



klima

- **vrijeme** – trenutno stanje atmosfere
- **klima** – višegodišnji prosjek vremena (potrebno pratiti 30 g – sve što se dogodilo će se ponoviti u tih 30 g)
- vrijeme se često mijenja a klima je dugoročna
 - o dugoročnost klime – **globalno zatopljenje** – ne primjećujemo ga, ali se ipak događa (kroz godine)
 - razlog su **staklenički plinovi** koji zadržavaju toplinu u atmosferi
 - alternativni razlozi – npr. za glob. zatopljenje u pleistocenu se smatra da je došlo zbog promjene putanje ili nagnutosti Zemlje
- **meteorologija** – znanost koja proučava klimu i vrijeme
- **sinoptička meteorologija** – znanost koja proučava prognoziranje vremena
- prognoza – nije **100%** sigurna, ne zna se točno vrijeme, karakter i intenzitet promjene
- karakteristike klime – **nisu svuda iste** – svijet → kontinent → država → grad → ulica, udubljenja, ispupčenja, vegetacija

klimatski elementi i modifikatori

- **klimatski elementi** čine svaku klimu
- elementi:
 - o Sunčeva radijacija
 - o temperatura
 - o tlak zraka
 - o vlaga u zraku
 - o padaline/oborine
 - o naoblaka
 - o snježni pokrivač
 - o vjetar
- **klimatski modifikatori** – faktori koji mijenjaju klimatske elemente
- modifikatori:
 - o Zemljina rotacija i revolucija
 - o geografska širina (veća GŠ, manja temp)
 - o nadmorska visina (veća NM, veća temp, manja naoblaka)
 - o odnos kopna i mora
 - o morske struje (topla grolfska struja)
 - o udaljenost od mora
 - o jezera
 - o reljefna konfiguracija (pružanje reljefa)
 - o tlo i biljni pokrov
 - o utjecaj čovjeka (efekt staklenika)

atmosfera

- **atmosfera** je Zemljin zračni ili plinoviti omotač
- u atmosferi se događaju sve vremenske i klimatske promjene



- **sila gravitacije** drži atmosferu oko Zemlje i Zemlja ju rotira sa sobom
- značenja:
 - o **kruženje vode** u prirodi
 - o **strujanje zraka**
 - o glavno – atmosfera djeluje kao **barijera na različita nebeska tijela** (sagorijevaju u atmosferi zbog trenja sa zrakom)
 - o neki dijelovi atmosfere **sprečavaju neke segmente (UV) zračenja** (postoji svjetlosno, toplinsko i ultraljubičasto zračenje)
 - **UV zračenje** – ima i praktičnu vrijednost (luftanje madraca na Suncu se ubija grinje, uništava žuticu kod beba)
- granica atmosfere – **5000-6000 kilometara** iznad Zemlje
 - o u **prizemnom** sloju je atmosfera **najgušća**
 - o **50%** mase atmosfere se nalazi u sloju do 6 km od tla
 - o **97%** mase atmosfere se nalazi u sloju do 29 km od tla
 - o **99%** mase atmosfere se nalazi u sloju do 40 km od tla
 - o već na više od 5 km uvjeti za život ne postoje, jer je zrak puno rjeđi, što pak koriste avioni (lete na 8-12km) zbog manjeg trenja sa zrakom i manje potrošnje goriva
- kemijski sastav atmosfere – jednostavan
 - o **78%** dušika
 - o **21%** kisika
 - o **1%** su primjese, plinovi i onečišćivači, od tih **1%**:
 - **0,93%** Argona
 - **0,07%** ostalih krutih i plinovitih primjesa (krute – prašina, čađa, pelud, plinovite – ozon, vodena para, CO₂)
 - **0,03%** smoga (kombinacija krutih i plinovitih primjesa)
 - **0,00006%** ozona
 - o **onečišćivači** – plinovi koji se ispuštaju uslijed ljudskih djelovanja ili prirodnih katastrofa
 - **SO₂, NO₂, CH₄** (razgrađuje O₃ na 3O, stvara se od život. izmeta (emisija CH₄ u Lat. Americi zbog puno stoke)
 - **aeropolutanti** – plinovi koji zagađuju zrak, a rezultati su djelovanja prometa, tvornica i sl.
- slojevi atmosfere:
 - o **troposfera – prizemni sloj do 12 km (9-15 km)**
 - svi klimatski procesi (osim vertikalnih zračnih strujanja) se odvijaju tu
 - do 6 km se nalazi 50% atmosfere
 - ovdje cirkulira zrak, voda, i sl.
 - na 12 km od tla se temperatura snižava na **-50° C**
 - temperatura se smanjuje jer se **nema što zagrijati** (nema čestica zraka)
 - **nema Zemljine radijacije** na toj visini (Zemlja isijava toplinu)
 - o **stratosfera – sloj od 12 do 45/50 km**
 - u njoj se nalazi ozonski sloj ili **ozonosfera**, na visini od **25/30 km**
 - u ozonosferi je **najveća** količina ozona, ali ne sve
 - važnost ozonosfere – **sprečava prekomjerne utjecaje UV radijacije**
 - javljaju se rupe koje je napravio čovjek
 - najveće su iznad polova ali nisu stalne



