnom neprozirni oblaci te mogu, ali i ne moraju zaklanjati Sunce ili Mjesec. Slojeviti stratokumulusi mogu se širiti na dva ili više nivoa. Često ih je moguće vidjeti na rubovima Hadley-eve čelije na mjestima gdje se subtropski pojas odvaja od umjerenog klimatskog pojasa. Najavljuju dolazak ružnog vremena. Stratokumulusi se javljaju u tri vrste i to stratiformis, lentikularis, kastelanus, u ovisnosti jesu li oblikom slični stratusu (stratokumulus stratiformis), lečasti (stratokumulus lentikularis) ili izgledom nalikuju kulama, bedemima ili tvrđavama (stratokumulus kastelanus). Poprimaju oblike više podvrsta i dodatnih osobina. Ako primjerice propuštaju svjetlost, podvrsta im je translucidus. Ako su valoviti tvore podvrstu undulatus.

Nastajanje:

Nastaju pri slabim atmosferskim gibanjima. Slabe vertikalne struje stvaraju relativno plitke oblačne slojeve iznad kojih se nalazi suh stabilan zrak koji onemogućuje vertikalno gibanje. Poput altokumulusa, redovito nastaju u toplom sektoru ciklone, nakon prolaska tople, a prije dolaska hladne fronte. Mogu nastati zgušnjavanjem i transformacijom altostratusa ili nimbostratusa, konvekcijom u stratusu te zgušnjavanjem ili širenjem kumulusa i kumulonimbusa. Mogu se formirati bilo gdje na Zemlji, no najčešće u hladnijim maritimnim i obalnim područjima. Vrlo su rijetki u područjima s malom količinom vlage.

Značenje:

Najčešće se javlja ispred ili iza brzo pokretne hladne fronte.

Vrste:

stratiformis, lenticularis, castellanus

Oborina:

uglavnom je nema, a ako pada vrlo je slaba i jednolična u obliku virgi, slabe kiše ili snijega



Kumulus Cu



Opis:

Kumulusi su bijele ili sive velike grude jasno definiranih rubova koje se vertikalno razvijaju. Pojavljuju se kao samostalni oblaci, u linijama ili velikim skupinama. Sastavljeni su od vodenih kapljica, a ako svojim vertikalnim razvojem dođu u hladnije dijelove troposfere u njima se mogu pojaviti i ledeni kristalići. Nastaju konvekcijom vlažnog zraka. U jako nestabilnoj atmosferi konvekcija može kumululus razviti do kumulonimbusa.

Nastajanje:

Nastaju konvekcijom (vertikalnim dizanjem) toplog zraka koji se hladi do točke rosišta i pri tome se u njemu kondenziraju kapljice vode. U toplom dijelu godine mali, bijeli, grudasti kumululus humilis, nastali zbog obalne cirkulacije, predznaci su lijepog i stabilnog vremena.

Značenje:

Pojava kumulusa znak je nestabilnosti u zraku, konvekcije ili turbulencije. Ako se pojavljuju uz kumulonimbuse, predznaci su oluje i grmljavine, a uz stratusa najavljuju loše vrijeme. No, u uvjetima stabilne atmosfere mogu značiti i lijepo vrijeme, to su tzv. kumulusi lijepog vremena.

Vrste:

fractus, humilis, mediocris, congestus

Oborina:

vrlo rijetko kratkotrajna oborina



Kumulonimbus Cb

Opis:

To su vrlo „teški“, gusti oblaci jakog vertikalnog razvoja. Protežu se sve do visine tropopauze pa je gornji dio oblaka sastavljen od ledenih kristala, obično spljošten, sličan nakovnju (kumulonimbus incus). Kumulonimbus je olujni, grmljavinski oblak iz kojeg pada kiša, sugradica ili tuča. Zimi često pada snijeg krupnih pahulja. Po sastavu spada u mješovite oblake obzirom da se zbog jakog vertikalnog razvoja sastoji i od vodenih kapljica (u donjem dijelu) i od ledenih kristala (u gornjem dijelu). To je oblak u kojemu uz turbulenciju postoje jaka električna pražnjenja. Kumulonimbus se može „sakriti“ unutar Ns, bezopasnog kišnog oblaka. To su oblaci „zabranjeni“ za zrakoplove. Otkrivaju ih posebni instrumenti (meteorološki radari) te ih piloti zaobilaze.

Nastajanje:

Činjenica da ključnu ulogu u formiranju oblaka imaju temperatura i sadržaj vlage kod kumulonimbusa posebno dolazi do izražaja. U nestabilnoj troposferi, jakim konvektivnim gibanjem i brzim ohlađivanjem ovaj vertikalno razvijen oblak predstavlja pravu bombu – ali meteorološku. Pri dizanju zraka toplijeg od okoline, koji sadrži određenu količinu vlage, na nekoj visini u atmosferi dolazi do kondenzacije koja je intenzivnija što oblak više raste i što mu je vrh na većoj visini.

Prva faza u stvaranju kumulonimbusa je formiranje nakupina grudastih bijelih oblaka. Oni nastaju kao rezultat kondenzacije i depozicije vodene pare pri čemu se oslobađa velika količina latentne topline koja dodatno grije oblak čineći ga toplijim od okoline, a samim tim dodatno mu omogućava dalji vertikalni razvoj. Oblak se nastavlja razvijati sve do trenutka kada se prestane obogaćivati toplim i vlažnim zrakom s manjih visina.

Druga faza u razvoju kumulonimbusa je njegova najintenzivnija faza razvoja. U njoj uzlazna struja dostiže svoju maksimalnu visinu približno do visine od 11 km. Na visini maksimalne brzine uzlazne struje mijenjaju smjer i postaju silazne. Pri tome se zrak zagrijava i kondenzira; nastaju oborine koje mogu biti u gotovo svim oblicima: kiša, snijeg, tuča, virge. U ovoj fazi oblak poprima izgled nakovnja kako zbog jakih vjetrova koji na toj visini horizontalno raspršuju kristale leda, tako i zbog temperaturne inverzije (porast temperature visinom) iznad tropopauze. Završetkom druge faze kumulonimbus je potpuno razvijen. Predstavlja najmoćniji oblak u atmosferi s bazom na visini od 600 do 1,5 km i vrhom do čak 12 km. Horizontalno je razvijen u promjeru većem od 10 km. U tropskim područjima primijećeni su kumulonimbusi s vrhom na visini od čak 20 km.

Treća, završna faza ili umiranje kumulonimbusa je ona faza u kojoj više nema obogaćivanja oblaka toplim vlažnim zrakom s nižih visina. To je faza u kojoj prevladavaju silazne struje. Životni ciklus kumulonimbusa ovim završava.

Superćeljski kumulonimbus nastaje u nestabilnoj atmosferi uz jako smicanje vjetra po visini koje je posljedica različitog smjera i brzine vjetra na različitim visinama. Prema nastanku postoje dvije vrste kumulonimbusa 1) frontalni kumulonimbusi što nastaju u području frontalnih poremećaja, 2) kumulonimbusi što nastaju konvektivnim razvojem kumulusa - oblaka lijepog vremena. Za nastanak Cb potrebne su snažne uzlazne struje. Slabljenjem tih struja Cb se raspada.

Značenje:

ovaj se oblak naziva tvornicom oblaka. Iz njega najčešće nastaju Ns, Ci, Sc ali i svi drugi rodovi oblaka.

