Geografija 1 – skripta (gimnazija)

Udžbenik: **Geografija 1** – *Gall,H.; Kralj, P.; Slunjski, R. –* Školska knjiga 2014.

Sadržaj

[1. ZEMLJA U SUNČEVU SUSTAVU I SVEMIRU 3](#_Toc536814107)

[1.1 Značenje i razvoj geografije 3](#_Toc536814108)

[1.2 Svemir 4](#_Toc536814109)

[1.3 Sunčev sustav 4](#_Toc536814110)

[1.4 Položaj Zemlje u Sunčevu sustavu i svemiru 5](#_Toc536814111)

[1.5 Zemljina gibanja 5](#_Toc536814112)

[1.6 Određivanje i računanje vremena 7](#_Toc536814113)

[2. ORIJENTACIJA I ODREĐIVANJE POLOŽAJA NA ZEMLJI 8](#_Toc536814114)

[2.1 Oblik i veličina Zemlje 8](#_Toc536814115)

[2.2 Određivanje položaja na Zemlji – orijentacija 8](#_Toc536814116)

[3. PRIKAZIVANJE ZEMLJINE POVRŠINE 11](#_Toc536814117)

[3.1 Prikazivanje Zemlje na globusu i geografskoj karti 11](#_Toc536814118)

[3.2 Kartografske projekcije 12](#_Toc536814119)

[3.3 Vrste karata 13](#_Toc536814120)

[3.4 Sadržaj geografske karte 15](#_Toc536814121)

[3.5 Nastanak, obilježja i uporaba osnovnih (izvornih) karata 16](#_Toc536814122)

[4. GEOLOŠKA OBILJEŽJA I RELJEF ZEMLJE 19](#_Toc536814123)

[4.1 Oblici i elementi reljefa 19](#_Toc536814124)

[4.2 Geološka prošlost Zemlje 21](#_Toc536814125)

[4.3 Globalna tektonika ploča i reljef Zemlje 23](#_Toc536814126)

[4.4 Minerali i stijene u Zemlji 24](#_Toc536814127)

[4.5 Endogeni pokreti i oblici 26](#_Toc536814128)

[4.6 Vulkani 27](#_Toc536814129)

[4.7 Potresi 28](#_Toc536814130)

[4.8 Egzogeni procesi i oblici 30](#_Toc536814131)

[4.9 Fluvijalni procesi i oblici 31](#_Toc536814132)

[4.10 Marinski i jezerski procesi i oblici 32](#_Toc536814133)

[4.11 Glacijalni reljef 33](#_Toc536814134)

[4.12 Eolski procesi i oblici 35](#_Toc536814135)

[4.13 Krški reljefni oblici 36](#_Toc536814136)

[4.14 Biogeni i antropogeni procesi i oblici 37](#_Toc536814137)

[5. KLIMA I BILJNI POKROV NA ZEMLJI 39](#_Toc536814138)

[5.1 Vrijeme i klima 39](#_Toc536814139)

[5.2 Temperatura zraka 40](#_Toc536814140)

[5.3 Tlak zraka 40](#_Toc536814141)

[5.4 Cirkulacija zraka 41](#_Toc536814142)

[5.5 Vlaga u zraku i padaline 44](#_Toc536814143)

[5.6 Klimatska regionalizacija i život na Zemlji – A i B klime 45](#_Toc536814144)

[5.7 Klimatska regionalizacija i život na Zemlji – C, D i E klime 47](#_Toc536814145)

[5.8 Sinoptičke karte i vremenska prognoza 48](#_Toc536814146)

[6. VODE NA ZEMLJI 49](#_Toc536814147)

[6.1 Svjetsko more 49](#_Toc536814148)

[6.2 Svojstva i dinamika morske vode 50](#_Toc536814149)

[6.3 Postanak morskih bazena 52](#_Toc536814150)

[6.4 Tekućice 53](#_Toc536814151)

[6.5 Vode na kopnu i podzemne vode 54](#_Toc536814152)

[6.6 Led u moru i na kopnu 55](#_Toc536814153)

[6.7 Ekologija mora 56](#_Toc536814154)

[7. TLA 57](#_Toc536814155)

[7.1 Tla 57](#_Toc536814156)

1. ZEMLJA U SUNČEVU SUSTAVU I SVEMIRU

## Značenje i razvoj geografije

* Pojam **geografija** dolazi od grčkih riječi ***Ge*** ili ***Geia*** , što znači Zemlja, i ***graphein*** što znači pisati, odnosno opisivati
* Najstarija karta - 3800 pr.Kr. - Sumerani
* **Eratosten** - 300. pr.Kr. - prvi koristi pojam geografija - djelo *Geografija*
* u 19. st. geografija postaje moderna znanost - napušta se deskriptivni stil i primjenjuje se znanstveni
* Geografija je **mosna** (dualna) znanost jer povezuje prirodne i društvene znanosti

### Definicija i podjela geografije

* **Geografija** je znanost o predmetima, pojavama i procesima u geosferi, njihovoj međuovisnosti te o funkcionalnom uređenju prostora i odnosu čovjeka i okoliša *(11. str)*
* **Podjela geografije**

1. **Opća** geografija
2. **Fizička** (prirodna) - geomorfologija, hidrogeografija, pedogeografija, klimatologija, biogeografija
3. **Društvena** (socijalna) - turistička, prometna, demogeografija, politička, agrarna, urbana, ruralna, industrijska, historijska
4. **Regionalna**

* Osim gore navedenih, ističu se **kartografija** i **geoekologija**
* Kartografija je najstarija grana geografije

### Etape u razvoju geografije

* Osnovne etape razvoja geografije

1. Antička geografija
2. razdoblje srednjovjekovne europske geografije i geografije islamskoga kulturnoga kruga
3. razdoblje velikih geografskih otkrića
4. Suvremena geografija

* **Eratosten** u 3. st. pr. Krista prvi je upotrijebio pojam geografija. Svoje djelo naslovio je *Geographia*, a sebe nazvao geografom
* Rimsko carstvo - nastaju ***itinerari*** - karte poznatih puteva - najpoznatija karta iz tog razdoblja - ***Tabula******peutingeriana*** *(4. st) - najstarija karta s prikazom hrvatskih krajeva*
* **Klaudije Ptolemej** - *Geografija i Veliki zbornik astronomije (Almagest) - 1. i 2. st.* - razradio geocentrični sustav (Ptolemejev sustav)
* 12. st. - **portulanske** karte
* 16. i 17. st. - njemačka škola - kozmograf Sebastian **Munster**, poznati kartograf Gerard **Mercator** i geograf Bernhard **Varenius**
* 19. st. - transformacija geografije u modernu znanost - Znanstvenici tog vremena ne koriste se više opisno-statističkim stilom , već, primjenjujući znanstvene metode, počinju objašnjavati odnose u geoprostoru
  + Najpoznatiji predstavnici tog vremena su njemački geografi Alexander von **Humboldt** i Carl **Ritter** (kao predstavnici prirodoznanstvene orijentacije) te Friedrich **Ratzel** (najvažniji predstavnik humanističke škole)
* Hrvatski geografi
  + Frederik Bartolačić **Grisogono** ( 1472. -1538. ) .
  + Među kartografima treba izdvojiti Stjepana **Glavač** prvoga domaćeg autora karte Hrvatske, tiskane 1673. godine
  + Josip Roglić - najznačajniji hrv. geograf 20. stoljeća

## Svemir

* **Svemir** je sve što postoji uključujući cjelokupnu tvar, energiju i prostor
* Sama riječ svemir složenica je od riječi sve i mir (staroslavenska riječ *mir* znači svijet)
* lat. *universmu* - *"okretati se kao jedan"*

### Dimenzije svemira

* Dimenzije svemira mjerimo **svjetlosnim** **godinama** (gs), **astronomskim** **jedinicama** (aj) i **parsekom** (pc).
* **Svjetlosna** **godina** je udaljenost koju svjetlost prođe u vakuumu tijekom jedne tropske godine (946,05 mlrd. km)
* **Astronomska** **jedinica** je određena srednjom udaljenošću između Zemlje i Sunca (l aj = 149597870 km) i upotrebljava se za prikazivanje relacija unutar Sunčeva sustava.
  + Svjetlost pređe udaljenost od Sunca do Zemlje za **8:20 min** (ili decimalno izraženo 8,3 min)
* **Parsek** je udaljenost s koje kut paralakse zvijezde iznosi 1" (1 pc = 3,26 gs)
* **paralaksa** – polovica kuta pod kojim je vidljiva neko nebesko tijelo gledano sa krajnjih točaka zemljine revolucije (ili ako je riječ o mjesečevoj paralaksi, onda sa različitih geografskih širina)
* Najbliža zvijezda (osim Sunca) je *Proxima Centauri* - 4,3 gs (izmjereno paralaksom)
* **Zvijezde** su vruće, sjajne i goleme mase užarenog plina koje su uglavnom građene od **vodika** i **helija**

## Sunčev sustav

* **99%** mase sunčevog sustava čini samo Sunce
* **Planeti** - nova definicija planeta ističe da se planet **mora kretati oko Sunca**, da **ne smije biti satelit**, da treba **biti masivan**, da mu **vlastita gravitacija daje okrugao oblik** i da je **dovoljno velik da dominira svojom putanjom** *(uvjet koji jedino Pluton ne ispunjava – površina 2/3 veličine Mjeseca, ima mjesec Charon (1/2 veličine Plutona) s kojim se vrti oko zajedničke točke – dvojni sustav i u sinkronoj je orbiti oko Plutona – uvijek ista strana okrenuta prema Plutonu i vidljiv je samo sa jedne Plutonove hemisfere)*
  + **planeti** suhladna i tamna tijela koja se po eliptičnim putanjama gibaju oko Sunca
* U sunčevom sustavu je **8 planeta** koji su svrstani u **2 skupine**:

1. **Unutrašnji** ili **terestrički** planeti - Merkur, Venera, Zemlja i Mars
2. **Vanjski** ili **jovijanski** planeti - Jupiter, Saturn, Uran i Neptun

* **unutrašnji planeti** imaju kraću revoluciju i sporiju rotaciju (*Venera – rotacija traje 243 dana, a revolucija 224,7 dana; Merkur – rotacija 176 dana, revolucija 88 dana*) imaju mali broj satelita (Merkur i Venera nemaju satelita), metalne i stjenovite građe, imaju veću temperaturu na površini radi blizine Suncu
* **vanjski planeti** imaju veći promjer i masu, plinoviti su (plinoviti divovi – od vodika i helija), imaju više satelita, male su gustoće i imaju bržu rotaciju ali sporiju (dužu) revoluciju (Jupiter – 12 god; Neptun – 165 god)
* **Sateliti** su stalni i prirodni pratioci planeta koji se većinom međusobno razlikuju po veličini, masi i gustoći - u sunčevom sustavu ih ima oko 180
* **Asteroidi** (planetoidi) su mala i hladna nebeska tijela, nepravilnog oblika koja **kruže oko Sunca** (u pravilnim orbitama). Promjer ovih stjenovitih tijela kreće se **od stotinjak metara pa do više stotina kilometara**. Većina asteroida nalazi se između Marsa i Jupitera (asteroidni pojas) te iza Neptuna u **Kuiperovu** **pojasu** - u sunčevu sustavu ih ima oko milijun
* **Kometi** su **komadi leda, smrznutoga plina i dijelova stijena** koji su stvoreni od zaostalog materijala pri nastanku Sunčeva sustava (u prošlosti su ih nazivali zvijezdama repaticama)
  + većinom se nalaze u **Kupierovom pojasu i Oortovom oblaku**
  + iz putanje ih izbace veći planeti, pa imaju izdužene orbite – periodično prolaze kroz unutarnji Sunčev sustav (*Halleyjev komet*) – rep koji ostavljaju nastaje isparavanjem i naziva se *koma*
* **Meteoridi** su manja tijela koja su **ostatci razbijenih asteroida i prašine kometa** i **kreću se kroz svemir** - velikom brzinom ulaze u Zemljinu atmosferu te izgaraju ostavljajući svijetli trag nazivaju se **meteorima**
  + oni meteori koji uspiju dospjeli do Zemljine površine zovu se **meteoriti**
  + **meteoridi** (lete svemirom), **meteori** (ulaze u atmosferu i izgaraju) **i meteoriti** (dospijevaju do površine)

## Položaj Zemlje u Sunčevu sustavu i svemiru

* Starost Zemlje - **4,567** milijardi godina
* Planeti nastaju zgušnjavanjem svemirske prašine (vodik, helij, kisik, silicij, željezo) - nastaju ***planetezimale***
* **Teži elementi** (željezo i nikal) tonu prema dolje i tvore jezgru Zemlje, dok **lakši elementi** (silicij i aluminij) plutaju na plaštu i tvore koru planeta
* Planet je bombardiran raznim tijelima iz svemira i kroz pukotine izbija magma - vulkani izbacuju vodenu paru - nastaje atmosfera - kondenzacija u atmosferi stvara velike (milenijske) kiše te tako nastaju oceani + kometi koji su padali na Zemlju donose vodu na planet
* Prije 3,5 mlrd godina nastaje prvi život na Zemlji
* **Sunčev vjetar** – čestice s električnim nabojem

### Mjesec

* Nastaje prije 4,4 mlrd god - oko 130 mil god poslije Zemlje
* Udaljen prosječno 384 400 km od Zemlje (oko 1 svjetlosna sekunda)
* Oko **80 puta manja masa** od Zemljine
* **Siderički mjesec** - vrijeme koje je potrebno Mjesecu da napravi krug oko Zemlje - **27,32 dana**
* **Sinodički** **mjesec** - vrijeme koje je potrebno da se promjene 4 mjesečeve mijene (traje dulje radi međusobnog odnosa u gibanju Sunca, Zemlje i Mjeseca) - **29,53 dana**
* Trajanje sinodičkog mjeseca jednako je trajanju rotacije Mjeseca oko svoje osi, pa je zato Mjesec uvijek okrenut istom stranom prema Zemlji
* **Mjesečeve** **mijene**: kada se Mjesec nalazi između Sunca i Zemlje, tada je u fazi **mlađaka** i za promatrače sa Zemlje je tada potpuno taman. Nakon te faze, Mjesec se počinje uočavati i nakon tjedan dana dolazi u **prvu** **četvrt**. Tada je na nebu vidljiv u obliku polukruga. Nastavljajući gibanje oko Zemlje, Mjesec se nađe u položaju nasuprot Suncu i tada zasja punim sjajem. Tu fazu zovemo **uštap** . Nakon uštapa smanjuje se vidljiva površina Mjeseca i nastupa faza **druge** **četvrti.**
* Kada se Mjesec mijenja od mladog Mjeseca prema uštapu, kaže se da "**raste"**, a kada se nastavlja mijenjati od uštapa prema mladom Mjesecu, tada "**slabi** ".
* Istraživanje Mjeseca
  + Oko 50 letjelica sletjelo je na Mjesec
  + 6 letjelica sa ljudskom posadom - 12 ljudi hodalo je po površini
  + Prvo slijetanje 21. 7. 1969. - Apollo 11

## Zemljina gibanja

### Rotacija Zemlje

* Rotacija Zemlje - okretanje Zemlje oko zamišljene osi u smjeru **od zapada prema istoku** - traje 24 sata - **sunčev** **dan**
* **Pravi sunčev dan (sinodički dan)** je razdoblje između dva zenita Sunca - duljina mu varira od +30/- 21 sekundu
* **Zvjezdani** **dan** (**siderički** **dan**) - vrijeme koje je potrebno da jedna zvijezda prividno obiđe krug oko zemlje i vrati se na istu točku - kraći je 4 min od sunčevog dana (23 h 56 min 4,1 s)
* Granica između osvijetljenog i neosvijetljenog dijela naziva se **sumračnica**
* Brzina rotacije je najveća na ekvatoru - **1674 km/h** (kod nas oko 1180 km/h) – na polovima ne rotira
* **Dokazi rotacije Zemlje:**
  + **Spljoštenost na polovima i ispupčenost na ekvatoru** - posljedica centrifugalne sile (najjača na Ekvatoru)
  + **Istočno skretanje tijela pri padu** - oko **0,5 m** svakih **1000 m pada**, tijelo radi inercije pada u smjeru istoka (jer se Zemlja rotira od zapada prema istoku)
  + **Otklon (devijacija) kao posljedica** **Coriolisove** **sile** - pasati - prilikom gibanja od polova prema ekvatoru, nastaje otklon - Opće je pravilo da tijelo na sjevernoj Zemljinoj polutki koje se giba prema području veće brzine rotacije skreće udesno, a na južnoj Zemljinoj polutki ulijevo – pri gibanju od ekvatora prema polovima nastaje otklon prema istoku

### Revolucija Zemlje

* Gibanje Zemlje oko Sunca po svojoj orbiti naziva se **revolucija**
* Putanja (orbita) po kojoj se Zemlja giba oko Sunca ima **oblik elipse** i naziva se **ekliptika**, a ravnina po kojoj putuje naziva se **ravnina** **ekliptike** – *Kepler je prvi shvatio da su ekliptike planeta elipse, prije se mislilo da su savršene kružnice*
* Zemljina os s ravninom ekliptike zatvara kut od 66° 33', a ravnina ekliptike siječe ravninu nebeskog ekvatora pod kutom od 23° 27'
* **Posljedice revolucije Zemlje**: izmjena godišnjih doba i promjena duljine trajanja dana i noći
* Duljina ekliptike je oko **940 mil km**, a vrijeme potrebno Zemlji za obići je - **365 d 5 h 48 min 46 s** (365,2422 dana) - Zemlja se giba brzinom od **29,77 km/s** - to razdoblje se naziva **tropska** **godina**
* Svakoj 4. godini se dodaje 1 dan (29.2.) radi usklađivanja tropske sa kalendarskom godinom - **prijestupna** **godina**
  + prijestupne su sve godine koje su djeljive sa 100, osim onih koje su djeljive sa 400 (npr. 1000., 1100., 1300., 1400.)