razlozi nastanka rupa:

1. **plinovi uništavači**

- o **CFC – kloroflorougljici – potisni plinovi** – u sprejevima, dižu se jer su lagani, razgrađuju $O_3 \rightarrow O_2$
- o **freoni** – plinovi za rashlađivanje (u frižiderima)
- o ne smiju se više upotrebljavati, sada se koriste obični potisni plinovi

2. **magnetsko polje Zemlje slabi** i ne drži ozon koji odlazi u svemir

- o **mezosfera**
- o **termosfera** – do 800 km
- o **egzosfera** – 800 do 5/6000 km - vanjski sloj atmosfere, međuplanetarni prostor, prelazni sloj između atmosfere i vakuuma

sunčevo zračenje/radijacija

- glavni pokretač života na Zemlji
- insolacija – Sunčevo zračenje koje stigne na Zemlju (milijarditi dio ukupnog zračenja)
- zračenje se razlikuje po valnim duljinama, tri su komponente zračenja:
 - o **46/7%** - svjetlosno
 - o **46/7%** - toplinsko
 - o **7%** - UV zračenje (ne osjećamo ga odmah)
- ukupna radijacija koja stigne do Zemlje:
 - o **16%** upijaju čestice atmosfere
 - o **7%** odbijaju čestice atmosfere natrag u svemir
 - o **3%** upijaju oblaci
 - o **23%** odbijaju oblaci jer su većinom bijeli
 - bijela boja odbija Sunčevo zračenje
 - **albedo** - sposobnost upijanja Sunčevog zračenja
 - najmanji albedo ima snijeg (zato nam je na skijanju toplo) – 95% se odbija
 - o **51%** dođe do površine, od čega:
 - **4%** se odbija od površine kopna i mora
 - **47%** upija Zemljina površina
- direktna Sunčeva radijacija **ne utječe** na temperaturu
- najveća količina temperature zraka dolazi od Zemljine radijacije, koju ne stvara sama, nego je to ona **upijena, akumulirana i isijana** energija od Sunca, koju zovemo **terestričkom radijacijom**
 - o nevidljiva je, jer nema svjetlosni i toplinski spektar, nego dugovalno zračenje
 - o **stalno je prisutna**, da je nema temperatura bi bila **-30°C** i po noći ne bi bilo nikakve topline
 - o kreće u atmosferu, dio se odbija nazad u svemir, a najveći dio biva zadržan u atmosferi
 - o **efekt staklenika**:
 - javlja se jer **atmosfera zadržava terestričku radijaciju**
 - sasvim normalna pojava, da ga nema bila bi izrazito niska temperatura
 - u atmosferi je puno više različitih čestica
- od onih **47%** koje Zemlja upija:
 - o **28% direktna radijacija** – zraka direktno dolazi **bez prepreka** (čestice itd.)