Vrste:

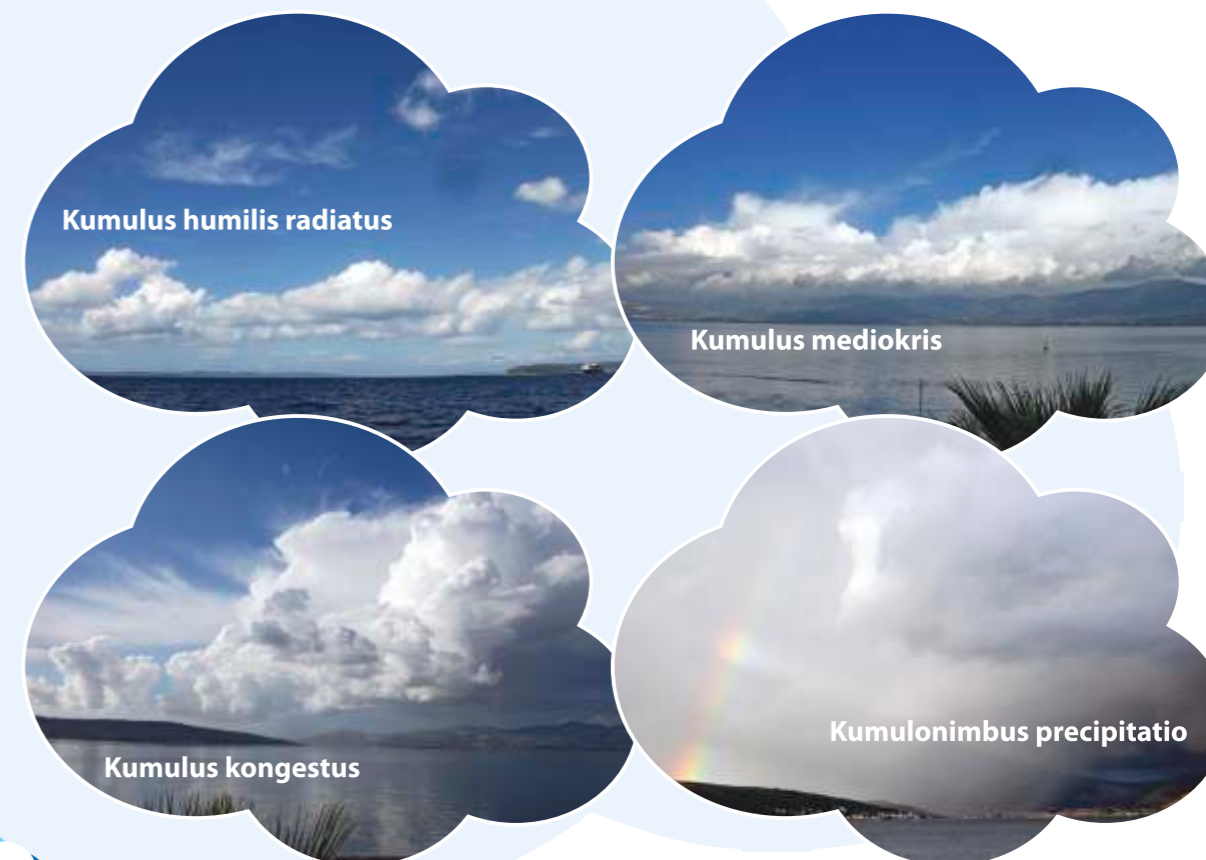
calvus i capillatus

Oborina:

pljusak kiše, snijega ili tuče, virge

Slika 12. Životni ciklus kumulonimbusa

Proces nastajanja kumulonimbusa od kumulusa humilisa česta je pojava na Jadranu.

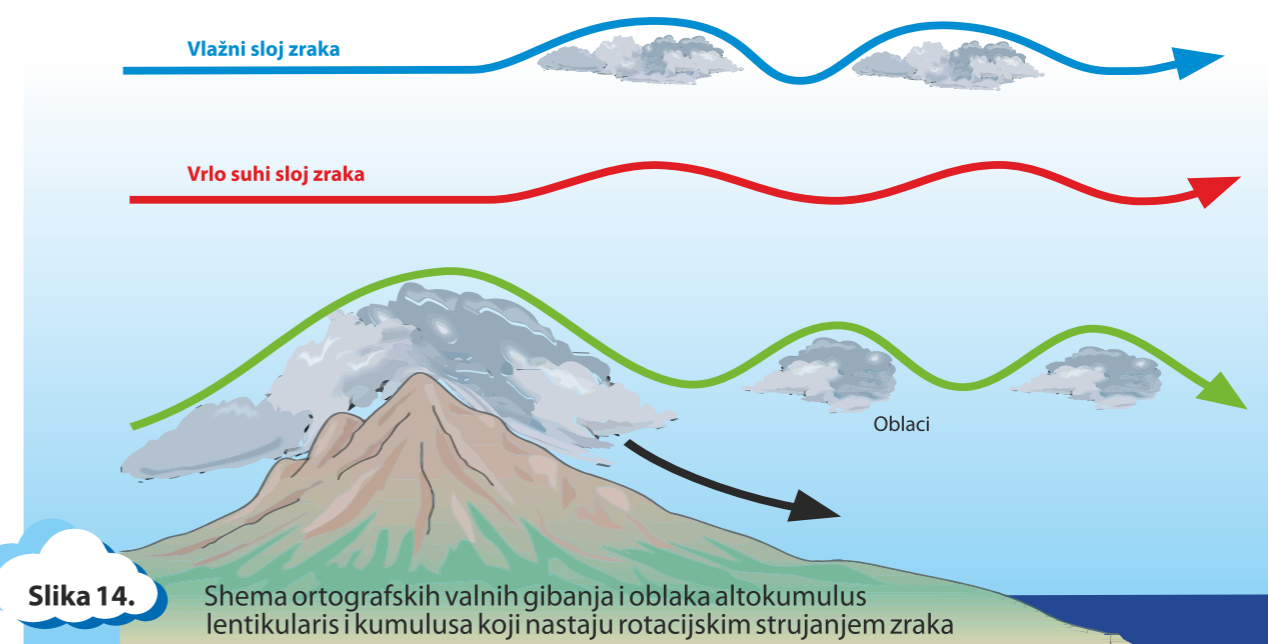


Slika 13. Nastajanje kumulonimbusa

Orografski oblaci



Orografski ili orogenetski oblaci nastaju u uzlaznoj struji zraka na zavjetrinskoj strani planinske prepreke ili obronka. Pri tome se zrak adijabatski hladi, odnosno širi jer dizanjem dolazi do područja gdje je tlak zraka niži. Pri hlađenju zrak dostigne točku (temperaturu) rosišta, odnosno razinu kondenzacije te nastaje oblak. Ako je zrak, koji se počeo dizati, sadržavao dovoljno vlage, a prepreka je dovoljno visoka, može nastati oborina. Zrak se pri spuštanju niz zavjetrinsku stranu planine adijabatski grije i oblaci isparavaju ili dolazi do kidanja oblaka. Na zavjetrinskoj strani zrak je topliji i sadrži manje vlage te se tu često javljaju topli vjetrovi, primjerice fen sjeverno od Alpa ili chinook u sjevernoameričkim Kordiljerima. Oblačna kapa, koja se formira nad planinom, prati pojavu prisilnog uzdizanja zraka uz zavjetrinsku stranu planine. Shematski je formiranje oblačne kape te oblaka altokumulusa lenticularisa, lečastog oblika prikazano na slici 18.



Slika 14. Shema ortografskih valnih gibanja i oblaka altokumulusa lenticularisa i kumulusa koji nastaju rotacijskim strujanjem zraka

OROGRAFSKI OBLACI

*Olovne i teške snove snivaju
Oblaci nad tamnim gorskim stranama...*

*Jesenje večer
A.G. Matoš*



Slika 15. Altocumulus lenticularis duplikatus na Zavižanu (snimio A. Vukušić 19.12.2007.)

