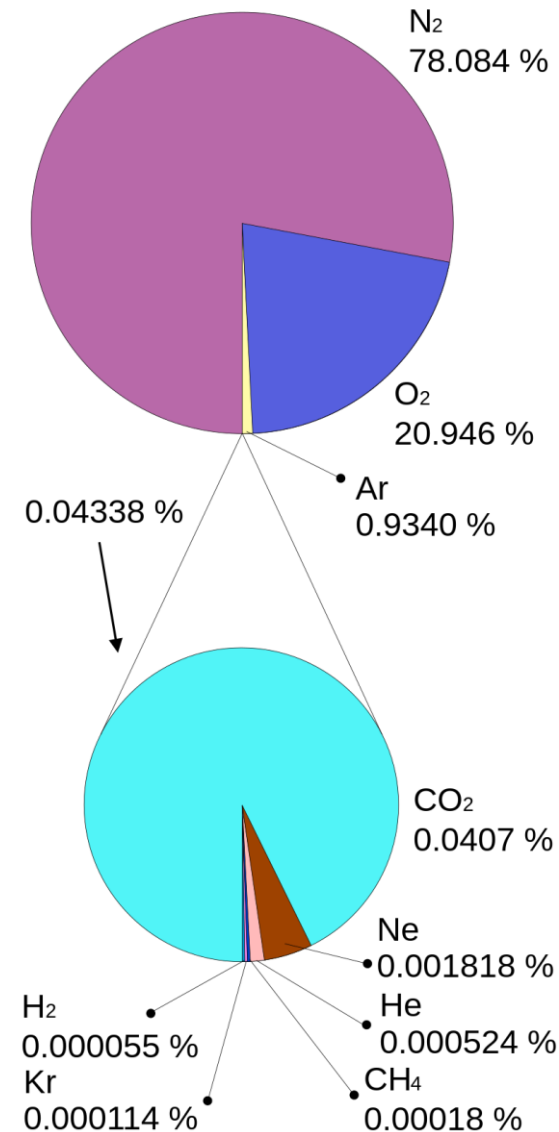


# Klima i vrijeme

# Zemljina atmosfera

- Plinoviti omotač oko Zemlje
- Dušik, kisik, argon, ugljikov dioksid
- Vodena para u promjenjivim udjelima
- Aerosoli (sol, prašina, pelud, dim, čađa, spore, itd.)
- Gustoća atmosfere opada s visinom  
( $F_G \sim \frac{1}{r^2}$ )
- Više od pola mase atmosfere je ispod 6 km



Sastav suhog zraka

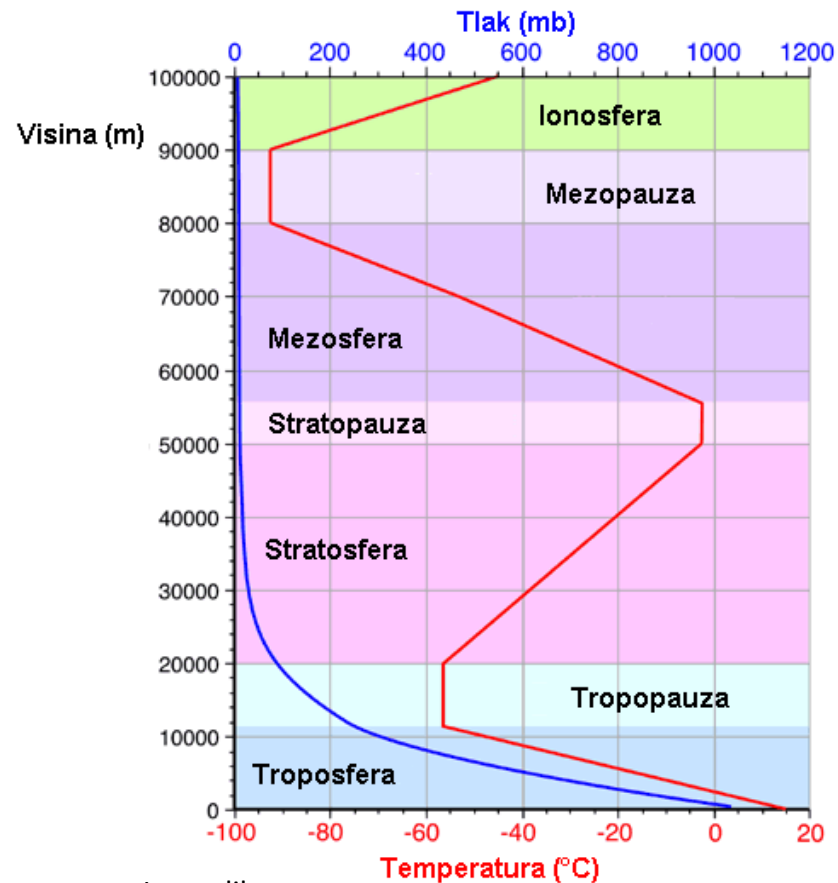
Izvor slike:

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Atmosphere\\_gas\\_proportions.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Atmosphere_gas_proportions.svg)

# Vertikalni profil Zemljine atmosfere

- Troposfera (od oko 6 km na polovima do oko 16 km na ekvatoru)
- Stratosfera (do oko 50 km)
- Mezosfera (do oko 80 km)
- Termosfera (do oko 500 km)
- Egzosfera – često se u literaturi ne smatra slojem atmosfere (nema jasne gornje granice jer postepeno prelazi u svemir)
- Ionosfera – dio termosfere; bitna za prijenos radiovalova na Zemlji

# Vertikalni profil Zemljine atmosfere



Izvor slike:

[https://hr.wikipedia.org/wiki/Datoteka:Slojevi\\_atmosfere.png](https://hr.wikipedia.org/wiki/Datoteka:Slojevi_atmosfere.png)



Izvor slike: NASA (<https://phys.org/news/2014-05-nasa-image-earth-atmospheric-layers.html>)

# Procesi u atmosferi

- Atmosfera je dinamički sustav u kojemu vrijede zakoni fizike
- Mikroskopski i makroskopski procesi
- Od najmanje prema najvećoj skali

Evaporacija  
Kondenzacija  
Stvaranje oblaka

Lokalizirana  
strujanja zraka

Ciklone  
Anticiklone  
Uragani  
Tornada

Opća cirkulacija  
atmosfere

# Vrijeme

- Vrijeme je trenutno stanje atmosfere na nekom području
- Događa se u troposferi
- Meteorologija – znanost koja proučava atmosferu i procese u atmosferi koji uzrokuju vrijeme
- Meteorološki elementi: **temperatura zraka, naoblaka, oborine, tlak zraka, vlažnost zraka, smjer i brzina vjetra, insolacija**
- Meteorološki elementi su promjenjive veličine
- Meteorološki elementi i njihova promjenjivost ovise o meteorološkim faktorima

# Meteorološki elementi i meteorološki faktori

Meteorološki elementi	Klimatski faktori
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sunčevo zračenje (insolacija),</li> <li>• temperatura zraka,</li> <li>• tlak zraka,</li> <li>• smjer i brzina vjetra,</li> <li>• vlažnost,</li> <li>• oborine,</li> <li>• isparavanje,</li> <li>• naoblaka</li> <li>• snježni pokrivač</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sunčevo, Zemljino i atmosfersko zračenje,</li> <li>• oceanske i zračne struje,</li> <li>• zemljopisna širina,</li> <li>• razdioba kopna i mora,</li> <li>• reljef,</li> <li>• nadmorska visina,</li> <li>• udaljenost od mora ili većih vodenih površina,</li> <li>• razdioba kopnenog i morskog leda,</li> <li>• sastav tla,</li> <li>• biljni pokrov,</li> <li>• djelovanje čovjeka.</li> </ul>