### Godišnja doba

* 21.3. - **proljetni ekvinocij (ravnodnevnica)** - sunčeve zrake padaju **okomito na ekvator**, a **sumračnica prolazi kroz polove** – dan traje 12 sati i postaje duži
* 21.6. - **ljetni** **solsticij** (**suncostaj**) - sunčeve zrake padaju **okomito na sj. obratnicu**, a sumračnica **spaja polarnice**, tako da je na sj. hemisferi cijelo vrijeme dan u području između pola i sj. polarnice, a noć na prostoru između južne polarnice i južnog pola – dan najduži ali postaje kraći
* 23.9. - **jesenski** **ekvinocij** (**ravnodnevnica**) – sunčeve zrake padaju **okomito na ekvator**, dan traje 12 sati i postaje kraći
* 21.12. - **zimski** **solsticij** (**suncostaj**) - sunčeve zrake padaju **okomito na južnu obratnicu** – dan najkraći ali postaje duži - sunce se počinje gibati prema ekvatoru
* Ljeto na sj. hemisferi traje **8 dana duže, a zima kraće**
* Srednja udaljenost Zemlje od Sunca iznosi **150,2 mil km** = **1 au** (astronomska jedinica – asronomical unit)
* **Perihel** – točka u kojoj je Zemlja **najbliža Suncu** - **3.1**. - 147,2 mil km
* **Afel** – točka u kojoj je Zemlja **najudaljenija od Sunca** - **4.7.** - 152,2 mil km

### Toplinski pojasevi Zemlje

* Zbog različitog kuta upada Sunčevih zraka, razlikujemo 5 toplinskih pojaseva:

1. **Žarki (tropski) pojas** - između obratnica, nema godišnjih doba, dan i noć traju podjednako - kol. padalina opada od ekvatora prema obratnicama
2. **Umjereni (sjeverni i južni) pojasevi** - između polarnica i obratnica, pravilna izmjena godišnjih doba (4), razlike u zagrijanosti ovisno o godišnjem dobu (ljetni solsticij – 90° na sj. hemisferi; zimski solsticij – 90° na j. hemisferi), duljina dana i noći varira (smanjuje se od ljeta prema zimi)
3. **Hladni (sjeverni i južni) pojasevi** - između polarnica i polova, slaba zagrijanost, dva godišnja doba, polarni dan i noć (na polovima polarni dan traje 186 dana, a polarna noć 179 dana)

### Ostala gibanja Zemlje

* **Precesija** – Zemlja se na svojoj putanji oko Sunca ponaša poput zvrka, pa na nebeskoj ravnini opisuje obrnuti plašt stošca
* Posljedica precesije je promjena položaja nebeskog pola (položaja zvijezde sjevernjače)
* **Nutacija** – izbočine (nabori) na precesiji koje nastaju radi utjecaja gravitacije Mjeseca
* **Platonova** **godina** – vrijeme koje je potrebno Zemlji da opiše stožac - 25 920 godina

## Određivanje i računanje vremena

* 1892. godine u Washingtonu je dogovoreno **pojasno (zonsko) vrijeme**
* Zemlja je podijeljena na **24 zone** sa po **15° geo. dužine**
* Vrijeme pojedine zone se određuje **prema mjesnom vremenu središnjeg meridijana zone** (Hrvatska GMT+1 po 15° i. g. d.)
* 1884. g. određen je početni meridijan (**Greenwich**) - istočno se dodaje, a zapadno se oduzima po 1 sat svakih 15° geo. dužine
* **UTC** *–* Coordinated Universal Time ili **GMT** – Greenwich Mean Time
* Kroz Europu prolaze 4 vremenske zone:

1. Griničko srednje vrijeme - GMT ili UTC
2. Srednjeeuropsko - CET ili UTC+1
3. Istočnoeuropsko - EET ili UTC+2
4. Moskovska vremenska zona - MSK ili UTC+3

* **Datumska** **granica** - prati 180° ist. geo. dužine - izbjegava naseljena područja
* Kretanjem prema zapadu, **oduzimamo** po 1 sat svakih 15° geo. dužine, dok kretanjem prema istoku, **dodajemo** po 1 sat svakih 15° geo. dužine
* **Mjesno (lokalno) vrijeme** – određuje se na temelju prividnog kretanja Sunca nad horizontom za određenu točku na Zemlji
* Kada se Sunce nalazi u **zenitu**, onda je 12 sati po mjesnom vremenu
* Sunce istodobno obasjava sva mjesta na jednom meridijanu, pa je u svim mjestima na istom meridijanu podne u istom trenutku
* **Zonalno vrijeme** je uvedeno prvi put 1883. g. u SAD-u radi potrebe organizacije željezničkog prometa
* danas postoje 24 vremenske zone

### Kalendar

* **kalendar** je skup pravila o određivanju vremenskih intervala: dana, tjedana, mjeseci i godina
* Budući tropska godina ne završava cijelim brojem dana (365,2422 dana) , pojavila se potreba usklađivanja tropske i kalendarske godine
* 46. g.pr.Kr. - aleksandrijski astronom **Sosigen** izrađuje kalendar po kojem kalendarska godina traje 365,25 dana (greška u odnosu na tropsku godinu u 2. decimali) - naziva ga **julijanskim** **kalendarom** u čast Julija Cezara
* svaka 4. godina je prijestupna
* Radi greške u 2. decimali, svakih 128 godina se izgubi 1 dan
* 1528. g. papa Grgur XIII. daje nalog za sastavljanje novog kalendara napuljskom astronomu **Ghiraldiju** - novi kalendar nazvan je **gregorijanski** i po njemu kalendarska godina traje 365,2425 dana (greška u odnosu na tropsku godinu u 4. decimali) – *danas je razlika 13 dana između julijanskog i gregorijanskog kalendara*
* svaka 4. godina je prijestupna a od stoljetnih godina prijestupna je svaka ona koja je djeljiva sa 400
* Radi greške u 4. decimali, svakih 3000 godina se izgubi 1 dan
* **prijestupna sekunda** – svake godine – pravi probleme u telekomunikacijama jer se ne usklađuje univerzalno

# ORIJENTACIJA I ODREĐIVANJE POLOŽAJA NA ZEMLJI

## Oblik i veličina Zemlje

### Oblik Zemlje

* 6. st. pr. Kr. - **Pitagora** smatra da Zemlja ima oblik kugle jer je kugla najsavršenije geometrijsko tijelo
* 4. st. pr. Kr. - **Aristotel** – dokazuje sfernost Zemlje na temelju Mjesečevih mijena i visina zvijezde sjevernjače se mijenja s promjenom geo. širine – dokaz zaobljenosti Zemlje u smjeru sjever - jug
* 3. st. pr. Kr. - Aleksandrijska škola - **Eratosten** – izmjerio opseg Zemlje - **39 400 km** - dokaz sfernosti Zemlje na temelju promjene kuta upada sunčevih zraka u Aleksandriji i Asuanu (razlika 7° 12' - 1/50 kruga)
* 150. pr. Kr. - **Krates** s otoka Malosa napravio **prvi** **globus**
* do renesanse spoznaje o obliku Zemlje padaju u zaborav
* 1492. **Kolumbo** plovi prema zapadu - koristio je podatke o opsegu Zemlje od Posejdonija sa Rodosa (1. st.pr.Kr) po kojem je ekvator za četvrtinu manjeg opsega
* 1519. - 1522. - **Magellanova** **ekspedicija** - dokaz o zakrivljenosti Zemlje u smjeru istok - zapad
* 1762. - Jean Richer - dokaz o spljoštenosti Zemlje na polovima i ispupčenosti na ekvatoru - na temelju razlike u brzini njihala sata u Francuskoj Gijani (5° s.g.š.) i Pariza (44° s.g.š.) - gravitacija je jača na mjestu gdje je Zemlja spljoštenija
* Isaac **Newton** i Christiann **Huygens** na temelju Richerova dokaza zaključuju da je Zemlja **rotacijski** **elipsoid** - tijelo koje nastaje rotacijom elipse oko svoje osi
* Razna mjerenja su potvrdila da je gravitacija na pojedinim mjestima na Zemlji različita te da je veća na pučini nego na kopnu
* Johann Benedict **Listing** - prvi upotrijebio pojam **geoid** (onaj koji je nalik na Zemlju) kako bi opisao oblik Zemlje
* **Geoid** - tijelo koje se ne može geometrijski definirati, a čija **površina odgovara srednjoj morskoj razini proširenoj na cijelu Zemljinu površinu** - svaki dio ravnine geoida okomit je na smjer djelovanja gravitacije

### Veličina Zemlje

* 1792. - francuska ekspedicija izračunala duljinu **meridijanskog luka** **- 40 000 km**
* 20. st. - izračunat opseg ekvatora - **40 076 km**
* **Stvarna (točne) dimenzije:** 
  + Meridijanski luk - 40 009 114 m
  + Ekvator - 40 076 592 m
  + Debljina Zemlje od jezgre prema polu - 6 356 752 m
  + Debljina Zemlje od jezgre prema ekvatoru - 6 378 137 m
* **Problem limuna i naranče** - Jean Dominique **Cassini** smatrao je (na temelju krivih izračuna) da je Zemlja ispupčena na polovima a spljoštena na ekvatoru, dok je Isaac **Newton** 1689. izračunao (točno) da je Zemlja ispupčena na ekvatoru a spljoštena na polovima

## Određivanje položaja na Zemlji – orijentacija

* **Stajalište** - mjesto na kojem se nalazimo
* **Obzor** ili **horizont** - prostor oko nas koji vidimo sa stajališta
* **Obzornica** - granica na kojoj se obzor spaja s nebom

### Orijentacija s pomoću nebeskih tijela

* Orijentacija - lat. *oriens* - istok (jer je u početku orijentacijska strana bila istok - radi Sunca)
* Orijentacija po Suncu – nije pouzdana jer Sunce **samo 2 puta godišnje izlazi na istoku** (za vrijeme jesenskog i proljetnog ekvinocija)
* Arapi - orijentacija prema istoku
* Europski pomorci - orijentacija prema sjeveru
* Orijentacija pomoću zvijezde Sjevernjače - **cirkumpolarne** **zvijezde** - one koje se vrte oko sjevernog pola (oko zvijezde Sjevernjače) - samo na sjevernoj hemisferi
* Orijentacija prema zviježđu **Južni** **križ** na južnoj hemisferi
* Orijentacija pomoću Mjeseca - koriste se mjesečeve tablice

### Kompas

* Kinezi koriste magnetnu iglu još u doba pr. Kr.
* 9. st. Normani plove pomoću magnetne igle
* 14. st. Talijani stavljaju magnetnu iglu iznad ruže vjetrova - današnji kompas
* **Romanska** (8 strana svijeta) i **germanska** (16 strana svijeta) **vjetrulja**
* Kompas pokazuje magnetski sjeverni pol, koji nije isti kao i geografski - razlika između magnetskog i geografskog sjevera naziva **magnetna** **deklinacija ili varijacija** - linije koje spajaju mjesta iste deklinacije - **izogone**
* Magnetna deklinacija obilježava se grčkim slovom ***delta***. Razlikuje se istočna (pozitivna) i zapadna (negativna) deklinacija
* **Azimut** – kut između sjevera i pravca kretanja (pomorci koriste izraz kurs) - istok = azimut 90°, zapad = azimut 270°
* **solarni kompas** – orijentacija pomoću sunca – sličan sunčanom satu – koristan u višim geo- širinama gdje obični kompas nije pouzdan

### Suvremena navigacijska sredstva

* **GNSS** - Global Navigation Satellite System
* **Navstar** **GPS** - 32 satelita na 20 200 km - sastoji se od 2 komponente - svemirska (32 satelita) i zemaljska (korisnička GPS uređaj i upravljačka - kontrolne stanice)
* Ostali sustavi satelitske navigacije - Galileo (EU), GLONASS (SSSR/Rusija), BeiDou (Kina) – *kin. beidou* – „kompas“)
* **Radar – *Ra****dio* ***d****etecting* ***a****nd* ***r****anging*
* **Radiogoniometar** - odašilju se radio valovi sa kopna i na temelju njih brodovi određuju svoj položaj
* **Žirokompas** - posebna vrsta kompasa na kojeg ne djeluje promjena magnetnog pola i ljuljanje zbog valova

### Orijentacija na geografskoj (stupanjskoj) mreži

* **Geografska** **koordinatna** **mreža** se sastoji od kružnica i kružnih lukova koji se sijeku pod kutom od 90° - polazište u izradi koordinatne mreže su polovi (jer ne sudjeluju u rotaciji Zemlje)
* **Ekvator** (polutnik) – kružnica koja presijeca Zemlju na 2 jednaka dijela i nalazi se na pola puta između polova
* **Paralele** (usporednice) – zamišljene kružnice koje su usporedne s ekvatorom - na polovima su točke - ima ih beskonačno, ali onih po 1° geo. širine ima po 89 sjeverno i 89 južno od ekvatora
* **Meridijani** (podnevnici) – lukovi koji spajaju sjeverni i južni pol (okomiti su na ekvator) i svi su jednake duljine - ima ih beskonačno mnogo, ali onih po 1° geo. dužine ima 360
* 1884. na konferenciji u Washingtonu za početni meridijan je odabran onaj koji prolazi zvjezdarnicom Greenwich

### Geografska širina i dužina

* **Geografska** **širina** je kut kojeg zatvara okomica neke točke na Zemljinoj sferi i ravnina ekvatora
* Sva mjesta sjeverno od ekvatora imaju sjevernu geografsku širinu, a mjesta južno od ekvatora, južnu geo. širinu
* Geo. širina se označava grčkim slovom ***fi***(ϕ)
* Instrumenti kojima se mjerila geo. širina - **sekstant** i **astrolab** - mjerio se položaj (visina) zvijezde sjevernjače nad horizontom - geo. širina se može mjeriti i preko Sunca (kad je sunce u zenitu)
* **Geografska dužina** je kut između ravnine početnog meridijana i ravnine meridijana neke točke na Zemljinoj sferi
* Sva mjesta istočno od početnog meridijana imaju istočnu geo. dužinu,a zapadno od početnog meridijana, zapadnu geo. dužinu
* Geo. dužina se označava grčkim slovom ***lambda*** (λ)
* Instrumenti kojima se mjerila geo. dužina - kronometar (obični sat) - pokazivao je griničko vrijeme i lokalno vrijeme

### Koordinatna mreža kroz povijest

* Prvi prikaz koordinatne mreže 3. st.pr.Kr. - **Dikearh** - karta ekumene - 1 meridijan (sjekao je otok Rhodos) i 1 paralela (od Heraklovih stupova (Gibraltar) do otoka Rhodos) koja se zvala **diaphragma** („ekvator“)
* **Eratosten** dodaje 7 meridijana i 7 paralela različitih udaljenosti na kartu ekumene
* **Hiparh** – prva podjela koordinatne mreže na 360° s meridijanima na jednakim razmacima
* **Klaudije** **Ptolemej** (2. st.) – prva **prava geografska mreža** - 180° geo. dužine, do 70° s.g.š. i 20° j.g.š.

### Ortodroma i loksodroma

* **Ortodroma** je najkraća udaljenost između dvije točke na zaobljenoj Zemljinoj površini - po njoj putuju zrakoplovi - siječe meridijane pod različitim kutovima što zahtjeva stalnu izmjenu kursa
* **Loksodroma** je zakrivljena linija koja na globusu siječe sve meridijane pod istim kutom - koristi se u pomorskoj navigaciji - nije potrebna česta izmjena kursa što olakšava plovidbu
* Na globusu **ortodroma** je zakrivljena crta, a na merkatorovoj projekciji ravna crta, sa **loksodromom** je obrnuto

### Ekvatorski koordinatni sustav

* Preslikageografske mreže na nebeski svod - nebeski ekvator i dnevne kružnice
* Kut između nebeskog ekvatora i pojedine dnevne kružnice naziva se **deklinacija** - ima ulogu geo. širine
* Nebeski sjeverni i južni ol - os koja prolazi kroz polove naziva se **svjetska** **os**
* Zemaljski meridijani se na nebu nazivaju **satne** **kružnice**
* Ulogu početnog meridijana ima proljetna točka, a mjerenje nebeske geo. dužine se naziva **rektascenzija** i mjeri se od proljetne točke **isključivo** **prema** **istoku**
* **Deklinacija** (nebeska geo. širina) i **rekstacenzija** (nebeska geo. dužina) se ucrtavaju u karte neba

### Horizontski koordinatni sustav

* Nebeski svod iznad nas ima oblik polukugle (tj. kruga) - granica je horizont - koordinatni sustav se sastoji od 6 točaka - 4 strane svijeta, zenit i nadir

# PRIKAZIVANJE ZEMLJINE POVRŠINE

## Prikazivanje Zemlje na globusu i geografskoj karti

* **Geodezija** - znanost koja se bavi različitim metodama mjerenja zemljišta (prostora) i konstrukcijom matematičke osnove karte
* **kartografija** - znanost koja se bavi zasnivanjem, izradom, promicanjem i proučavanjem geografskih karata
* Najstariji sačuvani kartografski prikaz - 4. tis. pr. Kr. (3800. pr.Kr) - karta dijela Mezopotamije s rijekom Eufrat
* Najstarija karta svijeta - 500. pr. Kr - Mezopotamija - babilonska ekumena prikazana kao okrugla ploča okružena oceanom
* Aleksandrijska škola - 3. st. pr. Kr.
* Rimsko carstvo - **itinerari** - opisi putova koji su kao priloge imali karte s označenim naseljima i udaljenostima između njih
* Najpoznatiji itinerar - ***Tabula*** ***Peutingeriana*** iz 4. st - duga 7 m a široka 30-ak cm - izdužen prikaz Rimskog carstva radi praktičnosti
* U srednjem vijeku zastoj
* 13. st. - **portulanske** **karte** - pomorske karte specifične za Sredozemlje
* 16. i 17. st - **Nizozemska** **kartografska** **škola** - G. **Mercator** (prvi upotrijebio pojam atlas) i A. **Ortelius** (prvi autor zbirke karata)
* 18. st. - **Francuska** **kartografska** **škola** - koriste se geodetskim izmjerama za izradu karata - J. D. **Cassini** i N. **Sanson**

### Globus

* **Globus** je vjeran umanjeni prikaz Zemlje - sačuvane su vrijednosti udaljenosti, kutova i površina
* prvi globus napravio je 150. pr. Kr. - **Krates** s otoka Malosa

### Geografska karta

* **Geografska karta** - umanjeni prikaz Zemlje ili dijela njene površine na ravnoj plohi
* karta nije vjerna slika stvarnosti, već uopćeni znakovni prikaz koji omogućuje stvaranje predodžbe o toj stvarnosti
* Karta je praktičnija za korištenje i pruža više informacija od globusa
* Elementi geo. karte - **matematički** i **geografski**, te **urednički** i **dopunski** (ubrajaju se u izvanokvirne elemente karte)
* **Matematički elementi karte**
* Geografska mreža (ucrtani meridijani i paralele)
* Okvir karte
* Kartografska projekcija
* Mjerilo
* **Geografski elementi karte** - obuhvaćaju prirodnu osnovu i društvene sadržaje
  + Reljef
  + Vode
  + Tlo i vegetacija
  + Naselja i objekti
  + Prometnice i ostale komunikacije
  + Granice
  + Geografska imena (toponimi)
* **Redakcijski elementi karte** - naslov karte, godina tiskanja, izvori, vrsta projekcije, tumač znakova, ime autora i nakladnika
* **Dopunski elementi karte** - grafički prikazi, tablice i tekst
* **Mjerilo** je omjer udaljenosti u prirodi i odgovarajućih udaljenosti na karti
* **Numeričko** (brojčano) i **linearno** (grafičko ili dužinsko) mjerilo
* vrste mjerila: **krupna** (1:100 000), **srednja** (1:100 000 do 1:1 000 000) i **sitna** (više od 1:1 000 000) mjerila