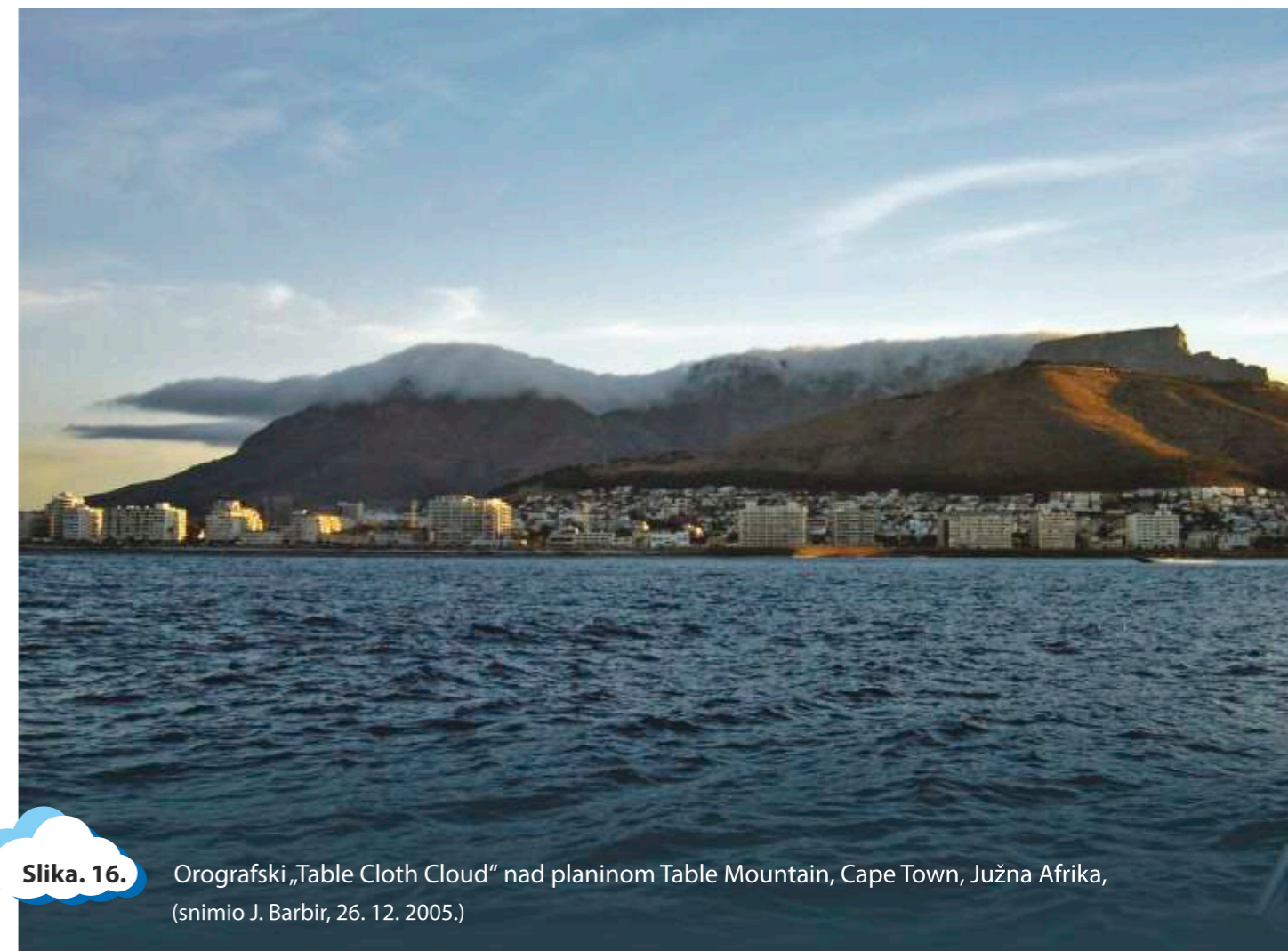
Fizikalni proces, koji je odgovaran za formiranje orografskih oblaka, adijabatsko je ohlađivanje zraka. Za razliku od procesa u kojima se promjena temperature nekog tijela odvija dovođenjem ili odvođenjem topline, u adijabatskim procesima to nije tako. Temperatura plina može se mijenjati bez dovođenja ili odvođenja topline ako se vrši određeni rad na račun unutarnje energije plina. U atmosferi su adijabatski procesi vrlo važni. Ako se u atmosferi diže suhi zrak, proces nazivamo suhoadijabatski i za stvaranje oblaka nije interesantan jer se tim procesom ne može formirati oblak. U slučaju da zrak, koji se diže, sadrži određenu količinu vodene pare, proces se do razine kondenzacije naziva suhoadijabatski, a od razine kondenzacije naziva se mokroadijabatski. Kako daljnjim dizanjem zraka uz orografsku prepreku proizvodi ukapljivanja ili depozicije mogu ostati u oblaku ili iz njega padati u obliku kiše ili snijega, razlikujemo kondenzacijsko-adijabatske procese i pseudo-adijabatske procese.

Oba procesa nastaju pri strujanju vlažnog zraka preko planine ili obronka. Pri *kondenzacijsko-adijabatskom* procesu na privjetrinskoj strani planine zrak se adijabatski diže i hladi pri čemu oblak nastaje procesima ukapljivanja, odnosno depozicijom vodene pare. Na zavjetrinskoj strani zrak se spušta i pri tome se adijabatski zagrijava jer dolazi do područja većega tlaka zraka, te se komprimira. Pri tome kapljice vode i/ili leda isparavaju i formirana se oblačna kapa raspada. Pri ovom procesu visina kondenzacije na obje strane prepreke je ista, a i temperature su na istoj visini jednake. Kod *pseudo-adijabatiskog* procesa na privjetrinskoj strani prepreke adijabatskim ohlađivanjem nastaje oblak koji daje oborinu. Na zavjetrinskoj strani prelijevanjem preostale količine vlažnog zraka oblak potpuno ispari. Javlja se suh i topao vjetar – fen. Zbog pojave oborine na privjetrinskoj strani planine (pri čemu se zrak zagrije) razine kondenzacije različite su na privjetrinskoj i zavjetrinskoj strani prepreke. Isto vrijedi i za temperaturu, na istoj visini toplije je na zavjetrinskoj strani.

Orografski oblaci javljaju se u dva najčešća oblika: kao oblačne kape što leže na vrhu ili grebenu planine te oblaci što nastaju na vrhovima zavjetrinskih valova. Pri malim brzinama vjetra stvaraju se zavjetrinski valoviti stratokumulusi i altokumulusi (undulatus), a pri brzinama većim od 100 km/h ti oblaci poprimaju lećaste oblike te ih tada nazivamo lenticularis oblacima. Lenticularis oblaci mogu biti u nekoliko slojeva te se čak i spojiti čineći takozvani fenski zid.

Lenticularis oblak pojavljuje se nad planinama ili gorjem, na brjegovima zavjetrinskih valova. Stabilan zrak obogaćen vlagom preduvjet je da se stvore ovi oblaci. Pojava lenticularis oblaka znači da postoji zavjetrinski val (planinski val) čiji brjegovi i dolovi uzrokuju turbulenciju i nastajanje rotora. Uzlazne struje su u nekim dijelovima ovih valnih gibanja vrlo jake.

Oblačne kape ponekad potpuno okružuju planine. Dobar primjer je poznati orografski oblak nad planinom Table Mountain. Planina je smještena na rogu Južnoafričke Republike, u području susreta dviju zračnih masa, hladne atlantske zračne mase i tople zračne mase s Indijskog oceana. Zanimljiva je zbog svojih vrhova koji nisu klasičnog oblika već je to oko 3 km duga ravna ploha – plato koji je često pokriven oblacima. Uvrštena je u popis sedam svjetskih čuda za 2011. godinu. Orografski formiran oblak kao prekrivač prelijeva se preko planine i naziva se i Table cloth cloud (= oblak stolnjak). Oblak je poznat i pod nazivom „doctor cloud“ jer donosi, s biometeorološkog aspekta, ugodno vrijeme.



Slika. 16. Orografski „Table Cloth Cloud“ nad planinom Table Mountain, Cape Town, Južna Afrika, (snimio J. Barbir, 26. 12. 2005.)



MAMATUS OBLACI

*Iznad svakog oblaka koji pravi sjenu
je zvijezda koja daje svjetlo*

Pitagora

Mamatus

Nakon jakih oluja i nevremena na nebu je ponekad moguće vidjeti oblake s „mamatus“ odlikom. Izgledaju kao izbočine koje vise ispod baze glavnog oblaka, najčešće ispod kumulonimbusa ili nakovnja. Mogu se vidjeti i ispod altokumulusa, altostratusa, stratokumulusa te cirusa. Ime su dobili po latinskom nazivu za grudi (lat: mammatus) jer su tome nalik. Izgledaju opako no ponekad znače da je oluja već prošla. Međutim, kako je zrak oko oblaka s mamatus odlikom karakteriziran izrazitim smicanjem vjetra, opasni su za zrakoplove. Većinom su sastavljeni od leda ili pak od leda i vode.

Mamatus oblaci nastaju sudaranjem hladnog zraka koji se spušta i toplog zraka koji se diže, najčešće ispod kumulonimbusa, nakon oluje ili rjeđe prije nje. Mamatus oblaci često su pridruženi nakovnju kumulonimbusa te se tada zovu kumulonimbus inkus mamatus. Indikacija su jakih oluja ili tornada (u područjima gdje su mogući). Mamatus oblaci se pojavljuju u obliku izgrađenih resa koje mogu, ali i ne moraju, propuštati svjetlost. Dodatni su im oblici stoga opakus ili translucidus. Mamatus se oblaci pojavljuju u obliku grupiranih resa koje se mogu držati zajedno kao izolirani grozdovi ili razvučene grupe resa, linijski razvučene nad horizontalno velikim područjem. Pojedinačni mamatus oblaci srednjeg su dijametra oko 1–3 km i dužine oko 0,5 km. Mogu se zadržavati na nebu 10-ak minuta, no čitav grozd moguće je vidjeti na nebu i nekoliko sati. Zbog svog je izgleda često okarakteriziran kao prijeteci oblak. Tipično sastavljeni prvenstveno od leda, grozdovi mamatus oblaka mogu se prostirati nad velikim područjima. Iako ovaj oblak izgleda prijeteće, on je jednostavno samo glasnik – pojavljuje se prije i poslije jakog nevremena. Više fizikalnih teorija ponuđeno je za objašnjenje nastajanja mamatus oblaka, no ni jedna ne zadovoljava u potpunosti. To ujedno znači da su ovi oblaci nedovoljno istraženi te da se općenito malo zna o mehanizmu njihovog nastajanja.