- o **19% indirektna ili difuzna radijacija** – zraka susreće čestice od kojih se **reflektira pod kutom** na površinu

temperatura zraka

- **temperatura** zraka je stupanj toplinskog stanja atmosfere
- dijelom dolazi direktno
- **normalna stratifikacija** – utjecanje nadmorske visine na temperaturu po pravilu 0,5 do 1° po 100 metara visine
- **temperaturna inverzija**:
 - o zimi, oko Veljače – na Medvednici je veća temperatura nego u gradu jer se oblaci zadržavaju jako nisko, pa se dio Sunčevih zraka reflektira nazad i tamo je toplo, manje dolazi do tla, i ovo djeluje samo ako nema snijega (v. **albedo**)
 - o po vedrim zimskim noćima – u zraku ima malo primjesa i nema oblaka, pa Zemljina radijacija slobodno odlazi u svemir, pa se do jutra tlo jako ohladi i hladi prizemni sloj zraka, pri čemu nastaje mraz kad vodena para dođe do temperature manje od 0°C na Zemlji, odmah pređe u kristaliće – **mraz**
 - voćke ne ubija hladnoća zimi, nego led
- temperatura se mjeri u **7, 14 i 21 sat** (ljeti u 6, 13 i 20)
- jutro je najhladnije jer je Zemlja izgubila svu svoju radijaciju, a Sunce još ne zagrijava
- **srednja dnevna temperatura** – zbrojiti sve tri dnevne temperature i podijeliti sa 3
- **srednja mjesečna temperatura** – zbrojiti sve srednje dnevne temperature i podijeliti sa brojem dana u mjesecu
- **srednja godišnja temperatura** – zbrojiti sve srednje mjesečne temperature i podijeliti sa 12
- Hrvatska – **siječanj** najhladniji, **srpanj** najtopliji
- odnos temperature i klimatskih modifikatora:
 - o veća temperatura, veća geografska širina
 - o odnos kopna i mora – dok je more hladno, temp. jednaka u Zgb, Splitu, Dubrovniku i Osijeku, razlika dolazi grijanjem mora
- **izoterme** - linije koje povezuju mjesta iste temperature
- **termički ekvator** – linija koja povezuje mjesta s najvišom temperaturom

tlak zraka

- zrak ima svoju **težinu**
 - **tlak zraka** – stupanj težine zraka na jediničnu površinu (stupac zraka od 1 cm²)
 - od gornje granice atmosfere do tla se prostire atmosfera koja ima svoju težinu
 - tlak zraka je **promjenjiv** – zato postoje razlike u tlaku
 - o **topao zrak** = lakši zrak = **niži tlak**
 - o **hladan zrak** = teži zrak = **viši tlak**
 - tlak zraka ovisi i o nadmorskoj visini
 - o **na većoj nadmorskoj visini je niži tlak** jer je stupac zraka manji, bez obzira na temperaturu
 - o tlak je na većoj visini niži i zato **jer je atmosfera pri dnu gušća** pa je tamo viši tlak nego na visinama
 - bol u ušima nastaje zbog promjene tlaka zraka zbog visine, **tlak se pokušava izjednačiti**
 - standardni tlak – **1013 hPa – pri 45° SGŠ** (sredina između ekvatora i polova, tu je najveća koncentracija ljudi), **na 0 m, na 0°C**
- područja tlaka:
- **područja stacionarnog tlaka**:
 - o prostori gdje se tlak tokom godine ne mijenja (ili je visok, ili je nizak)