## Kartografske projekcije

* Prenošenje zamišljenog sustava geografske koordinatne mreže, a nakon toga i ostalih informacija sa zakrivljene Zemljine površine na ravnu plohu naziva se **projiciranje,** a sliku koja se na taj način dobiva **kartografska** **projekcija**
* postupak ucrtavanja meridijana i paralela na ravninu
* kartografske projekcije su osnova za izradu geografskih karata
* **Matematička** **kartografija** - pokušava naći idealno rješenje prilikom prenošenja koordinatne mreže sa globusa na ravninu

### Projekcije prema elementima vjernosti

* **Konformne** projekcije – sačuvana vjernost **kutova** (pomorci i zrakoplovci)
* **Ekvidistantne** – sačuvana vjernost **duljina** (opće geo. karte)
* **Ekvivalentne** – sačuvana vjernost **površina** (tematske karte)
* **Uvjetne** projekcije – **kombinacija** prethodnih triju (opće geo. karte)
* Nemoguće je zadovoljiti sve elemente vjernosti odjednom, pa se zato odabire projekcija s onim obilježjima koja su nam najbitnija

### Projekcije prema obliku geo. mreže

1. **Cilindrične (valjkaste) projekcije** - najpreciznije su oko ekvatora a odstupanja su najveća na polovima - polovi su jednako dugi kao i ekvator - paralele i meridijani su okomiti jedni na druge – valjak dodiruje Zemlju na ekvatoru - rabi se za prikaz karte svijeta
2. **Azimutne (horizontalne) projekcije** - projekcija Zemlje na ravnu plohu koja dodiruje Zemlju u jednoj točki (središte ili pol) - meridijani su radijalni pravci sa središtem u centru, a paralele su koncentrične kružnice - zadržana vjernost kutova (konformnost) - koriste se za prikaz manjih površina
3. **Konusne (stožaste) projekcije** - ploha projekcije je stožac koji Zemlju dodiruje uzduž jedne kružnice - paralele su lukovi koncentričnih kružnica - služe za prikaz umjerenih geo. širina

### Ostale vrste projekcija

* Pseudocilindrične (lažne valjkaste) projekcije
* Kružne projekcije
* Pseudokonusne (lažne stožaste) projekcije
* Polikonusne (višestožaste) projekcije

### Projekcije prema načinu prenošenja geo. mreže na projekcijsku plohu

* Dijele se na **obične** i **konvencionalne** projekcije
* **Obične projekcije** - geografska mreža je konstruirana grafički u obliku geometrijskih linija (pravaca, lukova ili kružnica) - vjernost površina je loše očuvana - koriste se u prikazu velikih površina
* **Konvencionalne projekcije** - kod kojih su točke geografske mreže određene matematičkim postupcima, na osnovi izračunavanja numeričkih vrijednost i meridijana i paralela - zadržava se vjernost površina

### Projekcije prema smještaju pola i projekcijske plohe

* projekcije **prema smještaju pola** projekcije:
  1. **uspravne** (polarne),
  2. **poprečne** (ekvatorske) i
  3. **kose** (pol kartografske mreže nalazi se između ekvatora i pola)
* projekcije prema **smještaju projekcijske plohe**:
  1. **Tangencijalne** (dodirne) projekcije - projekcijska ploha **dodiruje** Zemlju u točki ili kružnici
  2. **Sekantne** (prodorne) projekcije - projekcijska ploha **presijeca** Zemlju
  3. **Perspektivne** projekcije - točku promatranja imaju **odmaknutu od pola** **projekcije**, odnosno Zemljine površine

### Najučestalije projekcije kojima se koriste geografi

* **Mercatorova projekcija** (uspravna konfomna cilindrična) - meridijani su ravne, paralelne i jednako udaljene crte, okomite na paralele. Razmak među paralelama se povećava prema polovima. Zadržana je vjernost kutova,ali su zato velike deformacije oblika i površina, pogotovo prema polovima
* **Gauss-Krügerova projekcija** (poprečna konformna cilindrična)
* **Mollweid**-**Babinetova** **projekcija** (uspravna ekvivalentna pseudocilindrična)
* **Ptolemejeva projekcija** (obična konusna)
* **Boneova projekcija** (pseudokonusna)
* **Goodeova projekcija** (ekvivalentna konvencionalna)
* **Stereografska projekcija** (perspektivna azimutna)
* **Lambertova projekcija** (obična ekvivalentna azimutna)
* **Van der Grintenova** (kružna uvjetna)

## Vrste karata

* Suvremene geografske karte razlikuju s e prema **vjernosti** (pouzdanosti) prikaza, **sadržaju** koji prikazuju i **načinu** **upotrebe**

### Podjela geografskih karata prema vjernosti

* Dijelimo ih na **izvorne** (detaljne) i **pregledne** (apstraktne)

### Izvorne karte

* **Izvorne** **karte** su krupnijeg mjerila i detaljno prikazuju dio Zemlje - služe kao temelj za izradu ostalih karata
* Skupine izvornih karata:
  + - **Katastarski** **planovi** - mjerila 1:2 000 (prikaz 1200x800 m površine u prirodi), 1:1 000 i 1:500 (za vrijeme Austro-ugarske su se radile u mjerilu 1:2 880
    - **Hrvatska osnovna karta** - mjerilo 1:5 000 (1 list HOK prikazuje prostor površne 3 000 x 2 000 m, a za područja od manjeg značaja u mjerilu 1:10 000 - detaljno prikazuju prostor - vrijednost ekvidistancije je 5 m
    - **Plan** - najsitnije mjerilo za izradu plana je 1:10 000 - plan ne sadrži kartografsku ili pravokutnu mrežu te nemaju standardizirane dimenzije
    - **Topografske karte** - mjerilo 1:25 000 (prikazuje 150x100 km), 1:50 000, 1:100 000 i 1:250 000 (prikazuje 15x10 km) - listovi su standardiziranih dimenzija (60x40 cm)
    - **Ortofoto** **karte** - digitalizirane zračne snimke transformirane u ortogonalnu projekciju - rade se u mjerilu 1:5 000
* **Reambulacija** – dopunjavanje i ispravljanje sadržaja karata (uglavnom društveni sadržaji)
* **Generalizacija –** poopćavanje elemenata iz prirode na karti

### Pregledne karte

* **pregledne karte** su karte sitnih mjerila (u pravilu sitnijih od 1:200 000) koje prikazuju veći prostor
* izrađuju se na temelju izvornih karata
* ne prikazuju stvarni izgled prostora, već generalizirani (poopćeni)

### Podjela geografskih karata prema sadržaju

* prema sadržaju, geografske karte dijelimo na **opće i tematske karte**
* **opće karte (fizičke)** prikazuju cjelovitu geografsku sliku nekog prostora – prirodne i društvene sadržaje
* **tematske karte** sadržavaju osnovne geografske elemente kao podlogu a na njoj se pokazuje prostorni raspored neke pojave ili procesa
* sadržaj tematskih karata prikazuje se raznim znakovima i simbolima (kartografski znakovi)

### Pomorske karte

* posebna vrsta tematskih karata
* ne izrađuju se u listovima kao topografske, već se prikazuju pojedini dijelovi važni za plovidbu (npr. kanali ili dijelovi mora)
* mogu biti **podrobne** (od 1:3000 do 1:20 000) i **pregledne**
* na podrobnim kartama prikazane su dubine, obala i luke – sadržaj na kopnu je zanemaren, osim ako nije potreban za plovidbu (npr. svjetionici, luke i sl, koji služe za orijentir)
* sve pomorske karte imaju ružu vjetrova (s detaljnom stupanjskom podjelom), oznaku magnetske deklinacije te stupanjsku mrežu na rubovima
* izrađuju se u Mercatorovoj projekciji

### Zidne i priručne karte (karte prema načinu korištenja)

* prema načinu korištenja, karte se dijele na **zidne** i **priručne**
* **zidne karte** su jasno čitljive s udaljenosti od 3 m, a uočljive sa 10 m
* nisu preopterećene sadržajem (radi načina upotrebe)
* **priručne karte** imaju kompleksan sadržaj i koristimo ih kao knjigu (atlas)
* mogu imati različite stupnjeve vrijednosti i prikazivati različite sadržaje
* razlikujemo školske, nacionalne, tematske, povijesni, klimatski, hidrološki, demografski, geomorfološki i dr. atlase

### Geografski informacijski sustav (GIS)

* **geografski informacijski sustav (GIS)** je tehnologija prikupljanja prostornih podataka koji omogućava njihovu brzu i efikasnu analizu, obradu i pohranjivanje, radi izrade nove informacije kao izlaznog proizvoda
* **osnovni dijelovi GIS-a su:** oprema, programska podrška, podatci i ljudi (a često se dodaje i računalna mreža – Internet)
* podatci se prikupljaju različitim načinima snimanja i digitaliziranja postojećih karata, a zatim se elektronički (računalno) obrađuju, smještaju u prostor i vrijeme i spremaju u bazu podataka (po slojevima)
* geografski podatci se pri unosu u bazu podataka javljaju u tri osnovna oblika: **linija, točka i poligon**
* **vektorska** (crte, točke i poligoni u bazi podataka) i **rasterska** (skeniranje karata i snimanje zrakoplovom) **metoda** prikupljanja podataka
* **GIS-om se koriste brojne djelatnosti** (geodezija, šumarstvo, turizam, meteorologija, telekomunikacije…)

## Sadržaj geografske karte

* da bi se neka točka na Zemlji potpuno odredila, potrebno je znati njenu **geo. širinu, geo. dužinu i nadmorsku visinu**
* visina može biti **relativna i apsolutna (nadmorska)**
* **nadmorska visina** predstavlja visinsku razliku neke točke u odnosu na površinu geoida (u praksi se određuje u odnosu na morsku razinu na temelju višegodišnjeg prosjeka)
* **normalna (geodetska) nula** je srednja morska razina koja se koristi kao početna točka za mjerenje nadmorske visine – označava se **reperom** na morskoj obali
* **visinski datum** – koristi se uz normalnu nulu u geodeziji i kartografiji – datum mjerenja normalne nule – u Hrvatskoj je to 1971. g (HVRS71)
* **relativna visina** je razlika u nadmorskoj visini bilo koje dvije točke na Zemlji – odražava energiju reljefa
* Evangelista **Toriccelli** konstruira prvi **živin** **barometar** – na 0 m, 45° s.g.š. i na 0°C, stupac žive je visok 760 mm
* Blaise **Pascal** – predlaže korištenje barometra za mjerenje visina – svakih 10,5 m stupac žive pada za 1 mm zbog promjene tlaka vezanog uz povećanje nadmorske visine
  + nedostatak – prevelik instrument za mjerenje
* 1847. izumljen **aneroid** – zrakoprazna kutija sa membranama koje su osjetljive na promjenu tlaka (savijaju se) i kazaljkom koja pokazuje tlak – dodavanjem skale s visinskom podjelom nastaje **visinomjer (aneroid – hipsometar)**

### Geografski i trigonometrijski nivelman

* najpreciznija metoda mjerenja visine je **geometrijskim nivelmanom** – specijalizirani geodetski dalekozor (**nivelir**) i mjeračka letva s podjelom
* viziraju se dvije točke na dvije susjedne letve i na taj način se izračuna visinska razlika među njima
* precizna ali nepraktična metoda mjerenja radi sporosti i nemogućnosti mjerenja na nepristupačnim terenima
* **trigonometrijski nivelman** – mjerenje se obavlja pomoću **teodolita** – naprava opremljena s dalekozorom za određivanje vertikalnih kutova – mjeri se trigonometrijskom metodom i tako se određuju udaljenosti
* može se koristiti i u nepristupačnim terenima i praktičniji je
* **daljinska snimanja** – metoda snimanja zemljišta iz raznih letjelica (zrakoplov, satelit…) – primjenjuje se od 20. st i danas je to najvažnija metoda

### Kartografski prikaz prirodne osnove

* prirodnu osnovu čine reljef, vode i obalnu crtu (kod fizičkih karata); i klimu, tlo i vegetaciju (kod tematskih karata)
* prikazivanje reljefa:
  + renesansa – prikazuje se metodom **krtičnjaka**
  + 18. st – metoda **šrafiranja** (crtkanja) – deblje crte, veći nagib – nepregledna metoda prikaza
* na suvremenim kartama reljef se prikazuje **izohipsama, bojom i sjenčanjem** (u novije vrijeme i računalni 3D prikazi reljefa i ortografske projekcije – Google Maps)
* **izohipse (slojnice)** – linije na geografskoj karti koje spajaju mjesta iste nadmorske visine – (od 1791. g)
* **izobate** – linije koje povezuju mjesta iste dubine u morima, rijekama i jezerima
* **ekvidistanca** – visinska razlika između dvije izohipse – sa smanjenjem ekvidistance raste vjernost prikaza reljefa
  + kod prikaza reljefa većeg nagiba, izohipse su gušće, a na ravnim dijelovima rjeđe
  + ako je reljef vrlo malog nagiba, između **osnovnih** **izohipsi** se umeću **pomoćne** – 1/2 ekvidistance (iscrtana linija) i 1/4 ekvidistance (točkasta linija)
  + svaka peta izohipsa se naziva **glavna** izohipsa i podebljana je i često je na njoj napisana nadmorska visina
  + metodom izohipsi na svakoj točki na karti se može odrediti nadmorska visina i nagib zemljišta
* **hipsometrijska** **metoda** (metoda bojenja) – upotrebljava se na kartama sitnog mjerila gdje se različitim bojama označavaju pojedini visinski slojevi
  + koriste se različiti tonovi plave, zelene, žute, smeđe i ljubičaste boje, a područja sa stalnim snježnim pokrivačem i najviši vrhovi prikazani su bijelom bojom – boje su objašnjene tumačem
  + na ovaj način reljef je prikazan plastično i reljefne cjeline su lako uočljive
* **sjenčanje** – reljef je prikazan kao da je izložen jakom svjetlu sa jedne strane pod kutom od 45°
  + ne pruža podatke o visini i nagibu terena
  + sjenčanje se kombinira sa izohipsama (na topografskim kartama) i na preglednim se kombinira sa hipsometrijskom metodom
* **snimka reljefnog modela** – nastaje fotografiranjem reljefnog modela pod određenim kutom iz smjera sjeverozapada
  + rade se modeli od plastike
* **trodimenzionalni modeli reljefa (perspektivne skice)** – računalnom metodom se prikazuje reljef (orto prikaz)

### Kartografski znakovi

* **kote** – točke na karti kojima je izmjerena nadmorska visina
  + prikazane su točkom ili trokutom sa crnom točkom u sebi, a sa strane imaju upisanu visinu
* ostali prirodni i društveni elementi na karama prikazani su **kartografskim znakovima**
* **topografski znakovi** – posebni znakovi koji se koriste na topografskim kartama – za njih se izrađuje **kartografski ključ** – knjižica sa objašnjenjima topografskih znakova
* **prema sadržaju** – znakovi prikazuju vode, vegetaciju, prometnice, reljef, naselja, objekte i sl.
* **prema obliku** – **točkasti** (naselja, kuće i dr.), **linijski** (granice, prometnice…) i **površinski** (vegetacija, visina…)

### Toponimi

* toponimi su geografska imena
* teži se korištenju izvornih naziva, a kad nije moguće (radi različito pisma), onda se **transkribira** na latinicu

## Nastanak, obilježja i uporaba osnovnih (izvornih) karata

### Aerofotogrametrija

* daljinsko istraživanje - prikupljanje podataka o Zemljinoj površini putem zrakoplova, satelita i bespilotnih letjelica, bez izravnog kontakta s objektom istraživanja
* aerofotogrametrija – korištenje zračnih snimaka za izradu izvornih karata
* multispektralno snimanje satelitima – snima se u više spektara svjetlosti (infracrveni, crveni i zeleni spektar)
  + vegetacija je crvene boje, suha vegetacija žute ili smeđe, naselja plave ili sive
* prva geodetska izmjera neke zemlje – 18. st Francuska

### Izvorne karte u Hrvatskoj

* topografija se bavi prikupljanjem prostornih podataka i prikazivanja istih na topografskim kartama (što obuhvaća izradu i izradu izvornih karata)
* topografski informacijski sustav – sustavi baza podataka topografskih snimki
* CROTIS – Hrvatski topografski informacijski sustav – operativan od 2000. g
* suvremena topografska mjerenja provode se metodom aerofotogrametrije, daljinskog istraživanja (snimanje satelitom) i primjenom globalnih satelitskih sustava za navigaciju (GNSS) – trigonometrijska metoda se sve manje primjenjuje
* **triangulacijom** se određuju točke u prostoru – **stalne točke geodetske osnove** koje čine **osnovnu triangulacijsku (geodetsku) mrežu**
  + na osnovi triju izmjerenih kutova i jedne izmjerene stranice trokuta, formiraju se trokuti čiji vrhovi su trigonometrijske točke – na terenu se označavaju kamenom ili željeznim klinom
  + postoje mreže (trokuta) 1. reda (20 – 50 km), 2., 3. i 4. reda

### Izvorne karte u Hrvatskoj

* **topografske karte** – opće izvorne geografske karte u krupnom mjerilu koje detaljno, vjerno i potpuno prikazuju manji dio Zemljine površine
* maksimalno dopušteno odstupanje na karti je +/- 0,2 mm
* službene topografske karte RH izrađuje Državna geodetska uprava (DGU) na osnovi CROTIS-a
* topografske karte (TK) se rade u mjerilu: **1:25 000, 1:50 000, 1:100 000 i 1:250 000**, te pregledne topografske karte (PTK) u mjerilu **1:300 000 i 1:500 000**
* topografske karte za vojne potrebe (VTK) izrađuje MORH u mjerilu 1:50 000 i 1:250 000 (JOG) a rade se na temelju baze podataka VoGIS i razlikuju se malo od ostalih TK jer se primjenjuje NATO-v standard
* topografske karte u Hrvatskoj koriste **elipsoid GRS80**  i **poprečnu Mercatorovu (Gauss-Krügerovu) projekciju** skraćenog naziva HTRS96/TM
  + Pojednostavnjeno to znači da se mreža točaka geodetske osnove (određenih na geoidu) najprije prenosi na referentan rotacijski elipsoid (u slučaju Hrvatske odabran je GRS80), a zatim se zakrivljena površina s pomoću kartografskih projekcija matematički m postupcima prenosi na ravnu plohu (poprečna Mercatorova projekcija)
* središnji meridijan kod izrade Hrvatskih TK je 16°30“ i.g.š.
* **Hrvatska osnovna karta** radi se u mjerilu 1:10 000 (HOK10) i 1:5 000 (HOK5)