Slika 17.

Kumulonimbus mamatus precipitatio. Rovinj, 09. 05. 2007. (snimio J. Barbir)

Polarni stratosferski oblaci

Do sada spomenuti oblaci karakteristični su za troposferu, odnosno za donji dio atmosfere do približno 12 km visine. No, postoje i oblaci koji se formiraju na većim visinama – u stratosferi na visini od 15 do 25 km. To su polarni stratosferski oblaci, jedna od rijetkih pojava koja se javlja na velikim visinama iznad troposfere. Često se nazivaju i sedefasti oblaci (engl. nacreous clouds). Iako ovi oblaci nemaju neki veći utjecaj na vrijeme na Zemlji, interesantan su fenomen. Lijepe sedefaste, biserne oblake, kako se još nazivaju, moguće je vidjeti poslije zalaska sunce ili pred zoru, dok je Sunce pod horizontom. Prozračni su i svijetli, a kako se nalaze na vrlo velikim visinama izgledaju gotovo nepomični. Formiraju se najčešće zimi u polarnim područjima na obje hemisfere. Na sjevernoj hemisferi su rjeđi, češće ih viđamo na južnoj, duž obala Antarktika, gdje visoki planinski lanci stvaraju valove u višim slojevima atmosfere. U polarnim područjima sjeverne hemisfere sedefasti oblaci formiraju se iza planinskih lanaca na visinama gdje je temperatura oko -80°C . Kako kristali leda od kojega su sedefasti oblaci sastavljeni nisu dovoljno veliki, ne prelamaju svjetlost u svim duginim bojama. Sedefasta boja tih oblaka (tal: madreperla, eng: mother-of-pearl) rezultat je apsorpcije Sunčevog zračenja od stratosferskog ozona te se ovi oblaci nazivaju „žderačima ozona“ i unatoč lijepoj plavičastoj svjetlosti i predivnim oblicima nisu nimalo bezazleni.

Nastajanje sedefastih oblaka vrlo je složeno i nedovoljno istraženo. U donjim slojevima stratosfere za nastajanje ovih oblaka trebaju istovremeno biti ispunjena tri uvjeta: veoma niska temperatura, određena količina vodene pare i dovoljan broj jezgara depozicije. Pretpostavlja se da se određena količina vodene pare gravitacijskim valovima prenosi iz troposfere kroz tropopauzu do donjih slojeva stratosfere. Potencijalni izvor vodene pare je i metan koji kemijskim reakcijama s hidroksil radikalima stvara molekule vode. Jezgre depozicije su vjerojatno ili kozmička i/ili vulkanska prašina.

Već smo spomenuli da nose nadimak „žderači ozona“, a dobili su ga jer u kemijskim lančanim reakcijama, pri čemu se uništava ozon, imaju ključnu ulogu katalizatora. No, kako uvjeti za nastajanje sedefastih oblaka u atmosferi sjeverne hemisfere ne traju dulje od nekoliko dana, to uništavanje ozonskog omotača nije toliko izraženo kao na južnoj hemisferi. Naime, na južnoj je hemisferi temperatura donjih slojeva stratosfere u polarnom pojasu i do 10 stupnjeva niža od temperature odgovarajućih područja na sjevernoj hemisferi. Sedefasti oblaci mogu trajati znatno dulje, što doprinosi značajnijem i trajnijem stanjenju ozonskog sloja („ozonske rupe“). Obzirom da se javljaju u stratosferi iznad polarnih područja, nazivaju se još i polarni stratosferski oblaci (eng: polar stratospheric cloud, PSC).

Prema kemijskom sastavu ovi oblaci dijele se na nekoliko tipova:

- **Tip I** su polarni stratosferski oblaci koji sadrže dušičnu kiselinu i vodu
- **Tip Ia** su polarni stratosferski oblaci koji sadrže kristale dušične kiseline i vode
- **Tip Ib** su polarni stratosferski oblaci koji sadrže kristale dušične kiseline, vode i kapljice sumporne kiseline u obliku prehladne trostruke otopine
- **Tip II** su polarni stratosferski oblaci koji sadrže samo kristale vode

POLARNI STRATOSFERSKI OBLACI



II DIO
ATLAS OBLAKA



Cirrus spissatus intortus (Ci spi in); Cirrus floccus (Ci flo)



Cirrus floccus (Ci flo); Cirrus fibratus (Ci fib); Cirrus spissatus (Ci spi)



Cirrus uncinus (Ci unc); Cirrus spissatus (Ci spi)



Cirrus spissatus (Ci spi)





Cirrus floccus radiatus (Ci flo ra)

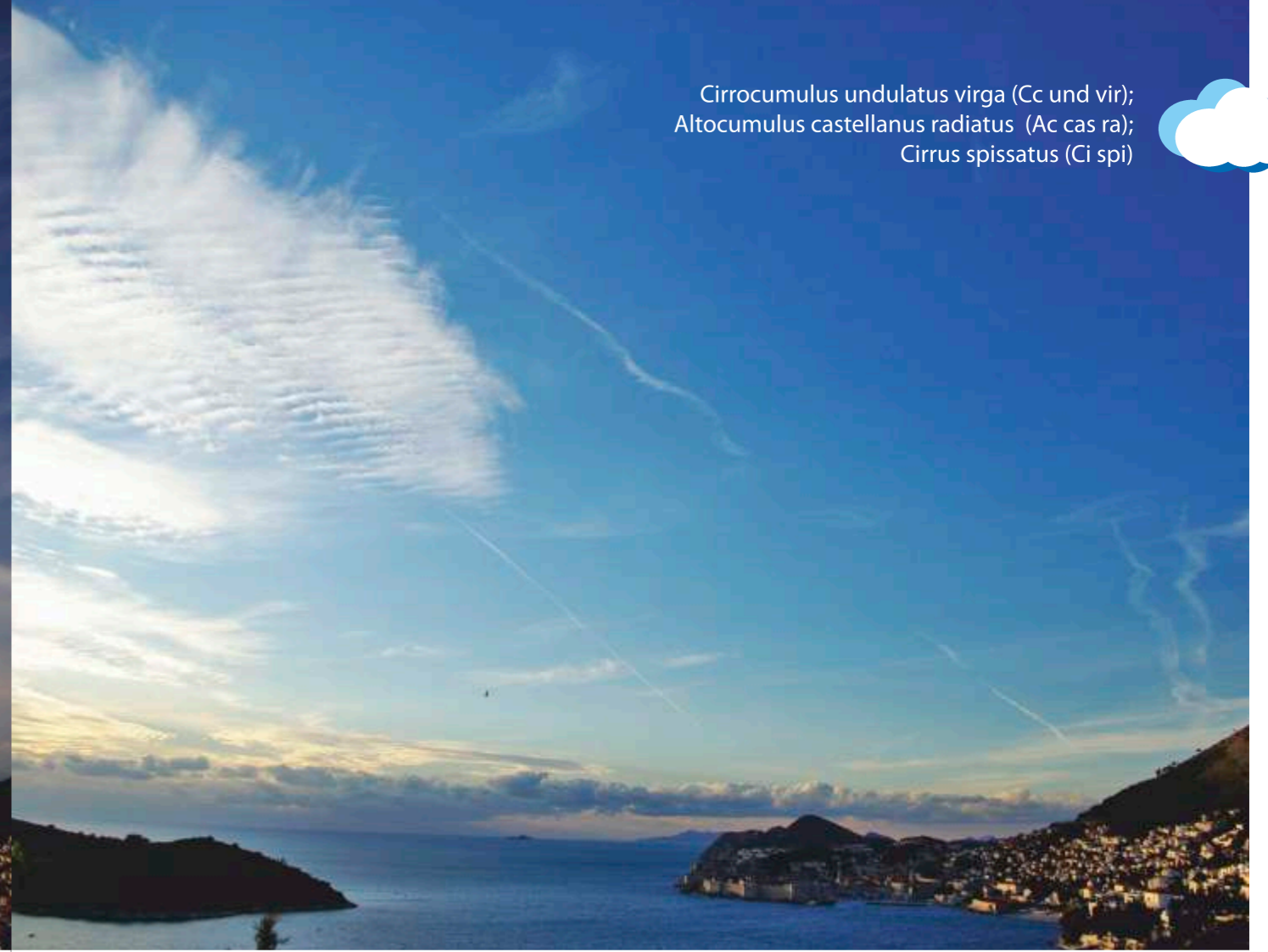




Cirrus fibratus radiatus (Ci fib ra);
Cirrus spissatus (Ci spi);
Alto cumulus castellanus radiatus (Ac cas ra)