- **VT** – na 90°, gdje je uvijek jako niska temperatura
- **NT** – ispod polarnica
- **VT** – **suptropski maksimum** – suptropska područja
- **NT** – **ekvatorski minimum** – visoka temperatura, na ekvatoru
- o glavna svrha razlika u tlaku je **izmjena i strujanje zraka**, da nema izmjene temp. bi se **stalno spuštala tj. rasla**
- o visoki i niski tlak se nastoje izjednačiti - nastaje **horizontalno strujanje zraka (vjetar)**, zato nastaju i **planetarni vjetrovi**:
 - iz suptropskih maksimuma u ekvatorske minimume – **pasati** (sjeverni i južni)
 - iz suptropskih maksimuma u subpolarne minimume – **zapadni vjetrovi** (s oceana prema kopnu)
 - sa polova se spuštaju **polarni vjetrovi**
- o svi ovi vjetrovi ne idu pravocrtno nego su **uvjetovani rotacijom**, jer se u međuvremenu Zemlja okreće:
 - **pasati** zdesna na lijevo
 - **zapadni** slijeva na desno
 - **polarni** se spuštaju s polova prema dole
- **područja periodičnog (sezonskog) tlaka** :
 - o prostori gdje je u jedno doba godine visok tlak, u drugo nizak
 - o prostor **Euroazije** (J, JI, I Azije)
 - zimi je na kopnu jako hladno (VT) a na moru je NT, zrak struji s kopna na more
 - **zimski monsun** – hladan i suh vjetar
 - ljeti je kopno toplije (NT) a more je VT, zrak struji prema centru
 - **ljetni monsun** – topao i vlažan vjetar (nosi vlažni oceanski zrak → kondenzacija → **dugotrajne kiše**)
- vjetrovi:
 - o **fen** – puše s **Alpa u područja NT** - nastaje zbog doticaja vlažnog oceanskog zraka s Atlantskog Oceana sa Alpama, koje utječu na prodor tog zraka, on se penje, hladi i kondenzira, nastavi strujati kao suhi zrak, a spuštanjem sa Alpa, zbog niže nadmorske visine i zbog trenja s podlogom se zagrijava i postaje topao vjetar koji dovodi do naglog topljenja i lavina
 - o **bura - anticiklonalna ili zimska bura**
 - puše zbog anticiklone (područja visokog tlaka) SI → JZ
 - Dinaridi su barijera za strujanje tog hladnog zraka pa se nakuplja u zaleđu (Gorski kotar)
 - za nastanak bure su potrebna udubljenja gdje će se taj zrak nakupiti (prijevoji obalnih planina)
 - pada niz padinu (u NT) pri čemu se zagrijava (nadmorska visina + trenje) → -14°C, h=1500m, dolje je 1 °C
 - možemo ju nazvati toplim vjetrom jer se od ishodišnih prostora do mora temperatura zagrije za nekoliko °C
 - doživljavamo ju kao hladan vjetar jer otpuhuje naš toplinski omotač
 - puše na udare/mahove/refule – kako god se dolijeva zrak, tako se spušta preko planina
 - **ciklonalna bura** – dolazi sa prolaskom genovske ciklone
 - o vjetrovi uvjetovani **dnevnom razlikom u tlaku** (često u obalnim prostorima):
 - **zmorac** – dnevno strujanje zraka **po danu** s mora na kopno
 - **kopnenjak** – dnevno strujanje zraka **po noći** s kopna na more

zračne mase i klimatske fronte

- zrak je negdje topliji/hladniji, teži/lakši
- na Zemlji postoje različite **zračne mase** – područja troposferskog zraka jednolikih svojstava (jednake temp, vlage i sl.)