### Topografske karte u Hrvatskoj

* topografske karte se izrađuju u listovima dimenzija 60 x 40 cm (polegnuti pravokutnik)
* list TK 250 pokazuje prostor 150 x 100 km – dijeli se na 6 redova i 4 stupca
* list TK 100 dijeli se na 15 redova i 10 stupaca
* list TK 50 dijeli se na 30 redova i 20 stupaca
* list TK 25 nastaje podjelom TK 50 na 4 jednaka dijela
* na topografskim kartama upisana je pravokutna mreža, a sa strane osi N (sjever) upisana je udaljenost u metrima od ekvatora, a na osi E (istok) upisana je udaljenost od središnjeg meridijana zone (15°i.g.š. za RH) uvećan za 500 000 m
* reljef je prikazan izohipsama i sjenčanjem a ostali prirodni i društveni elementi označeni su topografskim znakovima

### Uporaba topografske karte (orijentacija uz pomoć karte)

* nekoliko je koraka prilikom orijentacije u prostoru pomoću karte:
  1. **usmjeravanje karte prema sjeveru** – uz pomoć kompasa okrenemo kartu prema sjeveru
  2. **pronalaženje stajališta na karti** – s pomoću barem 2 prepoznatljiva objekta u okolici – izmjerimo azimute tih objekata u odnosu na naše stajalište i onda ih nađemo na karti i povučemo crte **kontraazimuta** oba objekta – sjecište tih crta je naš položaj – rijetko se sijeku u jednoj točki, već njihovo sjecišta ima oblik trokuta – tzv. **trokut pogreške**
  3. **kretanje po karti** – nakon što smo odredili položaj, služimo se kartom za daljnje kretanje u prostoru vodeći računa o prepoznatljivim objektima oko sebe i istih na karti
* dostupni (mjerljivi) podatci na topografskoj karti:
  1. **položaj na karti** – koristimo se **koordinatomjerom** koji se nalazi na donjem desnom kutu karte, pa ga je moguće i izrezati- služi računanju metarske udaljenosti u odnosu na vodoravnu i horizontalnu os u kojoj se nalazi točka na karti
  2. **mjerenje udaljenosti** – mogu se mjeriti zračne udaljenosti i zakrivljene udaljenosti – pomoću **kurvimetra**
  3. **mjerenje površina** – jednostavno određivanje površina preko površina kvadrata na karti, a zaobljene površine pomoću **planimetra**
  4. **mjerenje nagiba** – mjeri se uz pomoć nagibnog mjerila u donjem dijelu karte

# GEOLOŠKA OBILJEŽJA I RELJEF ZEMLJE

## Oblici i elementi reljefa

* **reljef** – zajednički naziv za sve ravnine i neravnine na Zemljinoj površini
* na izgled i stvaranje reljefa utječe uzajamno djelovanje endogenih (unutrašnjih) sila i egzogenih (vanjskih) procesa
* **endogene (unutrašnje) sile** – grade i oblikuju najveće reljefne oblike na Zemljinoj površini
  + **pokretači** endogenih sila su toplina Zemlje, visoki tlak i gravitacija
  + **rezultat djelovanja** endogenih sila su pokretanje litosfernih ploča popraćeno vulkanizmom i seizmizmom
* **egzogeni (vanjski) procesi** – oblikuju, razgrađuju i mijenjaju te stvaraju manje oblike
  + **pokretači** egzogenih procesa su Sunčeva energija i privlačna sila Sunca i Mjeseca
  + **rezultat djelovanja** egzogenih procesa su razni reljefni oblici na Zemlji
* **geomorfologija** (*grč*. *geo* – Zemlja; *morphe* – oblik; *logos* – znanost) – znanost o reljefu koja proučava njegov postanak i razvoj te oblike koji nastaju različitim procesima

### Oblici reljefa

* reljef Zemlje sastoji se od **uzvisina** (pozitivni oblici), **udubina** (negativni oblici) i **zatravnjenih prostora**

**Uzvisine**

* uzvisine su: **brijeg, brdo, gora** i **planina**
* **brjegovi** i **brda** su uzvišenja do nekoliko stotina metara, razlika je što brda imaju veću energiju reljefa i izdvojeni su u krajoliku
* **brežuljci** – uzvisine niže od 200 m
* **gore** i **planine** su uzvisine većih visina i dimenzija – gore su niže od planina
* **gore** mogu biti u obliku **masiva** (bez jasnog smjera pružanja) i obliku **hrpta** (s jasno izraženim smjerom pružanja)

**Udubljenja**

* udubljenja su: **ponikve, uvale, kotline, zavale** i **bazeni**
* **ponikve** – male krške udubine širine do nekoliko stotina metara
* **uvale** – nešto veća udubljenja dimenzija do nekoliko kilometara
* **kotline** – udubine sa svih strana omeđene planinama
* **zavale** – udubine velikih dimenzija koje okružuju gorski sustavi
* **bazeni** – najveće udubine
* oblici reljefa s obzirom na veličinu:
  1. planetarni – kontinenti, oceanski bazeni, srednjooceanski hrptovi
  2. mikrooblici – ponikve, dine…
  3. nanoforme – kamenice, škrape…

**Dimenzije Zemlje**

* površina Zemlje: 510 mil. km2
* more: 361 mil. km2 (71%) – svjetsko more (zajednički naziv z asva mora i oceane na Zemlji)
* kopno: 149 mil. km2 (29%)
* površina kontinentske ploče je veća od površine kopnene mase – Würmska ili WIsconsinska oledba – posljednje ledeno doba – razina mora se podigla za 120 m

### Hipsografska krivulja i energija reljefa

* **hipsografskom** (*grč*. *hypsos* – visina; *metron* – mjera) krivuljom se predočava odnos visina kopna i dubina mora
* na krivulji je prikazana visina (i omjer u postotcima) od Mt. Everesta (8 848 m) do dubine Challanger u Mrijanskoj brazdi (11 034 m)
* srednja kopnena visina je **825 m** nad srednjom razinom mora, a srednja dubina svjetskog mora je **3 804 m**
* **energija reljefa** (vertikalna raščlanjenost reljefa) pokazuje relativnu visinsku razliku između najviše i najniže nadmorske visine na km2
  + podjela uzvisina s obzirom na **energiju reljefa**:
    1. nizine (0 – 5 m/km2)
    2. raščlanjene ravnice (5 – 30 m/km2)
    3. slabo raščlanjen reljef (30 – 100 m/km2)
    4. umjereno raščlanjen reljef (100 – 300 m/km2)
    5. izrazito raščlanjen reljef (300 – 800 m/km2)
    6. veoma izrazito raščlanjen reljef (više od 800 m/km2)
  + **batimetrijska** podjela svjetskog mora:
    1. neritska zona (šelf) – 0 – 200 m
    2. batijalna zona – 200 – 3 000 m
    3. abisalna zona – 3 000 do 6 000 m
    4. hadalna zona – ispod 6 000 m
* **nagibi padina** – bitno obilježje reljefa – ravnice, blago nagnut teren, nagnuti teren, znatno nagnuti teren, veoma strm teren i strmce ili litice

### Geološka građa Zemlje

* jezgru Zemlje čine teži elementi – željezo i nikal, dok plašt i koru čine lakši elementi – silicij i aluminij
* **Zemlja je građena ljuskavo ili zonalno** – sastoji se od jezgre, plašta i kore
  + gustoća Zemlje se povećava s dubinom – na površini 2,7 g/cm3; jezgra 11g/cm3
  + temperatura raste od površine prema unutrašnjosti – 1 °C svakih 33 m – **geotermijski stupanj**
* temperatura u Zemljinoj jezgri iznosi 5 000 do 5 500 °C
* **plohe (zone) diskontinuiteta** – zone u unutrašnjosti Zemlje gdje potresni valovi skreću – dokaz su zonalne građe zemlje
  + postoji nekoliko zona diskontinuiteta: *Conradova, Mohorovičićeva i Wiechert-Oldham-Gutenbergova*
* **Andrija Mohorovičić** – 1909. otkrio je zonu diskontinuiteta između plašta i kore – **moho** **sloj** – na dubini 30 do 55 km
  + zakon o porastu brzine potresnih valova zove se Mohorovičićev zakon, a mjerna jedinica MOHO
* **Zone diskontinuiteta**
  1. Conordova zona diskontinuiteta – između gornjeg i donjeg dijela Zemljine kore – do 20 km
  2. Mohorovičićeva zona – između kore i plašta – 30 – 55 km – 70 km ispod Himalaje (moho sloj)
  3. Wiechert-Oldham-Gutenbergova zona – između donjeg plašta i vanjske jezgre – 2 900 km

### Jezgra, plašt i kora

* Zemljina kora se dijeli na **jezgru**, **plašt** (omotač) i **koru** – **zonalna građa Zemlje**

**Jezgra**

* polumjer jezgre 3 500 km; oko 1/3 Zemljine mase
* građena je od težih elemenata – nikla i željeza – **nife jezgra**
* zbog izrazito visokog tlaka, taj dio se naziva **barisfera**
* sastoji se od **unutrašnjeg** (čvrsta; građena od željeza; od 6 371 do 5 080 km) i **vanjskog** (žitka; konvekcijska gibanja važna za geomagnetizam; od 2 900 do 5 080 km) dijela

**Plašt**

* temperatura oko 3 700 °C; tlak 137 gigapaskala
* sastoji se od tri djela:
  1. donji plašt (*mezosfera*) – građen od magnezija, silicija i željeza (između 2 900 i 670 km)
  2. srednji plašt (*astenosfera*) – prijelazna zona; dolazi do konvekcijskog gibanja magme
  3. gornji plašt – stjenoviti dio plašta (ultrabazične stijene – silicij i aluminij – bazaltne i granitne stijene) – zajedno sa korom čini **litosferu** (*tektosferu*)

**Kora**

* površinski, najtanji i najviši dio Zemlje (samo 0,5% polumjera Zemlje)
* tipovi Zemljine kore:
  1. **oceanski** **tip** – zauzima 60% Zemljine kore; 5 – 10 km debljine; građena od bazaltnih i vulkanskih stijena – naziva se i **bazaltna kora** – **sima** (Silicij i Magnezij)
  2. **kontinentski** **tip** – zauzima oko 35% Zemljine kore; prosječno 40 km debljine; većinom građena od granita – granitna kora (**SiAl**); najtanja iznad starih platformi i štitova, a najdeblja iznad mladih ulančanih planina
  3. **prijelazni** **tip** – zauzima oko 5% Zemljine kore; na prostorima dodira kontinentske i oceanske kore – zone subdukcije

## Geološka prošlost Zemlje

* **fosili** (okamine) – ostatci ili otisci biljaka i životinja koje su ugibale u doba nastanka određenih sedimentnih stijena pa su se na njima uspijevale sačuvati
* **određivanje relativne starosti slojeva Zemlje**
  + oni slojevi koji su niže su stariji, jer su se na njih nataložili mlađi slojevi – *načelo superpozicije*
  + slojevi u prirodi mogu biti poremećeni – stariji iznad, a mlađi ispod
  + sigurna procjena starosti slojeva dokazuje se pomoću fosila
  + pri određivanju starosti nekog sloja koriste se **provodni fosili** – fosili koji su karakteristični za manja geološka razdoblja (epohe) te je uz njihovu pojavu u stijenama moguće odrediti redoslijed i starost slojeva te moguće poremećaje prilikom taloženja
* **određivanje apsolutne starosti slojeva Zemlje**
  + ova metoda se zasniva na brzini raspada radioaktivnih elemenata – izotopi uranija, rubidija i ugljika
  + **metoda ugljik C14** – za određivanje starosti mlađih sedimentnih stijena starosti do 70 000 godina i za arheološka istraživanja (vrijeme poluraspada 5 730 godina)

### Geološka razdoblja

* geološka prošlost Zemlje podijeljena je na velika geološka razdoblja **eone** (hadij, arhaik, proterozoik i fanerozoik) i **ere** koje se sastoje od **perioda**, **epoha** i **doba**
* svako razdoblje karakteriziraju određene posebnosti u formiranju Zemljine kore i razvoju života na njoj

### Hadij (had)

* najstariji eon u Zemljinoj prošlosti
* od nastanka Zemlje (4,567 mlrd. god.) do 4,3 mlrd. god.
* Zemlja je užarena vulkanska masa – odvija se proces diferencijacije – teži elementi tonu prema središtu a lakši se uzdižu na površinu
* nakon hlađenja površine, nastaju prve stijene – bazaltne – bazaltna kora

### Arhaik

* od 4,3 do 2,5 mlrd. godina
* sastoji se od 4 ere: **eo**arhaik, **paleo**arhaik, **mezo**arhaik i **neo**arhaik
* formira se kora, tj. kruti dijelovi kore
* u ovom razdoblju se formiraju platforme i štitovi koji tvore **kratone** – stare i stabilne dijelove središta litosfernih ploča – Kanada (Kanadski štit), Skandinavija (Baltički štit), zapadna Australija i istok Antarktike
* javljaju se prvi tragovi života – **cijanobakterije** (stare 3,8 mlrd. god.) – zapadna Australija i južna Afrika

### Proterozoik

* od 2,5 do 0,5 mlrd. godina
* sastoji se od 3 ere: **paleo**proterozoik, **mezo**proterozoik i **neo**proterozoik
* formira se reljef u nekoliko orogeneza (bajkalska, katanška i avalonska)
* počinje se stvarati atmosfera i povećavanja količine kisika – ugibaju anaerobni organizmi i javljaju se prvi višestanični
* na kraju proterozoika nastupa veliko ledeno doba koje traje 400 mil. godina

### Fanerozoik

* nastavlja se na proterozoik (prije 541 mil. godina) i traje do danas
* dijeli se na 3 ere: **paleozoik**, **mezozoik** i **kenozoik**

### Paleozoik (era fanerozoika)

* započinje prije 541 mil. god. i traje do prije 252 mil. god.
* sastoji se od 6 perioda: **kambrij, ordovicij, silur, devon, karbon i perm**
* događaju se mnoge promjene – klimatološke, geomorfološke i biološke
* **dvije orogeneze** – Hercinska *(današnja gorja bogata ugljenom – francuski Središnji masiv, Vogezi, Njemačko-češko sredogorje, dijeovi Rodopa, Ukrajine, Urala, Altaja te južni dijelovi Apalačkog gorja)*
* klima je bila vlažna što je pogodovalo rastu velikih biljaka – **papratnjača** – od njih je nastao današnji ugljen
* **u ovoj eri buja život u moru, javljaju se kralježnjaci, vodozemci i gmazovi, te prve kopnene biljke (papratnjače i golosjemenjače)**

### Mezozoik (era fanerozoika)

* traje od prije 252 mil. god. do prije 66 mil. god.
* postojao je zajednički prakontinent **Pangea** i počinje se razdvajati na manje dijelove – današnje kontinente
* tri velika perioda: **trijas**, jura i kreda
* **alpska orogeneza**
* razvijaju se **golosjemenjače** i **kritosjemenjače**
* ovom erom dominiraju **dinosauri** i javljaju se **sisavci**

### Kenozoik (era fanerozoika)

* od prije 66 mil. god. do danas
* sastoji se od 3 razdoblja: **paleogen, neogen i kvartar** i 7 epoha: **paleocen, eocen, oligocen, miocen, pliocen, pleistocen** i **holocen**
* karakterizira ju daljnji razvoj sisavaca (paleogen), pojava prvih humanoida (neogen) i razvoj ljudskog roda (kvartar)
* **alpska orogeneza** – u razdoblju paleogena – nastaju Alpe, Dinaridi, Himalaja, Kordiljeri i dr.
* **miocen** – kopnom se šire travnjaci a u moru bujaju crvene alge
* **pliocen** – zahlađenje klime i razvoj sisavaca – javlja se prvi čovjekov predak - ***Australopithecus***
* kvartar (prije 2.5 mil. god.) – u pleistocenu smjenjuju se ledena doba i interglacijali
* holocen (prije 11 700 god.) – klima postaje slična današnjoj – Würmska glacijacija – razina mora se diže za 120 m – formiraju se današnje obalne crte kontinenata
* **antropocen** – nova epoha u kojoj dominira ljudski utjecaj (još nije službeno prihvačena)

## Globalna tektonika ploča i reljef Zemlje

* 1915**. Alfred Wegener** – iznosi teoriju o tektonici ploča (kontinenti plutaju)
* SIAle (ploča) pluta po SiMei (plašt) pod utjecajem centrifugalne sile i privlačne sile Sunca i Mjeseca
* pretpostavio je postojanje prakontinenta – Pangee
* teorija je bila zaboravljena sve do 1960-ih, kad se dokazala razvojem tehnologije i istraživanjem oceanskih bazena – nastaje **teorija tektonike ploča**
* **teorija tektonike ploča** zasniva se na kretanju litosfernih ploča koje se kreću po plaštu pod utjecajem konvekcijskog (kružnog) strujanja magme u plaštu
* **litosferne ploče** su osnovne strukturne jedinice Zemljine površine – ima ih oko 20, različitih veličina
* **velike tektonske ploče:** Euroazijska, Pacifička, Afrička, Južnoamerička, Australska, Indijska, Antarktička, Sjevernoamerička
* **manje litosferne ploče**: Nazca, Cocos, Karipska i Arapska te Jadranska (važna za nas)
* veće ploče građene su od kontinentske i oceanske ploče, osim Pacifičke koja je u potpunosti građena od oceanske – ploče su veće od kontinenata koji se na njima nalaze
* na dodiru ploča nastaju oceanske brazde i visoke planine, a na mjestu razmicanja srednjooceanski hrptovi
* litosferne ploče se godišnje kreću od 1 do 17 cm, neovisno jedna o drugoj
* na dodiru litosfernih ploča nalaze se vulkanske zone

### Granice litosfernih ploča

* razlikuju se tri tipa granica litosfernih ploča:

1. konstruktivne
2. destruktivne
3. konzervativne granice

**Konstruktivne granice** litosfernih ploča

* područja gdje se litosferne ploče međusobno udaljavaju – proces **razmicanja** (eng. spreading)
* do udaljavanja ploča dolazi zbog hlađenja i natiskivanja rastaljene tvari iz plašta čime nastaje dio kore (nove) koji razmiče ploče
* na mjestu razmicanja nastaje nova kora u obliku **srednjooceanskih hrptova** – nastaju na dnu oceana osim iznimke Islanda i Kanarski otoci – velikih su dimenzija (širina 2 000 km; dužina 60 000 km i visina do 6 km) – 8% površine Zemlje zauzimaju srednjooceanski hrptovi
* rjeđe se ploče razmiču na kopnu, tamo nastaju duboki lomovi – Istočnoafrički tektonski jarak

**Destruktivne granice** litosfernih ploča

* na destruktivnim granicama dolazi do „sudaranja“ litosfernih ploča i podvlačenja jedne pod drugu – proces **podvlačenja** (subdukcija) – dolazi do razaranja Zemljine kore i uništavanja litosfernih ploča
* podvlačenje se najčešće događa na rubovima oceanskog područja, tzv. destruktivne granice gdje nastaju dubokomorski jarci – oceanska (lakša) i prijelazna kora podvlači se pod kontinentsku (težu) koru – ploča koja se podvlači lomi se i izaziva potrese
* povijanje ploče odvija se pod kutom od 45° - **Benioff zona** – mjesto nastanka potresa (hipocentar)
* ploča se na dubini od 700 km tali i dolazi do oslobađanja vodene pare koja sa magmom izvire na površinu u obliku lave – nastaju vulkani i ulančane planine (npr. Kordiljeri) te nastaju zatvorena mora
* subdukcija može nastati i kad se sudare dvije kontinentske ploče – dolazi do natiskivanja, rasjedanja i izdizanja i izdizanja dijelova ploče te nastaju planinski lanci (npr. Himalaja, Alpe, Apalačko gorje, Dinaridi…) – **organogeneza** (proces nastanka planina)

**Konzervativne granice** litosfernih ploča

* ne mijenja se opseg litosfernih ploča, već dolazi do pomicanja jedne ploče uz drugu – dolazi do dodirivanja i **smicanja** ploča – može uzrokovat česte i razorne potrese
* rasjed San Andreas – Kalifornija – 1000 km duljine – pacifička ploča se pomiče prema sjeverozapadu a sjevernoamerička u smjeru sjeveroistoka

## Minerali i stijene u Zemlji

* Zemljina kora građena je od **minerala** i **stijena**
* mineralogija – proučava minerale; petrologija – proučava stijene; obe su grane geologije
* najzastupljeniji elementi u Zemljinoj kori su **kisik** (46,6%) i **silicij** (27,7%), a od onih sa udjelom većim od 1% su aluminij, željezo, kalcij, natrij, kalij i magnezij

### Minerali

* minerali izgrađuju stijene i sastavni su dijelovi litosfere
* mogu biti zemaljskog i svemirskog podrijetla (meteori i svemirska prašina te na drugim planetima)
* minerali su homogene tvari određene kemijske građe koje se mogu izraziti kemijskom formulom
* tvore ih ioni, atomi i molekule – pravilne su građe raspoređeni u **kristalnu rešetku**
* **kristali** – minerali sa pravilnom kristalnom rešetkom
* **amorfni** – minerali sa nepravilnim rasporedom iona i atom – staklaste građe
* minerali nastaju kristalizacijom magme koja se hladi na putu prema površini
* **fizičko-kemijska svojstva minerala** – boja, oblik, sjaj i kalavost (sposobnost cijepanja), tvrdoća, specifična težina, elastičnost i indeks loma
* danas je poznato oko 4 700 minerala, a samo se 10% gospodarski iskorištava
* minerali su podijeljeni u 13 razreda, a najvažniji su:
  + **silikati** – kisik i silicij – 75% Zemljine kore – spojevi kisika i silicija – glinenci i tinjci
  + **oksidi i hidroksidi** - 17% kore – spojevi kisika i vodika s metalima – kremen (kvarc) – 12%, željezni oksidi magnetit i hematit, aluminijev hidroksid (prisutan u crvenici)
  + **karbonati** – kalcit i dolomit – 1,7% kore- najzastupljeniji u građi vapnenca
  + **samorodni elementi** – minerali koji se sastoje od samo jednog kem. elementa (rijetki su) – zlato, bakar, živa, sumpor, čisti ugljen (dijamant, grafit)
  + **ostali važni minerali** – halit (kuhinjska sol – skupina halogenida) i gips (skupina sulfata)

### Stijene

* stijene su nakupine jednog ili više minerala u različitim omjerima i odnosima
* tri osnovne **skupine stijena prema postanku**:
  1. **magmatske** (eruptivne) stijene
  2. **sedimentne** (taložne)
  3. **metamorfne** (preobražene)

### Magmatske (eruptivne) stijene

* nastaju kristalizacijom (hlađenje i stvrdnjavanje) magme
* magmatske stijene **prema** **nastanku**:
  1. **intruzivne (unutrašnje) magmatske stijene** – kada se magma kristalizira u dubljim dijelovima litosfere – minerali su zrnasti
  2. **efuzivne (površinske) magmatske stijene** – kada se lava izlije na površinu kopna ili mora, naglo se hladi i stvrdnjava – minerali su krupni i amorfni
     + naglim hlađenjem nastaje **opsidijan** – vulkansko staklo
     + ako je lava obilovala kisikom, nastaje šupljikava stijena – **plovučac**
* magmatske stijene razlikujemo i **prema kiselosti**:
  + kisele
  + neutralne
  + bazične
  + ultrabazične

### Sedimentne (taložen) stijene

* prekrivaju 75% Zemljine površine, no dio u volumenu kore je tek 5%
* nastaju razgradnjom drugih stijena čiji se ostatak taloži i stvara se naslaga (sediment) koja u određenim uvjetima pretvara u stijenu – taj proces se naziva **dijageneza** (stvrdnjavanje)
* vrste dijageneze:
  + **kompakcija** – smanjuje se debljina (obujam) nataloženog sloja pod utjecajem tlaka i istiskivanjem vode (glinenen naslage)
  + **cementacija** – ispunjavaju se prazni prostori i pore u naslagi
* sedimentne stijene odlikuje **slojevita struktura** – mlađi slojevi su iznad
* u sedimentnim stijenama često se nalaze **fosili**
* po **načinu nastanka** razlikujemo: **morske, riječne, jezerske, eolske** (nastale radom vjetra) i **padinske** (nastale djelovanjem gravitacije) sedimentne stijene
* na osnovi procesa koji su oblikovali sedimentne stijene, razlikujemo: **klastične, kemijske i biogene** sedimentne stijene

**Klastične sedimentne stijene**

* sastoje se od ulomaka drugih stijena nastalih djelovanjem nekog egzogenog procesa – zagrijavanje, hlađenje, vjetar…
* razlikuju se na temelju veličine ulomaka koji ih grade:
  + **konglomerat** – zaobljeni ulomci šljunka vezani cementacijom
  + **breča** – uglati komadi cementirani bez prethodnog nanošenja
  + **lapor** – nastali mehaničkim i kemijskim djelovanjem – mješavina gline i vapnenca
  + **prapor** (les) – eolski sediment sastavljen od sitnih čestica
  + **šejl** – nastaje starenjem i gubitkom vode pod težinom gornjih slojeva – 50% volumena svih taložnih stijena

**Kemijske (homogene) sedimentne stijene**

* nastaju kristalizacijom i izlučivanjem iz zasićene otopine
* nastaju u plitkim rubnim dijelovima voda gdje je isparavanje veće od pritjecanja
* to su **gips** i **halit** (kuhinjska sol) te stijene koje se talože u špiljama i krškim jezerima
* **sige** – nastaju kad se iz vode bogate kalcijevim hidrogenkarbonatom istaloži kalcijev karbonat
* **sedra** – stijena koja oblikuje pregrade na rijekama pri čemu se kalcijev karbonat taloži na mahovinama – slapovi Krke i Plitvička jezera

**Biogene (organogene) sedimentne stijene**

* nastale su od živih organizama
* razlikujemo **fitogene** (prevladava utjecaj biljaka) i **zoogeni** (prevladava utjecaj životinja) **sedimenti**
* najvažniji predstavnici ove skupine su **vapnenac** i **dolomit**
* **vapnenac** – nastao taloženjem skeletnih ostataka raznih organizama – uglavnom od minerala kalcita - rahli, bijeli vapnenac se naziva **kreda**
* **dolomit** – nastaje neposredno od vapnenca pod utjecajem magnezijevih soli u morskoj vodi
* biogene stijene građene od ugljika i ugljikovodika mogu izgarati – **fosilna goriva** (nafta i ugljen)
  + **ugljen** nastaje karbonizacijom biljnih ostataka – najprije nastaje **treset** (vidljivi ostatci biljaka), a zatim **lignit**, zatim **smeđi ugljen** i na kraju **kameni ugljen** (antracit)
  + nafta – navodno nastaje od biljnih ostataka pod utjecajem anaerobnih bakterija na dnu mora

### Metamorfne (preobražene) stijene

* nastaju preobrazbom magmatskih sedimentnih ili starijih metamorfnih stijena
* u doticaju s magmom i s porastom temperature i tlaka
* metamorfozom vapnenca nastaje mramor
* **škriljavost** – pod utjecajem visokog tlaka, dolazi do prekristalizacije minerala koji poprima oblik štapića ili listića okomitih na smjer tlaka – *zeleni, tinjčavi i kristalasti škriljavci*
* **gnajs** – nastao od granita i metamorfoziranih tinjčevih škriljavaca
* **kvarcit** –nastao od pješčenjaka

## Endogeni pokreti i oblici

* pokretačka snaga endogenih sila je toplinska energija Zemljinog plašta koji se oslobađa radi gravitacijskog kretanja materije
* teži metali padaju prema jezgri, a lakši se podižu prema površini

### Slojevi

* **sloj** je nakupina minerala koja je obrubljena s dvije plohe
* većinom je građen od sedimentnih stijena i osnovni je oblik u litosferi – mogu biti debeli od nekoliko milimetara do stotinjak metara, ovisno o vremenu taloženja
* većina slojeva ima oblik leče – prema rubovima su tanji
* prilikom nastanka uglavnom imaju horizontalan položaj (mlađi nad starijima), a naknadnim poremećajima i pokretima u litosferi dolazi do njihove promjene
* **dijastroma** – pukotina između dva sloja
* **dijaklaza** – pukotina koja prolazi kroz više slojeva
* **stratigrafija** – dio geologije koji se bavi geološkom prošlošću Zemlje proučavajući slojeve i okamine u njima

### Bore

* **bore** su deformacije slojeva čije valovito savijanje nastaje djelovanjem subdukcije, bočnih pritisaka, kompresije i izdizanja i spuštanja dijelova kontinenta
* bora se sastoji od izdignutog dijela (konveksnog) – **antiklinale** i udubljenog dijela (konkavnog) – **sinklinale**
* bore se dijele s obzirom na položaj osne plohe prema vodoravnoj podlozi na: **uspravne, kose, prebačene, polegnute i utonule bore**
* više bora tvori **antiklinorij** i **sinklinorij**

### Rasjedi

* rasjedi su pukotine duž kojih dolazi do većih ili manjih pomaka stijena
* nastaju razvlačenjem (spredingom), podvlačenjem (subdukcijom) i vodoravnim pomicanjem litosfernih ploča ili su posljedica lokalne tektonike nekog područja
* **paraklaza** – pukotina duž koje dolazi do pucanja – može biti kosa ili okomita
* krila koja se nalaze iznad paraklaze su krovinska, a ona ispod su podinska
* rasjedi se dijele na: normalne, reverzne i horizontalne
* **normalni** rasjed – krovinsko krilo se spušta u odnosu na podinsko
* **reverzni** rasjed – krovinsko krilo se podiže u odnosu na podinsko ili se podinsko spustilo u odnosu na krovinsko
* **horizontalni** rasjed – krila se pomiču u smjeru rasjedne pukotine
* **timor** ili **horst** – rasjed kod kojeg središnji dio ostaje stršiti, a krila su spuštena (Schwartzwald, Moslovačka gora…)
* **tektonska graba** ili potolina – nastaje spuštanjem dijelova Zemljine kore duž jednog ili više normalnih rasjeda (dolina Rajne, istočnoafrički rasjedni jarak, Mrtvo more)
* **navlake** – strukturne jedinice Zemljine kore kod kojih se starije naslage prebacuju i navlače preko mlađih
* **epirogeni pokreti** – dugotrajna pomicanja Zemljine kore pri čemu dolazi do boranja, rasjedanja i navlačenja
* zbog spuštanja nastaju mora i oceani, a zbog podizanja se formira kopno
* povlačenje mora – **regresija**, a prodiranje mora na kopno - **transgresija**

## Vulkani

* **vulkanizam** ili **magmatizam** su pojave i procesi vezani uz izbijanje užarene mase na Zemljinoj površini
* **vulkanolozi** – znanstvenici koji proučavaju vulkane te uzorke stijena, pepela i plinova
* uz vulkane je plodno tlo
* **vulkani** su oblici koji su stvoreni akumuliranjem materijala koji je izbio kroz jedan ili više otvora na Zemljinoj površini
* **magma** – užarena i rastaljena masa stijena koja se giba prema površini – kada izbije na površinu onda je to **lava**
* iz vulkana uz lavu mogu izlaziti **vulkanske bombe** (veći komadi lave), **vulkanski blokovi** (zdrobljeni piroklastični materijal), **lapili** (komadići skrućene lave veličine oraha) i **tuf** (vulkanski pepeo pomiješan s vodim)
* magma na površinu može izbiti **erupcijom** (eksplozivno izbijanje lave i užarene pare i plinova na površinu) ili **izljevom** (mirno i jednolično izbijanje lave na površinu duž pukotine)
* vrsta izlijeva ovisi o tipu lave – ako je veliki udio vodene pare (**preko 60%**), onda će izljev biti eksplozivan, a ako je manje od 60%, onda je izljev miran
* izlijevanjem vulkana nastaju ploče – plato Columbia, Meksička visoravan, Parana, Dekan…
* izbačeni vulkanski materijal oko vulkana radi stožasti oblik – **kupa**, a na njegovom vrhu nastaje ljevkasta udubina – **krater**

### Oblik vulkana

* prema obliku vulkani se dijele na **štitaste**, **cinderske** i **stratovulkane**
* **štitasti vulkani** nastaju mirnim izljevom rijetke lave koja žitko curi i širi se u ploče – padine su blage (nagib manji od 15°) – Havajsko otočje – vulkani Mauna Lua i Mauna Kea
* **ciderski vulkani** imaju kupe pravilnog, stožastog oblika – građeni su od slojeva vulkanske prašine i stijena – nastaju taloženjem lave i piroklastičnog materijala – najopasniji vulkani (eruptivni) – 75% svih erupcija vulkana imaju ovakvi vulkani – Fuji (Japan), Pinatubo (Filipini), Mt. Rainier (SAD), Mt. St. Helens (planina Sv. Helena – SAD)

### Aktivni i ugasli vulkani

* prema aktivnosti vulkani se dijele na **aktivne** i **ugasle**
* aktivni su oni koji su danas aktivni ili za koje postoje pisani povijesni dokazi da je bio aktivan u prošlosti
* ugasli vulkani su oni koji danas nisu aktivni ili za koje ne postoji pisani povijesni dokaz da je bio aktivan
* na Zemlji postoji oko 500 aktivnih vulkana te nekoliko tisuća ugaslih
* aktivni vulkani najviše su raspoređeni uz zone subdukcije i spredinga

### Pacifički vatreni prsten

* **pacifički vatreni prsten** je naziv za prostor uz rub Pacifičke ploče koji je vulkanski i seizmički najaktivniji
* uz ovo područje, česti su vulkani u zonama spredinga – npr. Island i na mjestima gdje se javljaju vruće točke (hot spots) i nastaju otoci – npr. Havajsko otočje
* manji broj vulkana nastaje i u Sredozemlju – dodir Afričke i Euroazijske ploče – vulkani Etna, Vezuv, Stromboli, Vulcano
* Istočnoafrički jarak – također vulkanska zona – Kilimanjaro, najveća planina Afrike vulkanskog je postanka
* Hrvatska nema vulkana, samo tragove vulkanskih izljeva – otočići Jabuka i Brusnik i u nekim starim gromadnim gorjima – Papuk i Ravna gora (Hrv. zagorje)

### Popratne vulkanske pojave

* **fumarole** – otvori kroz koje izbijaju plinovi i vruća para
* **mofete** – otvori kroz koje izbija ugljikov dioksid
* **solfatare** – otvori kroz koje izbija sumporovodik - označavaju kasnu fazu vulkanske aktivnosti
* uz vulkane često se javljaju mineralni i termalni izvori
* **mineralni izvori** – izvori vode obogaćene velikim brojem minerala
* **termalni izvori** – mjesta gdje izbija voda koja je veće temperature od temp. zraka na tom području
* **gejziri** – poseban tip termalnih izvora gdje topla voda izbija na površinu radi velikog tlaka
  + gejziri izbacuju vodu ritmički i u obliku vodoskoka
  + najpoznatiji *Old Faithfull* u Yellowstoneu – svakih 75 min izbacuje 50 m visok mlaz vode (oko 40 000 l)
  + osim u SAD-u, gejzira ima na Islandu i Novom Zelandu
* područja uz vulkane su naseljena radi plodnog vulkanskog tla – otok Java (Indonezija) – oko 6000 st/km2

## Potresi

* **potresi** su iznenadna i kratkotrajna podrhtavanja tla koja nastaju zbog naglog oslobađanja energije u litosferi
* **karakterizira** ih brz nastanak, stalno se događaju i nastaju bez prethodnog upozorenja
* godišnje Zemlju zatrese više od milijun potresa od kojih je većina preslaba da bi izazvala štetu
* podrhtavanje tla nastaje širenjem potresnih valova koji oslobađaju energiju iz središta potresa u svim smjerovima
* **hipocentar** ili **žarište** – mjesto (u Zemlji) iz kojeg se potresni valovi šire u obliku koncentričnih krugova
* **epicentar** – mjesto na površini Zemlje gdje se potres najjače osjeti
* **epicentar** se nalazi iznad **hipocentra** i tu je najintenzivniji potres
* snaga potresnih valova slabi udaljavanjem od hipocentra
* potresni valovi mogu biti **longitudinalni** (P-valovi – brži su i vibriraju u smjeru svoga širenja) i **transverzalni** (S-valovi – sporiji su i vibriraju u okomito na smjer širenja)

### Podjela potresa

* prema postanku, potrese dijelimo na:
  1. **tektonske** – 90% - najsnažniji potresi, nastaju pomicanjem litosfernih ploča
  2. **vulkanske** – 7% - potresi srednje jačine, nastaju kao posljedica gibanja magme iz unutrašnjosti prema površini
  3. **urušne** – 3% - najslabiji potresi – nastaju urušavanjem podzemnih šupljina ili posljedica odronjavanja i klizanja terena
* potresi mogu nastati i udarom meteora ili ljudskom aktivnošću (atomska bomba, miniranje rudnika…)