Cirrocumulus undulatus virga (Cc und vir);
Alto cumulus castellanus radiatus (Ac cas ra);
Cirrus spissatus (Ci spi)



A T L A S O B L A K A



Cirrostratus nebulosus (Cs neb)



Cirrocumulus stratiformis undulatus (Cc sta un)





Cirrocumulus floccus (Cc flo)

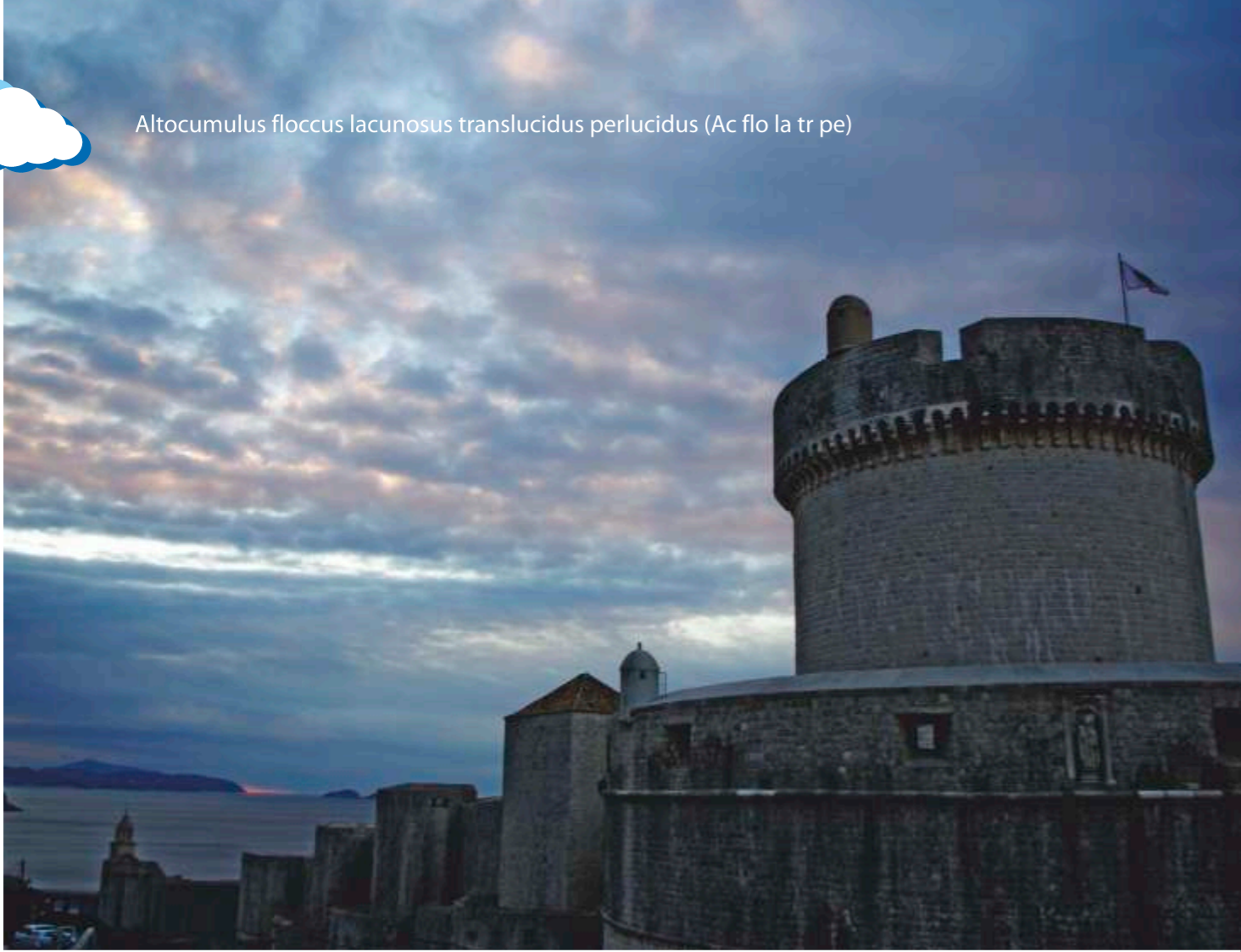


Cirrocumulus floccus (Cc flo); Cirrus spissatus (Ci spi)





Alto cumulus floccus lacunosus translucidus perlucidus (Ac flo la tr pe)



Alto cumulus stratiformis perlucidus (Ac str pe);
Cumulus humilis (Cu hum)



Alto cumulus stratiformis perlucidus (Ac str pe);
Cumulus fractus (Cu fra)



Alto cumulus stratiformis translucidus perlucidus (Ac str tr pe)

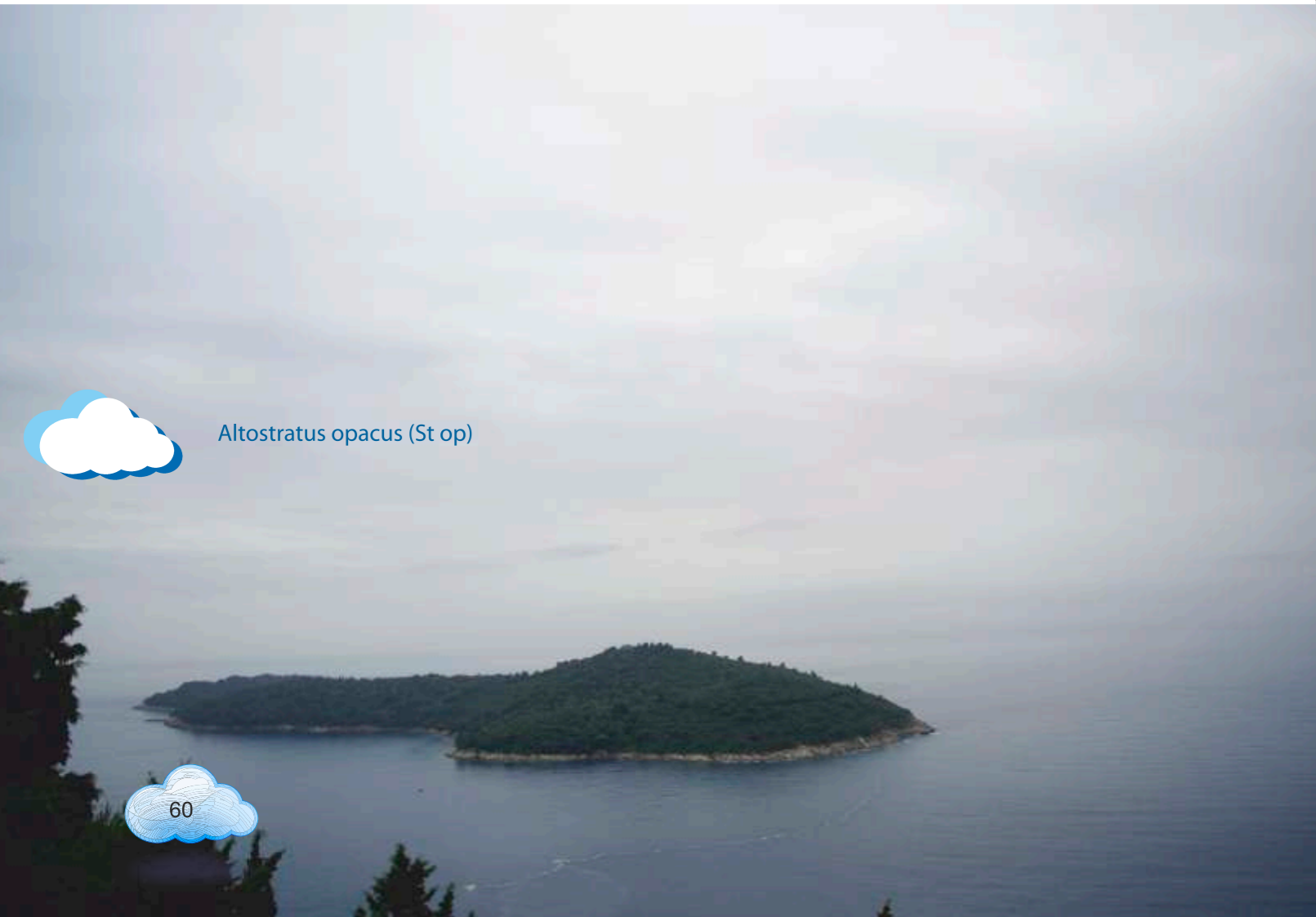




Altostratus opacus (St op)