# Klima

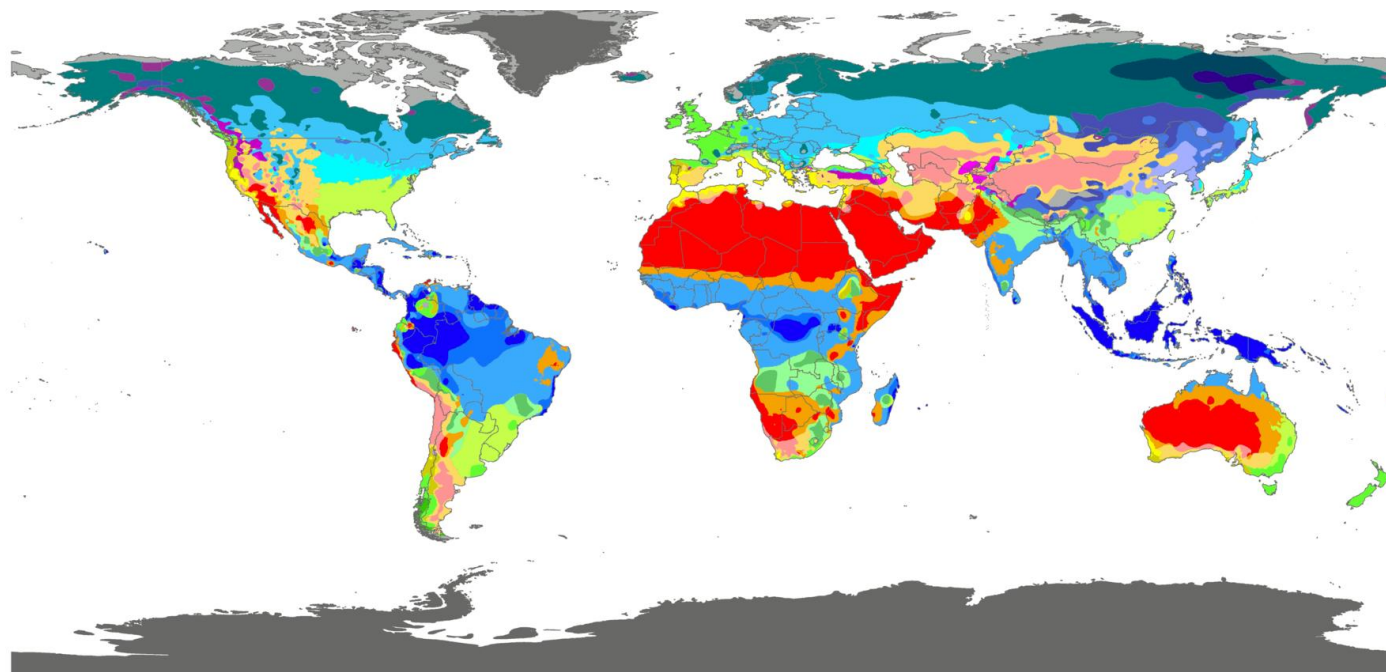
- Prosječno stanje meteoroloških elemenata na određenom području u razdoblju od barem 30 godina.
- Osim prosjeka, bitni su i ekstremi (npr. ekstremno sušno ili ekstremno kišno razdoblje)
- Klimatologija – znanost koja proučava klimu
- Klima varira prostorno i u vremenu



# Globalna klima

- Klima na globalnoj razini prati obrasce (koji na lokalnoj i regionalnoj razini mogu biti značajno izmijenjeni pod utjecajem klimatskih faktora)
- Temperatura i oborine:
  - prosječna svjetska temperatura je stalna
  - Termički ekvator i smanjenje temp. prema polovima
  - Srednje temp. najviše u srpnju, a najniže u siječnju
  - Više temp. na sjevernoj nego na južnoj polutci (raspodjela kopna i mora)
  - Ovisnost oborina o stupnju isparavanja
  - Više oborina iznad oceana nego iznad kopna

# Klasifikacija klima



Af	BWh	Csa	Cwa	Cfa	Dsa	Dwa	Dfa	ET
Am	BWk	Csb	Cwb	Cfb	Dsb	Dwb	Dfb	EF
Aw	BSh		Cwc	Cfc	Dsc	Dwc	Dfc	
	BSk				Dsd	Dwd	Dfd	