### Seizmologija, seizmograf i seizmogram

* **seizmologija** (*grč. seizmos* – drhtanje) – znanost koja proučava potrese i pojave vezane uz njih (otkrivanje uzroka nastanka potresa, prostornog rasporeda potresa i vremena pojavljivanja te utvrđivanje štete nastale potresom)
* zadatak suvremene seizmologije je predvidjeti mjesto i vrijeme sljedećeg potresa
* **seizmogram** – instrument za mjerenje magnitude potresa
* **seizmograf** – instrument koji registrira podrhtavanje tla (mjeri brzinu i energiju potresa)
* hipocentri se dijele na **duboke** (300 – 700 km), **srednje** **duboke** (70 – 300 km) i **plitke** (do 70 km)
* duboki i srednje duboki nastaju na zoni subdukcije, dok plitki na zoni spredinga i rasjeda

### Ljestvice za mjerenje snage potresa

* za opisivanje snage potresa postoji nekoliko ljestvica, od koji se najčešće koriste **Richterova** i **Mercalli-Cancani-Siebergova (MCS)** ljestvica
* **Richterova ljestvica** je logaritamska ljestvica koja računa količinu oslobođene energije (magnitudu) u hipocentru potresa – vrijednosti su od 1 do 10 (potresi 10 ili više su epski i nisu dosada zabilježeni)
* magnituda se mjeri posebnim seizmografom – Wood – Andersonov seizmograf
* **MCS ljestvica** – bilježi jačinu potresa na površini zemlje ili intenzitet potresa – bilježi se na temelju ljudskih opažanja – od 1 do 12 stupnjeva
* **2 glavna područja gdje se događaju potresi**
  + cirkumpacifički ili pacifički vatreni prsten – 80% potresne energije na Zemlji
  + Mediteransko-transazijski pojas – 15% potresne energije na Zemlji

### Tsunami

* ako je potres snage veće od 7,5 po Richteru i ako mu je epicentar na morskom dnu (tj. dnu oceana), onda može nastati potresni val zvan **tsunami** (*jap. veliki lučki val*)
* šire se brzinom od oko 700 km/h
* približavajući se obali, visina vala raste pa mogu biti veći od 35 m

### Povijesni pregled najsnažnijih potresa

* 18. 4. 1906. – potres u San Franciscu – više od 3000 poginulih i preko 30 000 zgrada uništeno
* 2004. – otok Sumatra – oko 230 000 do 310 000 poginulih (tsunami)
* 16. st. – Kina – 830 000 poginulih
* 1976. – Kina – 242 000 do 779 000 poginulih
* 2010. – Haiti – 220 000 do 316 000 poginulih
* 1920. – Kina – 235 000 poginulih
* u Hrvatskoj – 17. st potres u Dubrovniku, 1909. potres u pokuplju na temelju kojeg je Andrija Mohorovičić utvrdio zonu diskontinuiteta između kore i plašta – **moho sloj** ili mohorovičićeva zona diskontinuiteta

## Egzogeni procesi i oblici

* reljef na Zemlji nastao je uzajamnim djelovanjem endogenih (unutarnjih) sila i egzogenih (vanjskih) procesa
* osnovni pokretač vanjskih procesa je Sunčeva energija koja pomoću atmosfere, vode i leda uzrokuje mnogobrojne procese (erozija, korozija i dr.)

### Uništavanje i trošenje stijena

* važnu ulogu ima gravitacija
* u prirodi razlikujemo **mehaničko**, **kemijsko** i **organogeno** trošenje stijena

**Mehaničko (fizičko) trošenje stijena**

* trošenje koje dovodi do usitnjavanja čvrstih stijena u veće ili manje komadiće stijena
* ne dolazi do kemijske promjene – raspadnuti komadići zadržavaju ista svojstva kakva su imali prije raspada
* ovako trošenje stijena često je u pustinjskim (radi velike dnevne temperaturne amplitude) i hladnim (radi vode koja se zaledi u pukotinama stijena i uzrokuje njihovo pucanje) predjelima

**Kemijsko trošenje stijena – korozija**

* do korozije dolazi radi niza kemijskih reakcija u stijeni, pri čemu se mijenja kemijski sastav stijene
* karakteristično za krške krajeve gdje voda uz ugljik dioksid (CO2) korozivno djeluje na stijenu i stvara razne oblike

**Organogeno trošenje stijena**

* način trošenja stijena djelovanjem različitih živih organizama
* biljke svojim korijenjem mehanički drobe i usitnjavaju stijene, a istovremeno ispuštaju kemikalije u stijene i na taj način doprinose lomljenju

**Denudacija –** zajednički naziv za sva razorna djelovanja vanjskih procesa koji dovode do ogoljivanja terena

* denudacijski procesi:
  + 1. **erozija** – razorno djelovanje vode, vjetra i leda
    2. **derazija** – djelovanje gravitacijske sile koja utječe na spiranje, klizanje, odronjavanje i sl.
    3. **korozija** – kemijsko djelovanje na stijene

### Padine i padinski procesi

* svi nagnuti dijelovi Zemljine površine nazivaju se **padine**
* prema obliku, padine mogu biti **konveksne** (ispupčene) i **konkavne** (udubljene), **normalne**, **kose** i u obliku **strmca** (ako je nagib veći od 55°)
* padinski procesi:
  1. **spiranje** – najčešći padinski proces

nastaje pod utjecajem padalinskih voda i tekućica koje odnose usitnjeni rastrošni materijal u niže dijelove

spiranje je snažnije na nepropusnoj podlozi (glina)

na spiranje utječe podloga, biljni pokrov i nagib padine

* 1. **klizanje** – padinski proces koji nastaje iznenada pri čemu se rastresiti materijal lagano spušta niz padinu
  2. **puzanje** – nastaje kada se površinski rastrošni materijal navlaži ili kada se nalazi iznad zaleđenog stjenovitog tla
  3. **tečenje** – zbog stalno zaleđenog tla u dubljim dijelovima podloge dolazi do tečenja zemljišta na površini
  4. **odronjavanje** – javlja se na strmijim dijelovima padine kad se kompaktne stijene nađu na mekanoj podlozi koja mijenja volumen radi upijanja vode – kompaktna stijena gubi čvrsti oslonac i propada
  5. **urušavanje** – padinski proces koji se veže uz strmce kad stijenska masa gubi stabilnost i urušava se
* u podnožju padine se akumulira materijal i stvara **pedimente** – predgorske stepenice

## Fluvijalni procesi i oblici

* **fluvijalni** (dolinski reljef) nastaje kombiniranim djelovanjem tekućica i spiranjem padina – stvaraju se izdužene doline koje se pružaju u smjeru otjecanja rijeke
* **voda temeljnica** (izdan) je voda koja ponire i popunjava slobodne međuprostore (šupljine i pore) između propusnog i nepropusnog sloja – izvire na površinu i tvori tekućice
* rad tekućica oblikovao je većinu današnjeg reljefa, posebno u holocenu

### Riječna erozija

* tri etape stvaranja fluvijalnog reljefa: erozija, transport (prenošenje) i akumulacija (taloženje)
* riječni tok se dijeli na gornji, srednji i donji
* **riječna** **erozija** je proces pri kojem tekućica usijeca i produbljuje tok u stijenskoj podlozi te počinje stvarati riječnu dolinu
* **dubinska erozija** nastaje u gornjem toku rijeke radi većeg nagiba i veće kinetičke energije rijeke na tom dijelu – materijal koji rijeka nosi je krupniji (kamenje je veće)
* **bočna erozija** – proces širenja riječnog korita i dolinskih strana – nastaje u srednjem i donjem toku gdje je kinetička energija rijeke manja pa ona širi korito i ne produbljuje ga – materijal koji nosi rijeka je sitniji

### Transport materijala

* u srednjem i donjem toku rijeke dolazi do transporta erodiranog materijala iz gornjeg dijela toka
* **slapovi** – riječni tok se stubasto prelijeva (Krka)
* **vodopadi** – riječni tok pada iz višeg u niže korito (Angel Falls u Venezueli, Niagara) – vrlo snažna erozija tla
* **regresijska erozija** – kada vodopad potkopava prag i dolazi do unazadnog pomicanja vodopada (Niagra, Iguacuu i Zambezi)
* **piraterija** (gusasrstvo) – kada rijeka regresivnom erozijom probije razvodnicu i proširi se u drugo porječje

### Akumulacija materijala

* najčešće se događa u donjem toku rijeke gdje brzina rijeke slabi, a time i transportna moć rijeke, pa dolazi do akumulacije materijala
* **meandri** – zavoji u koritu rijeke koji se stvaraju radi vijuganja rijeke
* **mrtvaje** – kada zavoji bivaju odsječeni od rijeke, stvore se potkovasta jezera
* **riječni sprudovi** i **riječni otoci (ade)** – otoci nastali akumulacijom materijala u rijeci (koji je probio na površinu)
* **naplavne (aluvijalni) ravni** ili **poloji** – kada rijeka poplavi i taloži nanose na dolinu
* **terasne nizine** – naplavne ravni koje više ne poplavljuje rijeka pa se stvaraju stubasto poredane riječne terase (najviša terasa je geološki najstarija) – vrijedna agrarna područja
* **delta** – razgranato ušće rijeke (delta Mekonga, Nila, Mississippija, Volge, Inda, Dunava…) – vrlo plodna tla radi aluvijalnih nanosa

### Riječna dolina

* **dolina** - osnovni oblik koji nastaje razornim djelovanjem rijeka
* doline se sastoje od riječnog korita, dolinskih strana i naplavnih ravni
* prema **uzdužnom profilu** doline mogu biti **jednostavne** i **složene**
* **jednostavne doline** – one doline koje se postupno šire od izvora prema ušću – vrlo rijetke
* **složene doline (komopozitne)** – karakterizira ih izmjena proširenja (kotlina) na mekšim i nepropusnim stijenama te suženja (sutjeska ili klanac) koji se javljaju na čvršćim i propusnim stijenama
* **prema pružanju glavnih reljefnih oblika** doline se dijele na **transverzalne** (poprečne) i **longitudinalne** (uzdužne)
* **transverzalne** (poprečne) **doline** – one koje pod određenim kutom presijecaju glavne oblike reljefa (npr. Krka, Vrbas, Bosna)
* **longitudinalne** (uzdužne) **doline** – pružaju se usporedno s pružanjem glavnih oblika reljefa, pogodnije su za naseljavanje i gospodarski su mnogo važnije (npr. srednji tok Save)
* u prirodi je rijetko koji tok u potpunosti transverzalni ili longitudinalni, većinom je to smjena jednog i drugog tipa na pojedinim dijelovima toka rijeke – npr. Dunav – na izvoru u Schwartzwaldu teče oblikujući longitudinalnu dolinu, a približavajući se svom ušću kod Đerdapa okomito siječe glavne oblike reljefa i stvara transverzalnu dolinu

## Marinski i jezerski procesi i oblici

* **obala** – uski pojas kopna koji graniči s morem ili jezerom – na njen nastanak utječe rad morskih ili jezerskih valova
* većina obale nastaje destruktivnim (razarajućim) utjecajem valova – **86%** svjetske obale, dok je manji dio nastao akumulacijom – **14%** svjetske obale

### Destrukcijski (abrazijski) oblici obale

* **abrazija** – razoran rad valova – očituje se u unazadnom pomicanju obale (najočitija na Britanskom otoku gdje godišnje odnese 1 km2 kopna, zatim na Sjevernom moru i kanalu La Manche)
* abrazijsko djelovanje najsnažnije je na strmim obalama izloženim stalnom udaru vjetra
* najznačajniji abrazijski oblici obale su: **klif, valna potkapina, abrazijska terasa, žal** i **ostenjak**
* **klif** (strmac) – strma obala koja se poput zida izdiže iznad morske razine
* **valna potkapina** – potkopavanjem obale na morskoj razini nastaje polukružna udubina u stijeni
* daljnjim radom valova, potkapina se urušava i nastaje novi klif koji se povlači
* u podnožju klifa formira se blaga kosina – **abrazijska ravan** (obalna terasa)
* **ostenjaci** – otporniji stjenoviti dijelovi koje strše iz mora (otočići)
* nakon nekog vremena, abrazijska ravan postaje toliko prostrana da valovi ne mogu dohvatiti obalu, već uglavnom talože abradirani materijal i time oblikuju **žal** – obala sa nanesenim šljunkom ili pijeskom

### Akumulacijski oblici obale

* abrazijski tipovi obale nastaju na niskim obalama kada dolazi do prestanka prijenosne moći vala, morskih mijena i morskih struja
* djelovanjem abrazije i tekućica, dolazi do akumulacije golemih količina razorenog materijala i pijeska koji se transportira i taloži djelovanjem tekućica sa kopna, morskih struja i vjetra
* zbog stalnog djelovanja obalnih struja pijesak se taloži duž obale i formira **pješčani sprud** ili **lido**
  + sprudovi mogu biti dugi nekoliko stotina kilometara (sprud lido kod Venecije) pa i do nekoliko tisuća kilometara – duž obale Meksičkog zaljeva – zove se pregrada (bar)
* ako pješčani sprud zatvori dio kopna, nastaju **lagune**
* ako se sprud veže uz istaknute rtove i zatvori more, onda nastaje **zaljev** ili **liman**
* ako se sprud jednim svojim krakom veže za rtove ili poluotoke, onda nastaje **strelka** (primjer Zlatni rat na Braču)
* ako se otoci nalaze blizu obale, na obalnoj strani talože se sprudovi koji povezuju otok s kopnom i tako nastaje **tombolo** (primošten)
* djelovanjem morskih struja i vjetra, nastaju **obalne** **dine**

### Vrste obala

* prema postanku, obale mogu biti:
  1. abrazijske
  2. ingresijske
  3. organogene
  4. kombinirane
* **Abrazijske obale** nastaju na područjima gdje je vrlo intenzivno djelovanje valova koji su stvorili klif, abrazijske ravni, sprudove i žala
* kod takvih obala nagib strmca je veći od 55° - **abrazijski klifovi**
* na Jadranu su najvećim djelom abrazijski klifovi nastali rasjedanjem – **tektonski strmci** – pučinska strana Dugog otoka, Šolta, Hvar, Mljet, Unije
* **Ingresijske** **obale** su obale koje nastaju potapanjem nakon što je završilo posljednje ledeno doba (würmska ili wisconsinska glacijacija) – more se podiglo za 120 m i potopilo rubove kontinenata – primjer Dalmatinski tip obale – sinklinale su pretvorene u kanale, a antiklinale u otoke i poluotoke
* ingresijske obale se dijele na: fluvijalne, glacijalne, krške i eolske
* fluvijalne obale obilježavaju dvije osnovne vrste riječnih ušća – **delta** i **estuarij**
* **delta** – naplavna ravnica na niskim obalama kod koje se riječno ušće pri izlijevanju u more račva u više rukavaca – akumulacija je izraženija od transporta – najveća delta Bengal (rijeke Ganges i Brahmaputra), Nil, Mississippi, Dunav i Volga
* delta nastaje na obalama sa slabim morskim mijenama i strujama
* **estuarij** – ljevkasto riječno ušće kod kojeg se riječna voda miješa sa morskom
* estuarij nastaje na obalama sa velikim amplitudama morskih mijena – pogodni za izgradnju luka – estuarij La Plate, sijeke St. Lawrence (Quebec), Labe (Hamburg), Temze (London) i Gironde (Bordeaux)
* **rijas** – posebna vrsta estuarija – strmih obala nastao potapanjem riječnog ušća i donjih dijelova riječne doline – Raški kanal, Raški kanal i Šibenski zaljev te Boka kotorska
* **fjordovi** – (glacijalna ingresija) – zaljevi nastali potapanjem ledenjačkih dolina – duboki, uski zaljevi strmih padina
* **krške ingresijske obale** javljaju se u krškim područjima koje je potopila morska voda (ponikve, uvale, polja u kršu, zavale)
* **eolske obale** – oblikuju se potapanjem udubina između pustinjskih uzvisina (dina) – vrlo rijedak oblik obale – jugoistočne obale Kaspijskog jezera i istočne obale Aralskog jezera
* **organogene obale** – nastaju djelovanjem biljaka (fitogene obale) ili životinja (zoogene obale) – koraljni tip obale i obale s mangrovama
* **kombinirane obale** nastaju djelovanjem više različitih čimbenika

## Glacijalni reljef

* zauzima oko 10% površine planeta – 16 mil. km2
* **glacijali** – hladnija geološka razdoblja tijekom kojih je led oblikovao reljef
* kroz prošlost Zemlje postojalo je nekoliko glacijala, a neki su trajali i po desetak mil. godina
* posljednji glacijal – würmska / wisconsinska oledba – more je bilo niže za oko 120 m – prije 11 500 god. završava ledeno doba i nastupa razdoblje interglacijala

### Formiranje leda

* led nastaje iznad **snježne granice** – visina iznad koje je snijeg prisutan cijele godine
  + visina snježne granice ovisi o geo. širini – na ekvatoru – 6 000 m; Alpe – između 2 500 – 3 000 m; Aljaska – 600 m; južni Grenland – 90 m
* **zrnati led** ili **firn** – led koji se stvara u planinama prokapljivanjem vode u slojeve snijega – višegodišnji snijeg zrnate strukture koji nastaje u planinama i tvori ledenjake
* zrnati led se postupno pretvara u kompaktnu ledenu masu – **ledenjački led**
* razlikujemo dva tipa ledene mase:
  + dolinski ledenjaci
  + ledenjački pokrov (eng. *inland ice*)
* **ledenjaci** su ledeni tokovi koji se kreću, **a ledeni pokrovi** su akumulirane mase leda koje prekrivaju velike površine antarktičkih, arktičkih i subarktičkih krajeva
* nastanak ledenjaka vezan je uz postojanje riječne doline koja je nastala prije glacijalnog razdoblja – u gornjem toku se formira **firn**, koji onda svojom težinom formira polukružnu udubinu – **cirk** (*karnica*) – iz cirka se ledeni tok kreće i pri tome erodira podlogu i nosi rastrošni materijal – **til**
* **egzaracija** – trošenje i brazdanje podloge pod utjecajem ledenjaka – destrukcijsko djelovanje ledenjaka na podlogu
* brzina kretanja ledenjaka ovisi o nagnutosti terena, količini leda, izgledu doline i temperaturi – u Alpama – oko 0.5 m/dan; Grenland – do 30 m/dan
* spuštanjem ledenjaka u riječne doline nastaje **ledenjačka dolina**
* **morene** – nakupine materijala koji nosi ledenjak – veličine od čestica do gromada kamenja – površinske, rubne, podinske ili unutrašnje i čeone ili završne morene
* akumulativni oblici nastali akumulacijom tila:
  + ozar (ekser) – izdužene uzvisine
  + drumlini – eliptični brežuljci
  + komčići – zobljene uzvisine
  + kam – kupolasta nakupina tla
* **ledeni pokrovi** – velike i slabo pokretne mase leda koje svojom težinom pritišću podlogu i tako je postupno uravnjuju
* **strije** – brazde koje je udubio led u stijeni