Altostratus opacus (As tr) Stanje mora 3



Altostratus opacus (St op)



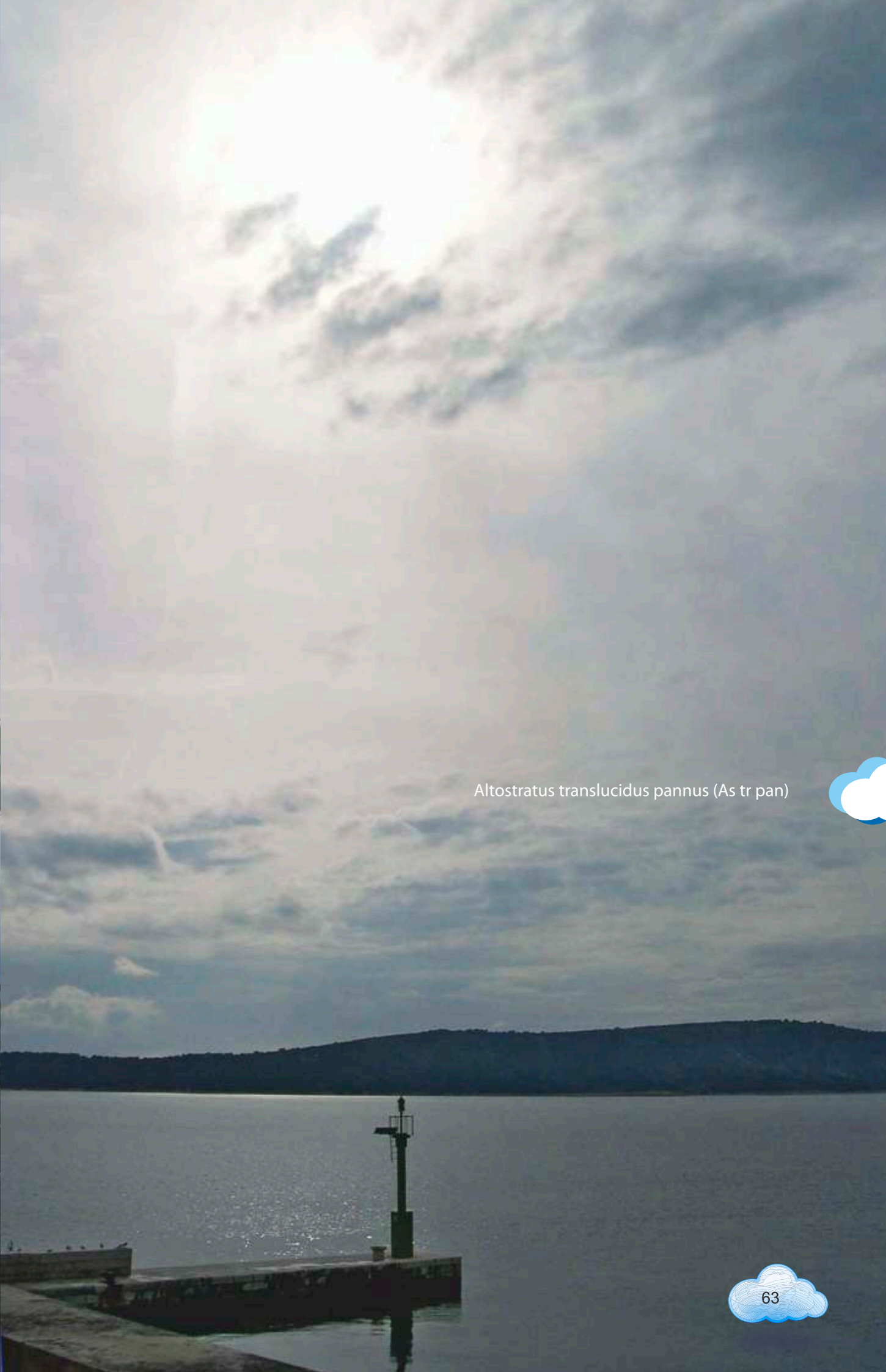
Altostratus opacus pannus (As tr pan)



A T L A S O B L A K A



Altostratus translucidus pannus (As tr pan)



Altostratus translucidus pannus (As tr pan)



A
T
L
A
S
S
O
B
L
A
K
A

Altostratus translucidus (As tr pan); Cumulus fractus (Cu fra)



Nimbostratus praecipitatio (Ns pra)



Nimbostratus praecipitatio (Ns pra) Stanje mora 2





Stratus nebulosus (St neb)



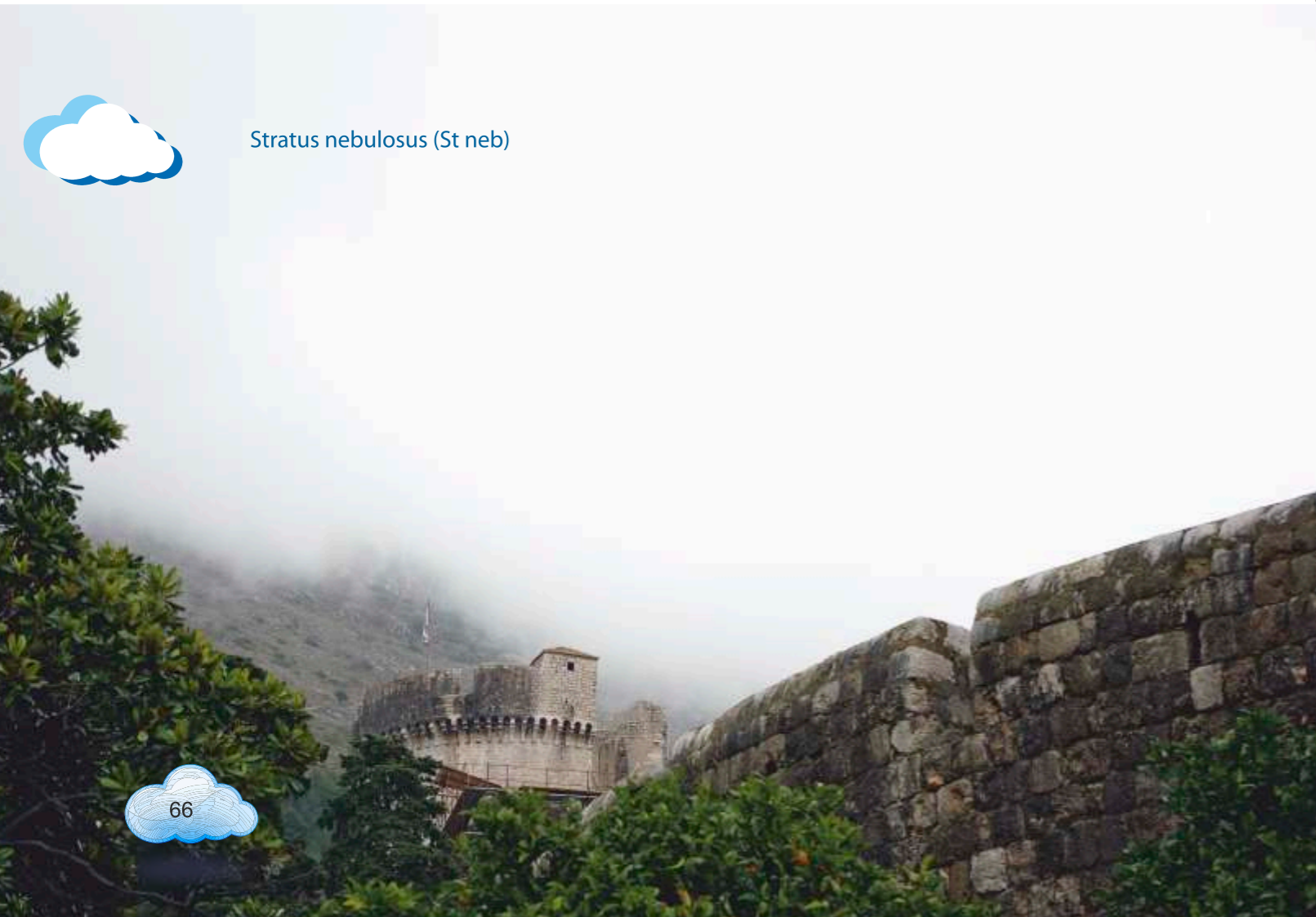
Stratus nebulosus (St neb)



A T L A S O B L A K A



Stratus nebulosus (St neb)



Stratus nebulosus (St neb); Altostratus opacus (As op)





Stratus nebulosus (St neb)



Stratocumulus castellanus radiatus (Sc cas ra);
Cirrus spissatus (Ci spi);
Cirrus floccus (Ci flo)