- horizontalnog su promjera od **500** do par **1000 km**, a visoke su do **12 km** (granica troposfere)
- iznad kopna su **kontinentske zračne mase**, a iznad oceana **maritimne zračne mase**
- mogu biti **tople** ili **hladne** (bez obzira jesu li kontinentske ili maritimne)
- **frontalna ploha** – promjenjiva granica između dvije zračne mase - pojas širok 50/100/150 km gdje se mješaju svojstva 2 zračne mase
- **fronta** - granice gdje se sukobljavaju 2 zraka različitih karakteristika
- npr. polarna zračna masa zimi ode južnije, a ljeti sjevernije
- ponekad frontalne plohe izgledaju kao **meandri**, kad se jedan meandar odvoji nastaje **ciklona**
- **ciklona** - poremećaj nastao na fron.pl., hladni zrak koji se usred izvijanja frontalne plohe odvojio i nastavio putovati sa toplim zrakom
 1. hladni zrak se zabija pod topli zrak koji se izdiže gore, nailazi na hladan zrak
 2. hladna sužuje toplu frontu, a na granici njih se javljaju sve vezano uz ciklonu (naoblaka, intenzivne padaline, vjetar, grmljavina)
 3. hladni zrak u potpunosti zauzima prostor toplog zraka, koji sjedi na hladnom – **završna ili okludirana fronta (fronta okluzije)**
 4. izjednačavaju se karakteristike hladnog i toplog zraka, temperatura je niža nego na početku
- **hladna fronta** – plava linija s plavim trokutićima koji su okrenuti u smjeru hladne fronte
- **topla fronta** – crvena linija s crvenim kvadratićima koji su okrenuti u smjeru tople fronte
- **okludirana fronta** – ljubičasta linija sa trokutićima i kvadratićima
- oblici ciklone:
 - o **tropski cikloni** – sa oceana na kopno – tajfuni, hurikeni, kreću se brzinom do 200 km/h
 - o **tornado** – vrtlog koji nastaje iznad kopna, u SAD-u, u **Središnjim Nizinama**, od 0,5 do 1 km širine, brzine do 400 km/h (sa sjevera u lijevak načinjem Stijenjakom i Apalačkim gorjem ulazi polarni vjetar, a sa juga puše tropski vjetar, nastaje vrtog)
- Europa – dva područja nastanka ciklona (**ciklogenetski prostori**)
 - o S Atlantik – Island – **islandska ciklona** (sa SZ prema Europi, nailazi na Alpe, koje ju ili skreću ili oslabljuju)
 - o Z Mediteran – Genovski zaljev – **genovska ciklona** – često djeluje na nas

vlažnost zraka

- **vodena para** (dolazi iz voda, snijega, leda, Zemljine površine ili biljaka) čini **0,20 do 0,40% atmosfere**
- **uvjetuje padaline** i sve posljedice, upija dugovalnu radijaciju, utječe na temp. zraka (latentna toplina), fiziološke procese živih bića)
- u atmosferi se nalazi u sva tri agregatna stanja
 - o **kopnjenje/taljenje** – pretvaranje krutog u tekuće agregatno stanje
 - o **isparivanje** – pretvaranje tekućeg u plinovito agregatno stanje
 - o **kondenzacija** – pretvaranje plinovitog u tekuće agregatno stanje, oslobađa se toplina
 - o **sublimacija** – pretvaranje krutog u plinovito agregatno stanje, oslobađa se toplina
 - o **zaleđivanje** – pretvaranje tekućeg u kruto agregatno stanje, oslobađa se toplina
- vlažnost zraka se iskazuje pokazateljima o **apsolutnoj i relativnoj vlazi**
- **apsolutna vlaga** je količina vodene pare u metru kubičnom zraka, izražena u gramima
 - o topliji zrak može primiti veću količinu vodene pare
- **relativna vlaga** je odnos vlage u zraku i količine vlage koju bi zrak pri određenoj temp. mogao primiti, izražava se u postocima
 - o ako se temperatura **poveća** a količina vodene pare **ostane ista**, relativna vlaga se **smanjuje**
 - o kod nas je relativna vlaga od **70-75%** i znak je suhog vremena
 - o na **30°C 1 m³** zraka može sadržavati najviše **30,3** grama vodene pare (**100% relativne vlage**), to nazivamo **zasićenim zrakom**
 - o kad relativna vlažnost dosegne 100% dolazi do **kondenzacije viška vodene pare**
 - o relativna vlaga se mjeri **psihrometrom i higrometrom**