Contact : Murray C. Peel (mpeel@unimelb.edu.au) for further information

**DATA SOURCE** : GHCN v2.0 station data  
Temperature (N = 4,844) and  
Precipitation (N = 12,396)

**PERIOD OF RECORD** : All available

**MIN LENGTH** : ≥30 for each month.

**RESOLUTION** : 0.1 degree lat/long

Köppenova klasifikacija klime

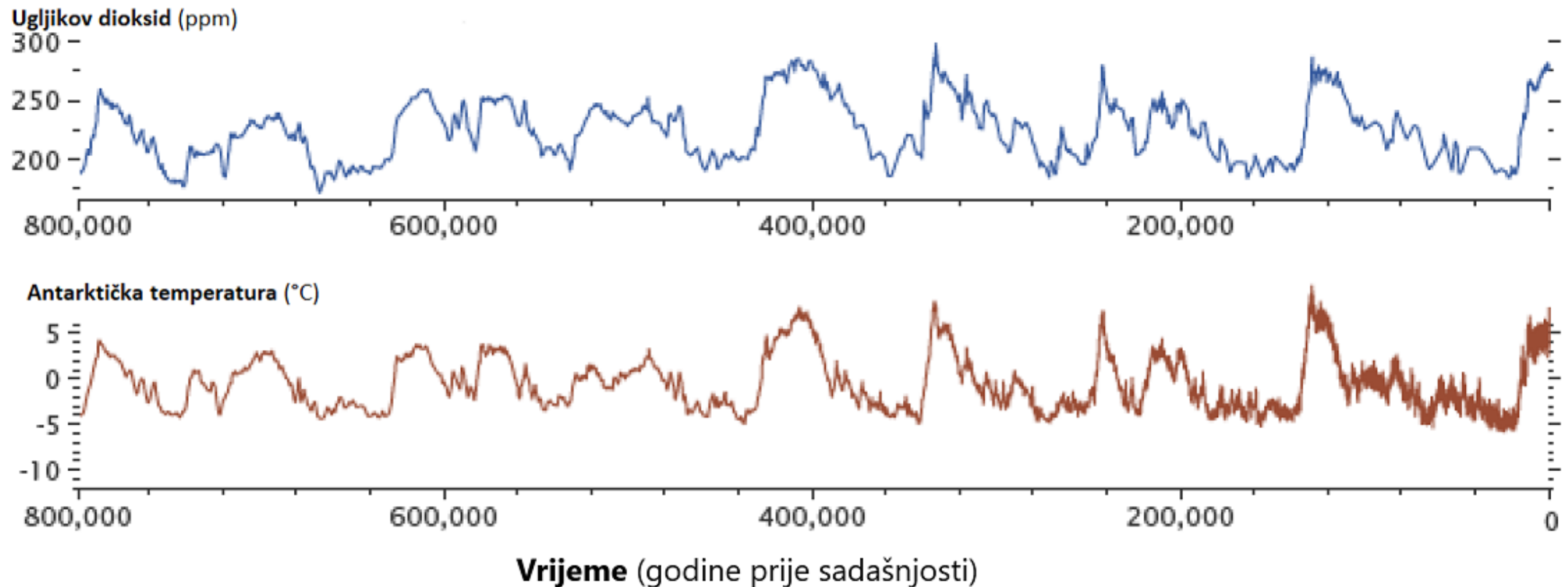
Izvor slike:

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:World\\_K%C3%B6ppen\\_Map.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:World_K%C3%B6ppen_Map.png)

# Rekonstrukcije klima iz prošlosti

- Direktna mjerenja uglavnom do ~100 godina unazad
- Za ranije klime koriste se posredne paleoklimatološke metode
- Uzorci iz sedimenta i dubokog leda: pelud, sjeme biljaka, organski ostatci, mjehurići zraka
- Godovi stabala, fosilni ostatci
- Omjer izotopa 16O i 18O
- Stari zapisi (ne nužno o klimi i vremenu, npr. o vinogradima, žetvama, itd.)

# Odnos ugljikovog dioksida i temperature



Izvor slike: NASA Earth Observatory, Changes in the Carbon Cycle  
<https://earthobservatory.nasa.gov/features/CarbonCycle/page4.php>

# Klimatski modeli

- Skupovi matematičkih jednažbi koji opisuju cirkulaciju i prirodne procese unutar atmosfere, oceana, tla i leda poštujući zakone fizike
- Model se najprije testira na prošlom vremenskom razdoblju
- Uz određena predviđanja i scenarije (poput koncentracije CO<sub>2</sub>) ostvaruju se procjene buduće klime
- Globalni klimatski model
- Regionalni klimatski model

# Bitni pojmovi iz klimatologije

- Normala – prosječna vrijednost meteorološkog (klimatskog) elementa tijekom 30-godišnjeg perioda (za određeni dio godine)
- Anomalije – odstupanja od dugoročnih klimatskih prosjeka
- (Apsolutni) ekstremi – minimalne i maksimalne vrijednosti meteoroloških parametara (događaji koji se rijetko pojavljuju)
- Klimatski sustav – dinamički sustav sačinjen od 5 komponenata (atmosfera, hidrosfera, kriosfera, tlo, biosfera)
- Prognoza vremena – predviđanje vremena kraće vremensko razdoblje (nekoliko dana unaprijed); bitni ekstremi met. elemenata
- Projekcija klime – dugoročna predviđanja klime u budućnosti dobivena simulacijom klimatskog modela; bitni srednjaci met. elemenata

# Hvala na pažnji!