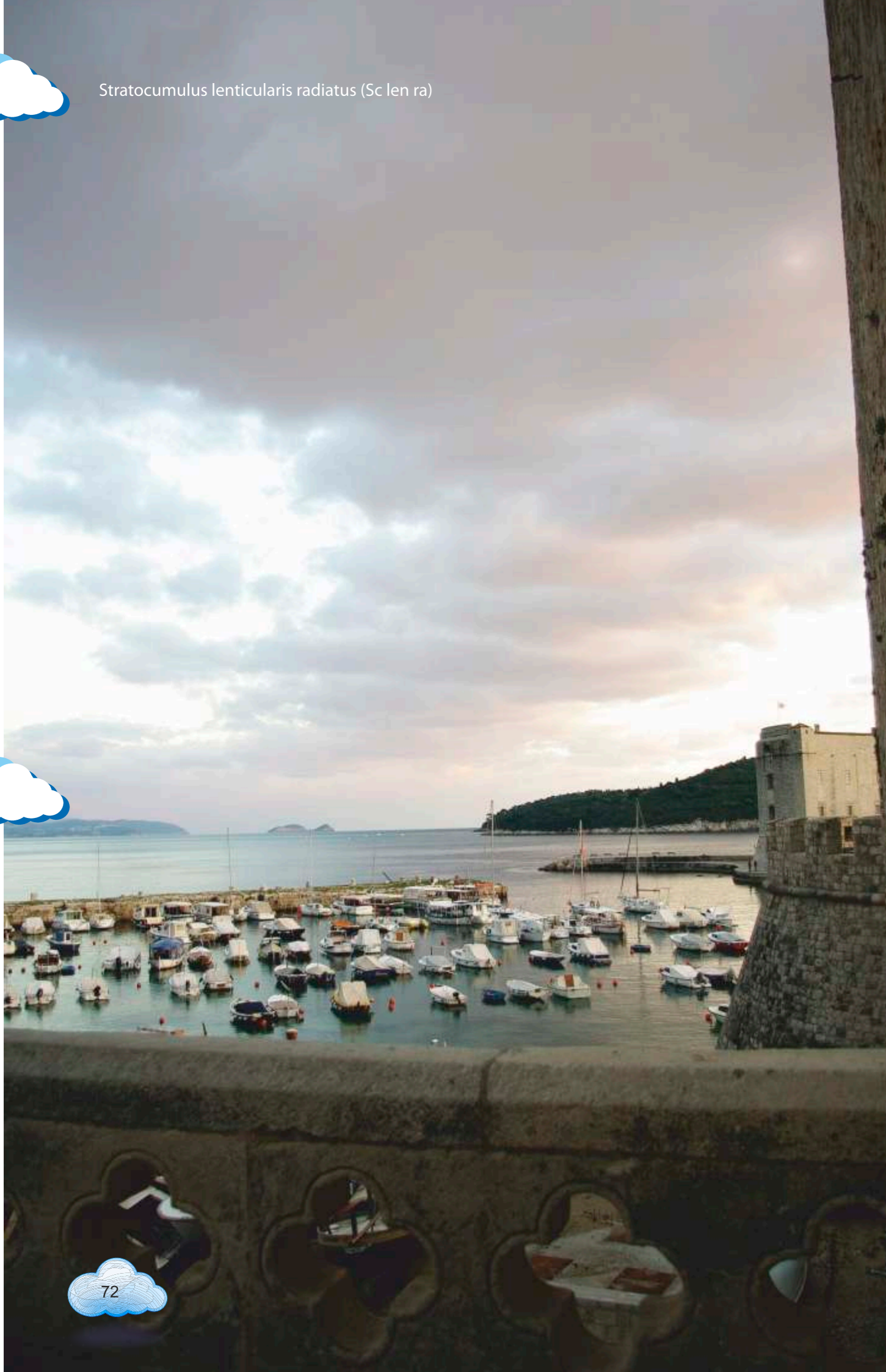
Stratocumulus stratiformis lacunosus opacus (sc str la op); Stanje mora 3



Stratocumulus stratiformis lacunosus opacus (sc str la op)



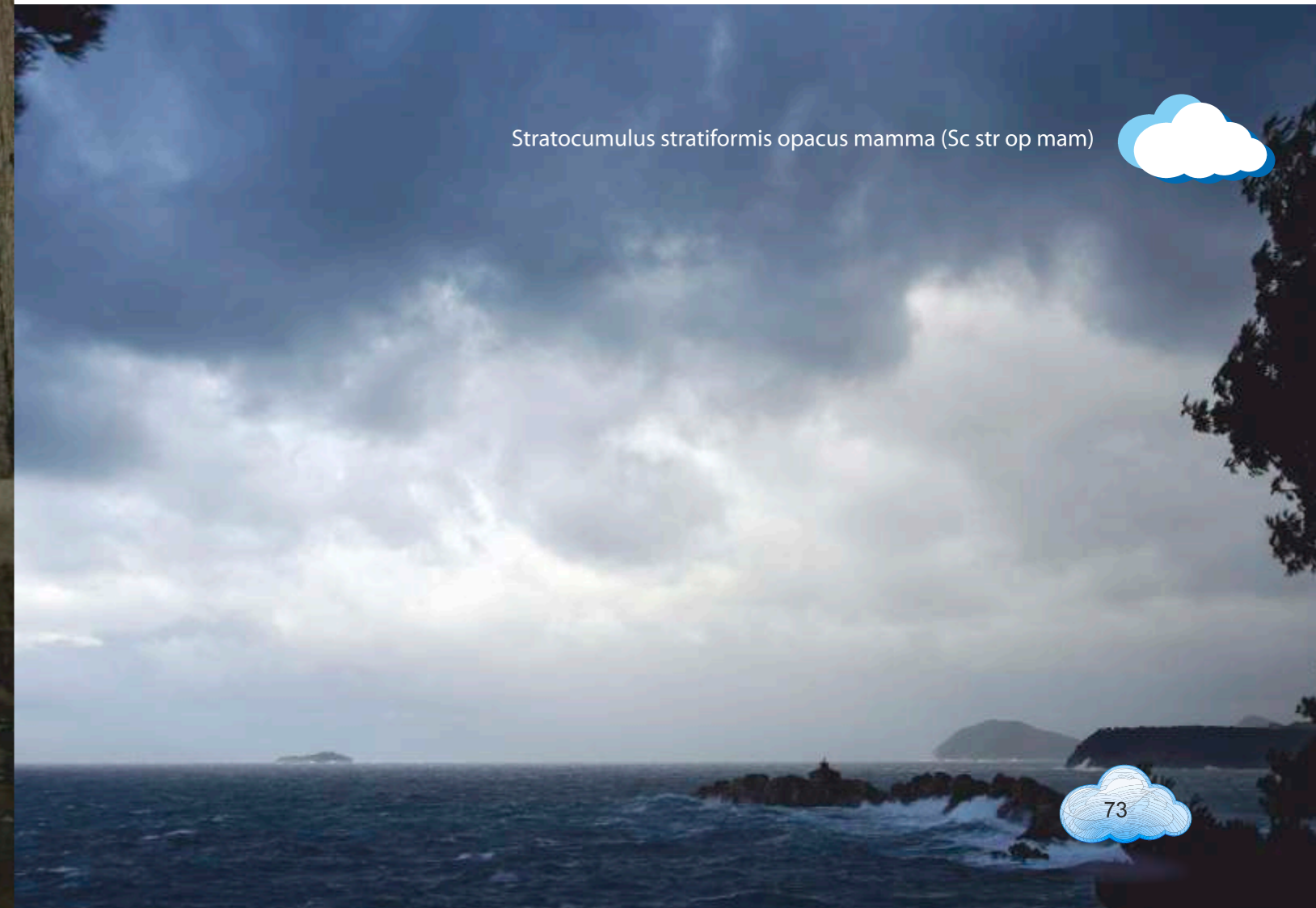
Stratocumulus lenticularis radiatus (Sc len ra)



Stratocumulus castellanus radiatus (Sc cas ra);
Cirrus spissatus (Ci spi);
Cirrus fibratus (Ci fib)



Stratocumulus stratiformis opacus mamma (Sc str op mam)



Stratocumulus stratiformis translucidus perlucidus (Sc str tr pe)



Cumulus mediocris radiatus (cu med ra);
Cumulus fractus (Cu fra)