- o razlozi snižavanja temp. zraka i kondenzacije – hlađenje Zemljine površine i zraka, dodiri toplijeg zraka s hladnom podlogom, miješanje zraka s različitim temp. i hlađenje zraka zbog izdizanja i širenja odnosno gubitka topline dugovalnim iziravanjem
- **zasićenost** je maksimalna količina vodene pare koju zrak može primiti pri određenoj temperaturi
- **rosište** je temperatura pri kojoj zrak postaje zasićen vodenom parom
- **magla, oblaci i padaline** produkti su sublimacije i kondenzacije
 - o magla – vrlo sitne kapljice vode ili kristalića leda, koji su tako lagani da lebde u zraku, a horiz. vidljivost je manja od 1000m
 - nastaje kad relativna vlaga postaje vrlo velika ili kad se temperatura približi rosištu
 - opasnost za promet – vrlo opasna kad je horizontalna vidljivost **manja od 40 m**
 - **gusta magla** je magla u kojoj je horizontalna vidljivost **manja od 200 m**
 - **sumaglica** je pojava kad je vidljivost između 1000 i 10000 metara zbog lebdećih čestica
 - **rosulja** ili **izmaglica** je pojava u kojoj povećane kapi magle padaju na tlo, doima se kao da lebde
 - magla je češća u hladnim područjima i područjima punim smoga (grad)
 - o **oblaci** – vidljive nakupine kapljica vode ili čestica leda
 - nastaju kondenzacijom ili sublimacijom vodene pare u atmosferi
 - dijele se prema oblicima i visinama
 - **naoblaka** je količina oblaka koji zastiru nebo, a izražava se u desetinama ili u postocima
 - potpuno vedro nebo se označava **nulom**, a cijelo nebo prekriveno oblacima brojem **10**
 - mjesta velike naoblake:
 - ekvatorska područja
 - u višim geografskim širinama
 - iznad predjela dodira kopna i mora
 - uz tople obale s hladnim morskim strujama
 - na sutoku toplih i hladnih morskih struja
 - u planinskim predjelima
 - mjesta bez velike naoblake – pustinjska područja i područja suptropskog viskog tlaka
 - **izonefe** – linije koje povezuju mjesta iste naoblake

padaline

- **padaline** su oblici kondenzirane ili sublimirane vodene pare u zraku koji padaju na Zemljinu površinu
- na Zemlju godišnje padne prosječno **1000 mm padalina (1400 na more, 670 na kopno)**
- u pustinjama nema padalina, a na mjestima ima i do **14000 mm** godišnje
- razlikujemo izlučine sa Zemljine površine (**rosa, mraz, inje, poledica**) od padalina iz oblaka (**rosulja, kiša, snijeg, tuča ili grad**)
- **rosa** – nastaje kondenzacijom vodene pare na Zemljinoj površini
 - o za vedrih i tihih noći, kad se Zemljina površina rashladi ispod rosišta
 - o vodena para pri dodiru s hladnim tlom kondenzira u vodene kapljice
 - o temperatura rosišta mora biti viša od 0°C
- **mraz** – nastaje kao i rosa, ali kada je rosište ispod 0°C, pa para sublimira u ledene kristaliće
- **inje** – nastaje pri jakoj studeni uz maglovito i slabo vjetrovito vrijeme, kapljice ohlađene ispod 0°C lebde, zaustavljaju se na predmetima i kristaliziraju u ledene kristale



- **poledica** – pojavljuje se u hladnim danima kad na Zemlju temperature manje od 0°C padaju pothlađene kišne kapi koje se tad zalede
- **rosulja** – sitne kapi koje se doimaju kao da lebde
- **kiša** – kondenzirane kapi vodene pare padaju na zemlju
 - o **konvekcijske kiše** - naglim uzdizanjem zraka koji se brzo hladi pa se para kondenzira (nagli kratki pljuskovi i ponekad tuča)
 - o **reljefne kiše** – kad se mase vlažnog zraka zbog općeg strujanja dižu uz planinske padine, zbog čega se hlade i kondenziraju
 - o **ciklonalne kiše** – nastaju pri klizanju toplijeg i vlažnijeg zraka uzduž frontalne plohe (dugotrajne, veći prostori)
- **snijeg** – nastaje sublimacijom pare čija je temperatura niža od ledišta (0°C), pravilni ledeni kristali koji se spajaju u pahuljice
- **tuča** – najkrupnija padalina, nastaje izdizanjem i zamrzavanjem pothlađenih vodenih kapljica zahvaćenim uzlaznim strujama, nepravilne kuglice promjera od 5 do 50 mm
- za mjerenje količine padalina koriste se **kišomjer**, ombrometar i ombrograf (mjeri se debljina vodenog sloja u mm, rjeđe u cm)
- uz ukupnu količinu bitan je i god. **raspored/hod/intenzitet padalina, geografska raspodjela padalina i broj dana s padalinama**
- **izohijete** – linije koje spajaju mjesta s istom količinom padalina