### Periglacijalni procesi i oblici

* **periglacijalna** **područja** su rubna glacijalna područja gdje je srednja godišnja temperatura **niža od 0°C**
* najzastupljeniji reljefni oblik ovog područja je **stalno zamrznuto tlo** (eng. *permafrost*; rus. *merzlota*)
* **stalno smrznuta tla** raširena su uz sjevernu polarnicu i karakteristična su za tundre Sibira, Aljaske i sjeverne Kanade – debljina permafrosta i do nekoliko stotina metara
* ljeti se gornji sloj otopi, a ako je nagib terena veći od 20°, može doći do **gelisoliflukcije** – tečenja zemljišta
* **pingo** – uzvisina koja nastaje zbog pojave leda u tlu – ljeti se voda povuče u tlo, zimi se zaledi i izdiže tlo iznad sebe

## Eolski procesi i oblici

* područja u kojima se najviše očituje utjecaj vjetra su pustinje
* **pustinje** – mjesta koja godišnje primaju manje od 250 mm padalina i imaju veću količinu isparavanja od količine padalina koju primaju
* **aridna** područja (do 250 mm padalina god.) i **semiaridna** područja (250 do 500 mm padalina god.)
* visoke dnevne temperaturne amplitude – više od 60 °C
* pustinje zauzimaju 1/3 površine Zemlje – najveće Sahara

### Širenje pustinja (dezertifikacija)

* dezertifikacija – proces nestajanja obradivih površina i širenja pustinja
* najizraženija uz rubna područja pustinja – rubna područja Sahare (Sahel)
* širenje pustinje je moguće zaustavit sadnjom biljaka (primjer u Kini – veliki zeleni kineski zid)
* čimbenici koji utječu na razmještaj pustinja:
  + **geografski položaj** – većina pustinja nastaje u subtropskim područjima oko obratnica – polja visokog tlaka zraka i područja puhanja pasata – Sahara, Kalahari, Velika pješčana pustinja, Viktorijina pustinja
  + **kontinentalnost** – udaljenost od mora smanjuje dotok vlažnog zraka i povećava aridnost – Gobi, Takla Makan,Karakum, Kizlikum
  + **reljefna izoliranost** – položaj u zavjetrini planina smanjuje prolaznost vlažnih zračnih masa – Kalahari, Mojave, Patagonija
  + **hladne morske struje** – smanjuje intenzitet isparavanja morske vode i uzrokuje dotok suhog zraka s mora na kopno – Atacama i Namib

### Vrste pustinja

* postoje 4 tipa pustinja (s obzirom na gore spomenute čimbenike):

1. subtropske
2. obalne
3. pustinje u kišnoj sjeni
4. unutarnje pustinje

* pustinje s obzirom na sastav: **pješčane, kamenite, šljunkovite i glinovite pustinje**
* **hamade** (kamenite pustinje) – nastale snažnim djelovanjem vjetra koji je ogolio stjenovitu podlogu
* pjeskovite pustinje – u Aziji se nazivaju **kum** (Karakum, Kazilkum), a u Africi **erg**
* **seriri** (šljunkovite pustinje) – karakteristične su za zatvorene zavale iz kojih je vjetar ispuhao pjesak
* **takiri** (glinovite pustinje) – rijetke, najčešće uz obale mora i jezera (Kaspijsko jezero)
* prema termičkom režimu, pustinje se mogu podijeliti na **tople** (sve srednje mjesečne temp. su iznad 6 °C - Sahara) i **hladne** (sve mjesečne temp. su niže od 6 °C - Gobi)

### Deflacija i korazija

* razorno djelovanje vjetra (eolska erozija) očituje se procesima **deflacije** i **korazije**
* **deflacija** – proces ispuhivanja i raznošenja sitnih čestica u smjeru puhanja vjetra
* **korazija** – kada čestice nošene vjetrom stružu, nagrizaju i ruše stijenu ili površinu – najjača na visini od 1 m
* **gur** – gljivoliki ostjenak koji je u središnjem dijelu istanjen zbog korazivnog djelovanja vjetra - *gljivasti kameni reljefni oblik u pustinjama nastao korazijom nižih (prizemnih) dijelova stijena. Takvi oblici se ruše kad im se osnovica jako suzi, te tada ponovo pri tlu bivaju izloženi koraziji*
* **dine** (sipine) – uzvisine nastale taloženjem pijeska, različitih oblika i dimenzija – mogu biti pokretne i učvršćene
* najčešće vrste dina su srpaste (barhane) – Sahara, Kazahstan, francuska atlantska obala, Kalifornija i dr.
* pustinje po veličini:
  1. Sahara – 9,1 mil. km2
  2. Arapska pustinja – 2,33 mil. km2
  3. Gobi – 1,3 mil. km2
  4. Kalahari – 0,9 mil. km2
  5. Velika Viktorijina pustinja – 0,65 mil. km2
  6. Sirijska pustinja – 0,52 mil. km2
  7. Pustinja velike zavale – 0,5 mil. km2
* **vadij** – suho riječno korito; u Australiji se zovu **creeks**

## Krški reljefni oblici

* pojam **krš** uglavnom se veže za reljef i hidrografiju **vapnenačkih stijena** (CaCO3), a na **dolomitnim stijenama** razvijen je tzv. **fluviokrš**
* u stranoj literaturi za krš se koristi termin **karst**
* **kako nastaje krš 🡪** procesi koji oblikuju krš posljedica su pukotinske cirkulacije vode koja uz pomoć ugljikovog dioksida (CO2) koji u sebi sadržava, otapa čvrsti vapnenac – kalcijev karbonat (CaCO3) i pretvara u topljivi kalcijev hidrogen karbonat – time dolazi do otapanja karbonatnih stijena – „stijena polako nestaje“

### Krš umjerenih širina i krš tropskih krajeva

* **krš tropskih krajeva** karakterističan je za prostore tropske vlažne klime jugoistočne Azije i Srednje Amerike
  + radi brze korozije vapnenac se brzo mijenja i nastaju krške zaravni – npr. poluotok Yukatan
  + **kupasti krš** – osamljene uzvisine strmih padina
* **krš umjerenih širina** – dinarski krš – karakterističan za Dinaride
  + građen od karbonatnih stijena vapnenca i dolomita
  + prisutan rasprostranjen i složen sustav podzemnih šupljina
* razlikujemo **podzemne i površinske krške oblike**

### Podzemni krški oblici

* zbog poniranja vode dolazi do različitih podzemnih krških oblika
* **speleologija** – znanstvena disciplina koja se bavi proučavanjem fizičkih, geoloških i bioloških aspekata podzemnih oblika
* **najvažniji podzemni krško oblici**:
  + **jame**
  + **špilje**
  + **kaverne**
* jame i špilje sa više ulaza nazivaju se **špiljskim / jamskim sustavima**
* ulaz u špilju je horizontalan, a u jamu vertikalan
* **jame** – pretežno okomite udubine koje nastaju mehaničkim i korozivnim proširivanjem pukotina
* imaju nagib veći od 45° i dublje su od 5 metara
* rijetke su dublje od 1000 m, u Hrvatskoj imamo 3 dublje od 1000 m
* **najdublja jama (jamski sustav) u Hrvatskoj je Lukina jama – Trojama – 1431 m dubine**
* **špilje** (pećine) – udubljenja koja su se razvila vodoravno ili s nagibom manjim od 45°
* najduži špiljski sustav je sustav Mamutove špilje i špilje Flint Ridge u SAD-u – 527 km dug
* najpoznatiji špiljski sustav u Hrvatskoj su Cerovačke špilje; a najveći špiljski sustav Kita Gaćešina – Draženova puhaljka – 23 km duga (oba blizu Gračaca)
* **kaverne** – zatvorene šupljine u krškom području
  + otkrij se tijekom bušenja tunela, kamenolomskih radova i sl. i tada prestaju biti kaverne
* špiljski ukrasi – različiti akumulacijski oblici kalcij karbonata
  + **stalagmiti** – stupovi koji se dižu s dna špilje
  + **stalaktiti** – oblici kristalnih stupova koji vise sa špiljskih svodova
  + **stalagnati** – nastaju spajanjem stalaktita i stalagmita – špiljski stupovi

### Površinski krški oblici

* nastaju procesom korozije karbonatnih stijena, a to su:
  + škrape
  + kamenice
  + ponikve
  + uvale
  + zavale polja u kršu
  + zaravni
* **škrape** – uski žljebovi oštrih bridova koji su nastali otjecanjem vode niz kamene vapnenačke blokove
  + mogu biti u obliku žljebova (na strmim stijenama) i mreža (na blago nagnutim stijenama)
  + gusta premreženost škrapa na nekom području naziva se **škrapara** (ljuti krš)
* **kamenice** – mikroreljefni oblici na kompaktnim blokovima vapnenca – male rupe u velikim stijenama (manje od 1 m i pliće od 20 cm) – najčešće ispunjene vodom ili lišćem
* **ponikve** – ljevkasta udubljenja u kršu širine do nekoliko stotina metara
  + najčešći površinski oblik u kršu
  + prema nastanku dijele se na **normalne** (nastaju korozijom) i **urušne** (nastaju kada se uruši krovinski dio podzemne pukotine) – primjer Modro i Crveno jezero kod Imotskog
  + ponikve su agrarno važne radi nakupina crvenog tla na njihovom dnu
  + boginjavi (kozičavi) krš – ako je na nekom krškom području gustoća ponikvi veća od 40 – 60 ponikava/km2
* **uvale u kršu** – veće duguljaste udubine koje su nastale korozijom i mehaničkim djelovanjem vode
  + dimenzije: 500 – 1000 m duljine i oko 250 m širine
  + dno ispunjeno crvenicom i ponikvama
* **zavale polja u kršu** – najveće krške udoline koje su izdužene u smjeru pružanja slojeva ili se formiraju duž rasjeda
  + dimenzije: 2 do 50 km duljine i širine nekoliko stotina metara do petnaestak kilometara
  + nastale su tektonskim pomacima, a dna su zaravnjena radi taloženja materijala
  + sadrže stalne ili povremene tokove rijeka koje obično poniru
  + važna područja za agrarno iskorištavanje i naseljavanje – Lika i unutrašnjost Dalmacije
* **zaravni u kršu** – javljaju se u tropskim područjima ili u umjerenim širinama, a predstavljaju relikt koji podsjeća na nekadašnju tropsku klimu u tim krajevima
  + kineska pokrajina Yunnan, meksički poluotok Yucatan, u zapadnoj Istri i djelu sjeverne Dalmacije

## Biogeni i antropogeni procesi i oblici

### Biogeni procesi i oblici

* **koraljni grebeni** – ubrajaju se u organogene, tj. zoogene obale
  + nastaju rastom koraljnih kolonija u plitkim, čistim i toplim tropskim morima
  + sastoje se od izduženih koraljnih sprudova koji se uglavnom nalaze ispod površine mora
  + duljine su i do 2 000 km – Veliki koraljni greben uz obale Australije
* ako se koraljni greben veže uz vulkanske otoke koji se postupno snižavaju i tonu ispod mora, onda nastaju koraljni oblici – **atoli**
* **atoli** – koraljni greben prstenastog oblika koji zatvara plitku lagunu na mjestu nekadašnjeg vulkanskog otoka (najčešći su u Tihom oceanu)
* **fitogeni oblici obale** – nastaju rastom hidrofilne vegetacije – **mangrove šume** u priobalju Nove Gvineje, zapadne Afrike, Venezuele, Filipina…

### Antropogeni procesi i oblici

* najveći utjecaj čovjeka na reljef događa se u posljednjih 200 godina
* sječa šuma – izaziva denudaciju, eroziju i spiranje tla
* industrijalizacija – skretanje tokova rijeka radi hidroelektrana, akumulacijska jezera, brana
* dovodi se voda do suhih i pustinjskih krajeva – mijenja se pustinja
* **polderi** – otimanje morskih područja i pretvaranje u kopno – Nizozemska
* betonizacija obale izgradnjom luka, marina

# KLIMA I BILJNI POKROV NA ZEMLJI

## Vrijeme i klima

* **vrijeme** – trenutačno stanje atmosfere nad nekim mjestom (područjem)
* **meteorologija** (*grč*. *meteoros* – visok, na nebu) – znanost koja se bavi proučavanjem i promjenama u atmosferi
* **sinoptička meteorologija** – dio meteorologije koji se bavi prognoziranjem vremena
* vrijeme se određuje prema dominantnom ili najvažnijem elementu – npr. sunčano (bez obzira na par oblaka) ili vjetrovito (bez obzira na snagu vjetra ili količinu sunca i oblaka)
* **klima** (*grč. klima* – područje, mjesti) – prosječno stanje atmosfere nad nekim područjem
  + potrebno je višegodišnje opažanje i mjerenje, najčešće od 30 godina iz čega se onda izračunavaju prosječne vrijednosti koje određuju tip klime
* **klimatologija** – znanost koja se bavi određivanjem klime
* **klimatski elementi** – pokazatelji koji određuju klimu nekog prostora: **Sunčevo zračenje, temperatura zraka, tlak zraka, vjetar, vlaga, naoblaka, padaline i snježni pokrivač**
* klimatski elementi se mijenjaju pod utjecajem **klimatskih čimbenika** (modifikatora), a to su: Zemljina rotacija i revolucija, geografska širina, atmosfera, nadmorska visina, raspored kopna i mora, udaljenost od mora, morske struje, tlo i vegetacija te utjecaj čovjeka

### Sastav i struktura atmosfere

* **atmosfera** je Zemljin plinoviti omotač koji se zajedno s njom okreće oko Zemljine osi
* do 40 km nalazi se 99% mase atmosfere
* prema temperaturi atmosfera se može podijeliti na 4 sloja koja su međusobno odijeljena međuslojevima prijelaznih obilježja (pauze): troposfera, stratosfera, mezosfera i termosfera (
* **troposfera** – najniži i najgušći sloj atmosfere
  + gornja granica oko 9 km (na polovima) i 15 km (na ekvatoru)
  + sadržava gotovo svu vodu pa se u ovom sloju nalaze oblaci i nastaje glavnina padalina
  + s porastom visine temperatura opada do –60 °C
  + u troposferi nastaje većina procesa koji oblikuju vrijeme
  + troposfera završava prijelaznim slojem – **tropopauzom**
* **stratosfera** –u ovom se sloju stvara veća količina ozona (O3) pa se dio ovog sloja naziva **ozonosfera**
  + visina do 50 km
  + temperatura raste s porastom visine
  + završava **stratopauzom**
* **mezosfera** – najhladniji dio atmosfere (temp do -90 °C)
  + s porastom visine temperatura opada (do – 90 °C)
  + visine od 50 do 80 km
  + završava **mezopauzom**
* **termosfera** – karakterizira je povećanje temperature i visok stupanj ionizacije pa se ovaj sloj naiva **ionosfera**
* **egzosfera** – nalazi se iznad 1000 km visine i čini vanjski dio atmosfere u kojem je zrak jako razrijeđen
* **kemijski sastav atmosfere** – dušik 78%; kisik 21% i ostali plinovi 1% (najvažniji ugljik dioksid - CO2)
* ostale primjese: vodena para, brojne plinovite, krute i tekuće čestice
* **aeropolutanti** – tvari koje onečišćuju atmosferu – najvažniji su sumporov dioksid (SO2) i ugljikov dioksid - CO2) koji izazivaju **kisele kiše** (kisele padaline)
* **smog** – mješavina magle i dima, posebno prisutan u velikim gradovima gdje ima industrije i gustog prometa tijekom zimskih mjeseci
* **kloroflourougljici (CFC)** – **freoni** – posebno opasna vrsta aeropolutanata – uništavaju ozon i stvaraju **ozonske rupe**

## Temperatura zraka

* **temperatura zraka** je toplinsko stanje atmosfere izmjereno termometrom
* glavni izvor topline je **Sunčeva zračenje** ili **radijacija** – ukupna količina energije koju zrači Sunce
* **insolacija** – trajanje sijanja Sunca
* do Zemljine površine dođe 47% Sunčeve radijacije, a zagrijavanje ovisi o geo. širini (kutu upada Sunčevih zraka), trajanju dana, nagibu i insolaciji
* atmosfera se više zagrijava **dugovalnom (terestričkom) radijacijom** nego izravnom – dugovalno zračenje se uglavnom zadržava u troposferi, pa su slojevi bliži površini ujedno i topliji
* **efekt staklenika** – proces zadržavanja topline u atmosferi – za zadržavanje topline važni su CO2 i vodena para

### Mjerenje temperatura

* temperatura zraka mjeri **se u sjenovitom mjestu** i **na visini od 2 m** (meteorološka kućica)
* sinoptički termini su univerzalni za cijeli svijet, propisuje ih WMO (Svjetska meteorološka organizacija) i vrše se svaka tri sata, a glavni termini su: u ponoć, 6, 12 i 18 sati prema UTC-u
  + hrvatski termini mjerenja: 1, 7, 13 i 19 sati
* **klimatološki termini** za mjerenje vremena su 7, 14 i 21 sat
* **srednja dnevna temperatura** izračuna se zbrajanjem vrijednosti u 7, 14 i dva puta u 21 sat te dijeljenjem zbroja sa 4 – izražava se u Celzijevim stupnjevima (°C)
* promjene temperatura koje nastaju tijekom dana pokazuju **dnevni hod temperatura**
* **dnevna amplituda temperature** – razlika između najviše i najniže temperature dana
* **srednja mjesečna temperatura** – dobiva se zbrajanjem svih srednjih dnevnih temperatura i dijeljenjem zbroja sa brojem dana u mjesecu
* **srednja godišnja temperatura** – dobiva se zbrajanjem svih srednjih mjesečnih temp. i njihovim dijeljenjem sa 12
* **klimadijagram** –dijagram koji pokazuje godišnji hod temperatura i padalina
* **godišnja amplituda temperature** – razlika između srednje mjesečne temperature najtoplijeg i najhladnijeg mjeseca u godini