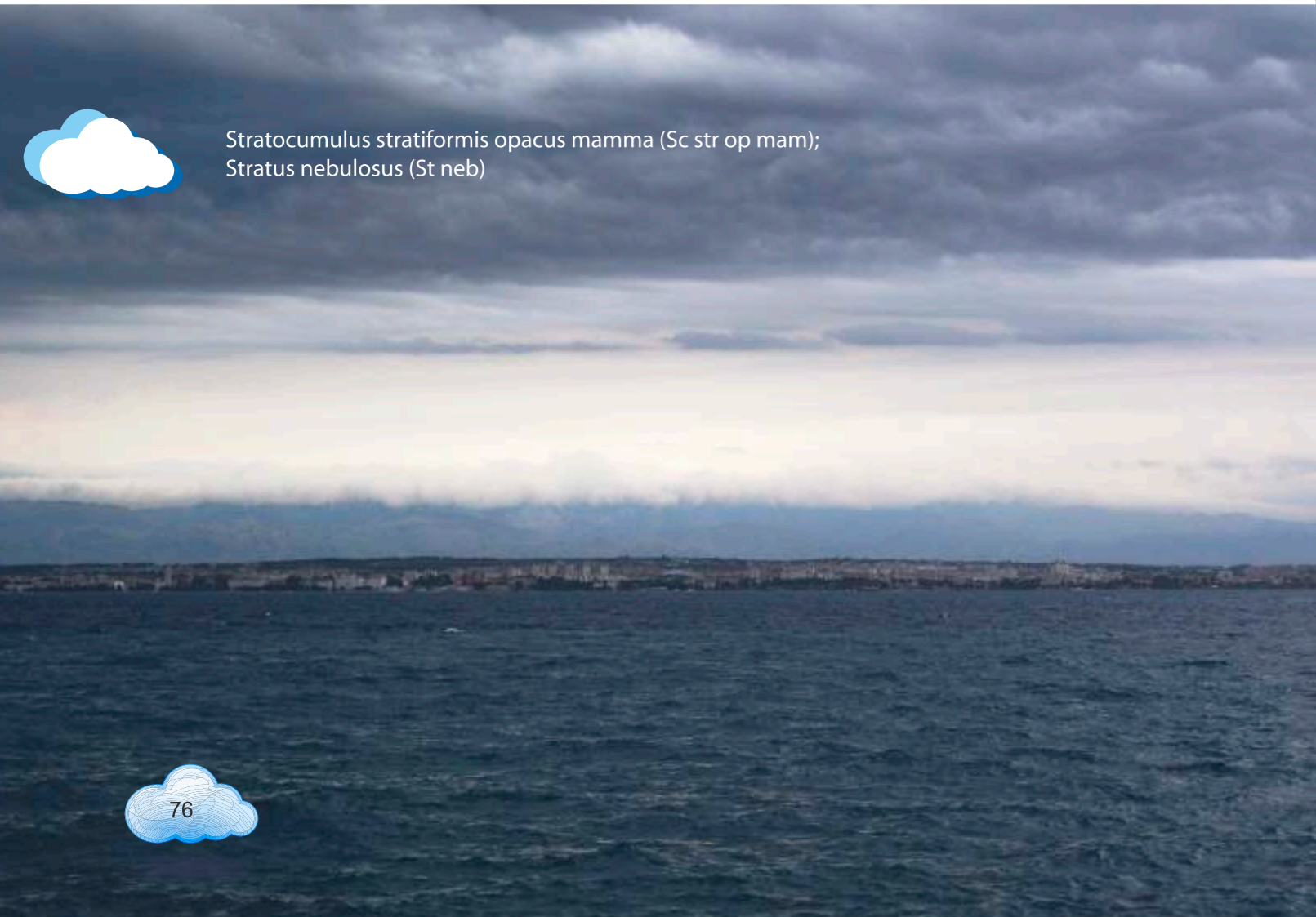
Cumulus mediocris radiatus (cu med ra);
Cumulus fractus (Cu fra)



A
T
L
A
S
O
B
L
A
K
A



Stratocumulus stratiformis opacus mamma (Sc str op mam);
Stratus nebulosus (St neb)



Cumulus congestus (Cu con)



Cumulus congestus (Cu con);
Cumulus mediocris (Cu med);
Cirrus spissatus (Ci spi);



Cumulus mediocris radiatus (Cu med ra); Cirrus spissatus (Ci spi)



Cumulus congestus (Cu con); Cumulus mediocris (Cu med)



Cumulus congestus velum (Cu con vel);
Cumulus mediocris radiatus (Cu med ra)





Cumulus humilis (Cu hum);



Cumulus congestus (Cu con);
Cumulus fractus (Cu fra)



A T L A S O B L A K A



Cumulus mediocris (Cu med);
Cirrus fibratus (Ci fib)



Cumulonimbus capillatus incus (Cb cap inc);
Cumulus mediocris radiatus (Cu med ra)





Cumulonimbus capillatus incus (Cb cap inc);
Cirrus floccus (Ci flo)



Cumulonimbus praecipitatio mamma (Cb mam pra)



Cumulonimbus praecipitatio mamma (Cb mam pra)



Cumulonimbus calvus (Cb cal); Cirrus spissatus (Ci spi)



LITERATURA:

Ahrens, C. D. *Essentials of Meteorology: An Invitation to the Atmosphere*, Brooks/Cole, Pacific Grove, 2000.

Babić, V. *Nebo je uvijek u modi*. *Vijenac*, 505, Srpanj 2013.

David, M. L., Holle, R. L., Keen, R. A., *Clouds and Storms*, National Audubon Society, New York, 2003.

Divković, M., *Latinsko hrvatski rječnik*, Naprijed, Zagreb 1988.

Državni hidrometeorološki zavod. *Naputak za opažanja i mjerenja na glavnim meteorološkim postajama*, Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 2008.

Gelo, B. *Opća i prometna meteorologija I*, Školska knjiga, Zagreb, 1994.

Gelo, B. *Opća i prometna meteorologija II*, HINUS, Zagreb, 2000.

Gelo, B. i drugi. *Meteorološki pojmovnik i višejezični rječnik*, Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 2005.

Jug, D., Stipešević, B., Stošić, M. *Atlas oblaka*, Poljoprivredni fakultet Osijek, Osijek, 2007.

Kučera, O. *Vrieme – Crtice iz meteorologije*, Hrvatsko meteorološko društvo, Zagreb, 2003.

Makjanić, B. *Osnove meteorologije*, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 1967.

Međunarodni atlas oblaka. Knjiga I, priručnik za opažanje oblaka i drugih meteora, glavni urednik: Zvonimir Katušin, Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 2006.

Međunarodni atlas oblaka. Knjiga II, glavni urednik: Zvonimir Katušin, Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 2006.

Moran, M. J. *Online Weather Studies*, American Meteorological Society, Boston, 2002.

Orlić, M. Andrija Mohorovičić kao meteorolog, *Priroda*, 98, 2008, 964; 33-41.

Ossing, F. (2002): Goethe und die Wolken (2002): Publications Helmholtz Centre Potsdam GFZ German Research Centre for Geosciences
<http://www.gfz-potsdam.de/bib/pub/schule/goethe/startgoe1.htm>

Penzar, B. i sur. *Meteorologija za korisnike*, Školska knjiga, Zagreb, 1996.

Penzar, B., Penzar, I., Orlić, M. *Vrijeme i klima hrvatskog Jadrana*, Dr. Feletar, Zagreb, 2001.

Neukamp, E. *Oblaci i vrijeme*, Cankarjeva založba, Ljubljana, 1990.

Sijerković, M., Gelo, B. *Nepotrebno obilje naziva o naoblaci u vremenskim izvješćima*, 3. Znanstveni skup Istraživanje govora, 10.-12. XII 1998, Zagreb, 1998.

Sorbjan, Z. *Hands-On Meteorology: Stories, Theories, and Simple Experiments*, American Meteorological Society, 1996.

Vučetić, M., Vučetić V. *Vrijeme na Jadranu - Meteorologija za nautičare*, Fabra, Zagreb, 2002.

Zaninović, K., Gajić-Čapka, M., Perčec Tadić, M., Vučetić, M., Milković, J., Bajić, A., Cindrić, K., Cvitan, L., Katušin, Z., Kaučić, D., Likso, T., Lončar, E., Lončar, Ž., Mihajlović, D., Pandžić, K., Patarčić, M., Srnec, L., Vučetić, V., *Klimatski atlas Hrvatske / Climate atlas of Croatia 1961-1990., 1971-2000*, Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 2008.

Watts, A. *Instant Weather Forecasting*, Aldard Coles Ltd, London, 2004.

World Meteorological Organization. *International Cloud Atlas, Volume I – Manual on the Observation of Clouds and Other Meteors*, World Meteorological Organization, 1975.

World Meteorological Organization. *International Cloud Atlas, Volume II*, American Meteorological Society, 1987.



Oblaci

Branka Grbec & Frano Matić