### Utjecaj nadmorske visine i geo. širine na temperaturu

* s porastom visine (u troposferi) zrak se hladi za 0,5 °C do 0,6 °C svakih 100 m – **vertikalni gradijent temperature**
* **temperaturna inverzija** (temperaturni obrat) – pojava kod koje temperatura raste s porastom nadmorske visine (povezano je s onečišćenjem atmosfere)
  + javlja se u konkavnim reljefnim oblicima (udubljenjima) i to uglavnom zimi – brzo noćno hlađenje podloge koje zagrije zrak iznad sebe – u Gospiću i na Zavižanu temp. inverzija zna biti i do 10 °C
* apsolutno najniža temp. ikad izmjerena na Zemlji – postaja Vostok na Antarktici (-­91,5 °C); a najviša izmjerena u Death Valley u Kaliforniji (56,7 °C) – apsolutna temp. amplituda na Zemlji 148,2 °C
* **izoterme** – linije koje spajaju mjesta na kartama s jednakom temperaturom
* **termički ekvator** – crta koja spaja mjesta na karti sa najvišim vrijednostima temperature

## Tlak zraka

* zrak nad nekim mjestom ima težinu, a ta težina je **tlak zraka** (atmosferski tlak)
* tlak zraka nad nekim mjestom odgovara trenutačnoj težini stupca zraka iznad te površine
* **hektopaskal** (hPa) – mjerna jedinica za mjerenje tlaka – često se koristi i milibar (mbar)
* granica između niskog i visokog tlaka je **1013 hPa** – **normalan (srednji)** **tlak** – tlak zraka izmjeren na 45° s.g.š. na morskoj obali pri temp. 0 °C
* čimbenici koji utječu na promjenu tlaka zraka:
  1. **nadmorska visina**
     + tlak je najviši na površini Zemlje
     + svakih 10,5 m tlak zraka opada za 1 hPa – **barometrijska stopa**
  2. **temperatura zraka** – zagrijavanjem tlak zraka postaje lakši i rjeđi, a hlađenjem teži i gušći
  3. **vlažnost** – vlažan zrak je lakši od suhog (vodena para je lakša od zraka)
     + topli zrak ima viši tlak
* **barometar** – instrument za mjerenje tlaka zraka – živin barometar i aneroid
* **barograf** – bilježi hod tlaka zraka kroz dan
* **izobare** – linije koje povezuju mjesta na karti sa istom vrijednošću tlaka zraka

### Polja tlaka i njihova raspodjela

* **polja tlaka** – područja s visokim ili niskim tlakom zraka
* **barometrijski** **maksimum** – sustav sa visokim tlakom zraka – na sinoptičkoj karti se označava slovom **V** i nad tim područjem se često pojavljuju **anticiklone**
* **anticiklona** – polje visokog tlaka zraka koje opada od središta prema rubovima uz istodobno spuštanje hladnog zraka u središtu – donosi stabilno i uglavnom vedro vrijeme
* **barometrijski minimum** – sustav sa niskim tlakom zraka – na sinoptičkoj karti se označava slovom **N** i nad tim područjem se često javljaju **ciklone**
* **ciklona** – polje niskog tlaka zraka – tlak zraka je najviši na rubovima, dok je u središtu najniži i uzdiže se – donosi nestabilno i kišovito vrijeme
* nad određenim područjima u određeno doba godine prevladavaju određena polja tlaka zraka – nad Euroazijom zimi je polje visokog tlaka zraka (tlo rashladi zrak iznad sebe), a ljeti polje niskog tlaka zraka (tlo zagrije zrak iznad sebe)
* na određenim dijelovima Zemlje tlak ostaje nepromijenjen – barometrijski minimum oko ekvatora i barometrijski maksimumi oko obratnica i polova

### Strujanje zraka

* tlak uvijek teži izjednačenju
* **vjetar** – strujanje zraka iz područja višeg u područje nižeg tlaka zraka
* na smjer puhanja vjetra utječe Corioliusova sila – vjetrovi skreću prema zapadu od polova prema ekvatoru, a suprotno ako se kreće od ekvatora prema polovima
* ciklona i anticiklona se kreću prema istim zakonitostima kao i planetarni vjetrovi

## Cirkulacija zraka

### Vjetar

* **Vjetar** – horizontalno strujanje zraka iz područja višeg u područje nižeg tlaka zraka
* odrednice vjetra su: **brzina**, **smjer** i **jačina**
* **smjer** vjetra određuje se onom stranom svijeta iz koje vjetar puše (npr. bura puše iz SI)
* **anemometar** – sprava kojom se određuje brzina i smjer puhanja vjetra
* brzina se izražava u m/s a rjeđe u km/h – u izvješćima za pomorce se koristi **čvor** – nm/h (nautička milja na sat)
* brzina vjetra je veća što je veća razlika u tlakovima zraka te vrsta podloge (što manje trenje, vjetar je brži)
* **ruža vjetrova** – grafički pokazuje učestalost i brzinu (smjer) vjetra
* utjecaj vjetra na okoliš izražava se u **boforima** (Bf) – Beaufortova ljestvica
* prema veličini prostora nad kojim se događa, razlikujemo **primarnu, sekundarnu i tercijarnu cirkulaciju**

### Primarna cirkulacija zraka - planetarna

* primarnu (planetarnu) cirkulaciju čine **stalni (planetarni) vjetrovi**
* smjer planetarnih vjetrova određen je globalnom raspodjelom tlaka zraka – pravilnije je nad oceanima
* planetarni vjetrovi su:
  1. **polarni istočni vjetrovi**
  2. **glavni zapadni vjetrovi**
  3. **pasati**
  4. **zimski monsuni**
  5. **ljetni monsuni**

**polarni istočni vjetrovi**

* + pušu iz polarnih područja visokog tlaka prema polarnicama oko kojih je područje niskog tlaka zraka
  + na sjevernoj polutci pušu kao sjeveroistočni, a na južnoj kao jugoistočni vjetrovi (radi rotacije Zemlje – Corioliusova sila)

**glavni zapadni vjetrovi**

* + pušu iz područja subtropskih maksimuma prema područjima niskog tlaka zraka oko polarnica
  + zbog rotacije Zemlje skreću i pušu iz smjera zapada
  + topli su i pušu sa mora na kopno zimi – između 40° i 60° s.g.š i 35° i 65° j.g.š.

**pasati**

* + pušu od obratnica (subtropski maksimumi) prema ekvatoru (ekvatorski minimum)
  + na sj. hemisferi skreću udesno, a na južnoj ulijevo
  + približavajući se ekvatoru, slabe, pa dolaze u područje **ekvatorskih tišina** (kalme) – jako uzlazno strujanje zraka

**monsuni**

* + nastanak monsuna vezan je uz nejednako zagrijavanje kopna i oceana
  + javljaju se u tropskim krajevima južne, jugoistočne i istočne Azije – **monsunska** **Azija**
  + **zimski monsuni** – nastaju zimi kada se iznad rashlađenog kopna stvara polje visokog tlaka zraka, a iznad oceana polje niskog tlaka zraka (Tihi i Indijski ocean) što uzrokuje strujanje zraka sa kopna na more
    - zimski monsun ne donosi kišu – zrak je suh
    - jače se osjeti u istočnoj nego u južnoj Aziji radi Himalaje koja ga blokira
  + **ljetni monsuni** – pušu ljeti sa relativno hladnog mora (Indijski i Tihi ocean) prema toplom kopnu
    - donosi padaline (obilne) jer se zrak nakupi vlage prelaskom preko oceana
    - monsuni su važni za život u područjima koja zahvaćaju (poljoprivreda, poplave…)

### Zračne mase i fronte

* **zračne mase** – veliki volumeni troposferskog zraka koji poprime karakteristike (temperaturu i tlak zraka) podloge iznad koje se nalaze – npr. iznad pustinja, oceana ili hladnih područja
* horizontalne dimenzije su od 500 do 5000 km, a vertikalne 1 do 20 km
* polagano se premještaju preko nekog područja i donose dulja razdoblja nepromijenjenog vremena
* razlikujemo kontinentske (suhe) i maritimne (vlažne) zračne mase te hladne i tople
* osnovni tipovi zračnih masa:
  1. arktička i antarktička – između polova i polarnica
  2. polarne zračne mase – između polarnica i 35° g.š.
  3. tropske zračne mase – oko obratnica (15° - 35° g.š.)
  4. ekvatorske – oko ekvatora do 15° g.š.
* **frontalna ploha** – mjesto gdje dođu u doticaj zračne mase različitih svojstava – pojas širok oko 100 km
* **fronta** – mjesto presjeka frontalne plohe za Zemljinom površinom

### Sekundarna cirkulacija

* sekundarnu cirkulaciju čine strujanja u ciklonama, anticiklonama i tropskim ciklonima
* **ciklone** – sustavi niskog tlaka zraka koji nastaju na mjestu doticaja zračnih masa različitih temperatura
* **nastanak ciklone / fronti pogledaj na 155 – 156 stranici u udžbeniku**
* na vrijeme u Hrvatskoj utječu **Genovska** i **Islandska** ciklona
* **anticiklone** – suprotnost od ciklona – mogu nastati na svim dijelovima svijeta osim oko ekvatora
* formiraju se unutar jedne zračne mase i **nemaju fronti**
* nema naoblake a padaline su rijetke
* iz središta anticiklone zrak se spušta prema rubovima, pa on utječe na ciklone – pritječe u ciklone
* na vrijeme u Hrvatskoj utječu **Azorska** (ljeti) i **Sibirska** (zimi) anticiklona
* **tropski cikloni** – razvijaju se iz tropskih oluja nad toplim tropskim morima, češće na sjevernoj hemisferi
* u središtu je **oko ciklona** – vrijeme je mirno, dok prema njemu zrak vrtložno struji
* ciklon se premješta brzinom 16 do 24 km/h i promjer mu je do 2000 km
* naziv ciklon uobičajen je za Tihi ocean, u zapadnom Pacifiku se zove **tajfun**, u zapadnoj polutci **hurricane** a u Australiji **willy-willy**
* **föhn** – topli vjetar u Alpama koji se spuštajući zagrijava i uzrokuje otapanje snijega i lavine – javlja se i u Stjenjaku (chinook) i Andama (zonda)
* **nepogode** – povremene i kratkotrajne promjene vremena velikih jakosti koje su ograničene na manja područja
  + uzrokuje ga uzlazno strujanje zraka izazvano zagrijavanjem
  + česti su u tropima
  + javljaju se oblaci kumulinimbusi koji izazivaju kišu, tuču, snijeg, jak vjetar, munje i grmljavinu – izražena vertikalna dimenzija oblaka (visina preko 5 km)
* između baze kumulinimbusa i podloge može se formirati **tornado** – spiralni vrtlog ispunjen vodenom parom i prašinom promjera do nekoliko stotina metara i za oko 100 hPa manjim tlakom u sredini
* brzina vrtnje tornada može biti i do 400 km/h, pa tornado usisava sve oko sebe i baca u zrak
* pojava tornada najčešća je u Velikim ravnjacima SAD-a – aleja tornada (preko 700 tornada godišnje)

### Tercijarna cirkulacija

* tercijarna cirkulacija obuhvaća lokalne vjetrove koji nastaju na doticaju kopna i mora te padinsku cirkulaciju
* **zmorac** – vjetar koji puše s mora na kopno jer se more preko dana sporije zagrijava
* **kopnenjak** – vjetar koji puše sa kopna na more jer se kopno preko noći brže ohladi od mora
* padinska cirkulacija – danik (dolinski vjetar) – puše iz doline u viša područja jer se prisojna strana brže ugrije
* noćnik (gorski vjetar) – puše noću kad se padine jako ohlade

## Vlaga u zraku i padaline

### Vlaga zraka

* vodena para u atmosferi je vlaga zraka – nastaje isparavanjem iz oceana i površine Zemlje
* apsolutna vlažnost – broj grama vodene pare u kubičnom metru zraka
* relativna vlažnost – postotak zasićenosti zraka vodenom parom, odnosno odnos vlage u zraku i maksimalne vlage koju bi zrak pri određenoj temperaturi mogao primiti
* najveću relativnu vlažnost imaju polarni krajevi (80% i više) zbog niske temperature i ekvatorsko područje zbog velikog isparavanja i pritjecanja vlažnog zraka nošenog pasatima
* najmanje vlage imaju subtropska područja od 30 do 50%
* **zrak je zasićen** vodenom parom kad se u zraku nalazi maksimalna količina vodene pare koju može primiti
* **rosište** – temperatura na kojoj zrak postaje zasićen vodenom parom
  + ako je rosište iznad 0 °C, onda dolazi do kondenzacije – vlaga prelazi u kapljice
  + ako je rosište ispod 0°C, onda dolazi do sublimacije – vlaga prelazi u pothlađene kapljice, a ako je još niža temperatura (-12 °C) u kristaliće leda

### Magla i oblaci

* **magla** nastaje kondenzacijom i sublimacijom vodene pare pri tlu
* magla se sastoji od vodenih kapljica i kristalića leda koji lebde u zraku
* **gusta magla** – ako je vidljivost manja od 200 m; **sumaglica** – ako je vidljivost 1 do 2 km
* **oblaci** nastaju kondenzacijom i sublimacijom vodene pare u atmosferi – građeni od sitnih kapljica vode i čestica leda
* **prema obliku** oblaci se dijele na 10 rodova:
  + cirrus (vlaknasti)
  + cumulus (grudasti)
  + stratus (slojeviti)
  + altus (visoki)
  + nimbus (kišni)
* **prema visini nastanka** rodovi oblaka pripadaju: **visokom, srednjem i niskom katu**
* **oblaci visokog kata** – sastoje se od ledenih kristala i nastaju na visinama iznad 6 km – uvijek su bijeli – **cirusi, cirokumulusi i cirostratusi**
* **oblaci srednjeg kata** – formiraju se na visinama od 2 do 6 km – sastoje se od ledenih kristala, pothlađenih kristala ili njihove kombinacije – **altokumulusi i altostratusi**
* **oblaci niskog kata** – imaju bazu na oko 2 km i sastoje se uglavnom od vodenih kapljica – **stratusi, nimbostratusi i stratokumulusi**
* **oblaci vertikalnog razvitka** – posebna skupina oblaka – **kumulusi i kumulinimbusi**
* **naoblaka** – prekrivenost neba oblacima – mjeri se prema tome koliko je neba prekriveno oblacima
* naoblaka je veća nad morem pa je južna polutka oblačnija od sjeverne

### Padaline

* **padaline** su oblici kondenzirane ili sublimirane vodene pare u zraku koji padaju na Zemljinu površinu
* kiša, snijeg i tuča padaju iz oblaka, doku inje, poledica, mraz i rosa nastaju pri tlu
* **rosa** – sitne kapljice koje nastaje kondenzacijom zbog brzog hlađenja tla i zraka pri tlu (rosište mora biti iznad 0°C) – ako je rosište niže od 0°C, onda nastaje **mraz**
* **inje** – vjetar nosi pothlađene kapljice vode koje se hvataju po predmetima i zaleđuju (zalede se kad dodirnu čvrsti predmet ili jedna drugu)
* **poledica** – kada pothlađene kapljice vode padnu na tlo čija je temperatura niža od 0°C i odmah se zalede – nastaje tanak sloj leda
* **kiša** – nastaje u oblacima gdje se sitnije kapljice stapaju u krupnije i pod djelovanjem gravitacije padaju na Zemljinu površinu – može nastati i otapanjem kristalića leda u oblacima koji onda padaju na Zemlju
* **snijeg** – nastaje sporom sublimacijom vodene pare čija je temperatura niža od ledišta – pri tome se stvaraju ledeni kristali koji se sljepljuju u pahulje
* **tuča** – nastaje u oblacima velikih vertikalnih dimenzija (kumulinimbusi) – pothlađene kapljice vode se dižu i sljepljuju sa zrncima leda te brzo zalede – zrnca tuče nastaju od jezgre oko koje se nakupe slojevi leda uzastopnim spuštanjem i izdizanjem unutar oblaka – promjer zrnaca tuče od 5 mm do 5 cm
* **prema načinu postanka** razlikujemo **frontalne, orografske i konvekcijske padaline**
* **frontalne padaline** – topli zrak se izdiže duž fronti u ciklonama iznad hladnog zraka, hladi se i kondenzira te tako nastaju padaline – slabijeg intenziteta ali zahvaćaju veća područja
* **orografske padaline** – uzrokovane reljefom – kada zračna masa naiđe na reljefnu prepreku, izdiže se, hladi i kondenzira te nastaju padaline na privjetrinskoj strani – na zavjetrinskoj strani se zrak spuštanjem zagrijava svakih 100 m po 1°C te se naoblaka razbija – primjer Velebita i bure
* **konvekcijske padaline** – nastaju iznad jako zagrijane podloge od koje se zagrijava zrak i postaje lakši te se izdiže i hladi za 1 °C svakih 100 m – kada dođe to točke rosišta, kondenzira se i pada u obliku kiše
* **kišomjer** – mjeri količinu padalina a izražava se u **milimetrima padalina** – 1 mm padalina je količina vode od 1 l na površini od 1 m2
* **godišnji hod padalina** – raspored i intenzitet padalina kroz godinu dana
* raspored padalina na svijetu je neravnomjeran – najveći dijelovi Zemlje imaju oko 500 mm padalina (suho i polusuho područje) – najviše padalina primaju tropi (Južna Amerika i Afrika) i monsunska Azija
* veću količinu padalina imaju područja uz more i reljefne uzvisine
* **izohijete** – crte koje na karti spajaju mjesta sa jednakom količinom padalina

## Klimatska regionalizacija i život na Zemlji – A i B klime

### Köppenova klasifikacija klime

* klasifikacija na temelju točno određenih vrijednosti **padalina** i **temperatura**
* pet klimatskih razreda:
  1. **A – tropske kišne klime**
  2. **B – suhe klime**
  3. **C – umjereno tople kišne klime**
  4. **D – sniježno-šumske klime**
  5. **E – sniježne klime**
* **postoje podskupine** s obzirom na razlike u **vlažnosti** (f – vlažno, s – suša ljeti, w – suša zimi) i **temperaturi** (d – vruće ljeta, b – toplo ljeto, c – svježe ljeto)

### Tropske kišne klime (A)

* klime kod kojih srednja mjesečna temperatura tijekom cijele godine **nije niža od 18°C**
* obilježava ih obilje padalina te pojava tropskih ciklona
* vrste tropske kišne klime su:
  1. prašumska klima (Af)
  2. savanska (Aw)
  3. tropska monsunska (Am)

### Prašumska klima (Af)

* prevladava **oko ekvatora** – od 5 do 10° g.š. – područja niskog tlaka zraka
* ekvatorski djelovi J. Amerike, Afrike i Azije, Male Antile, karipsku obalu Srednje Amerike
* karakteriziraju **je visoke temperature i obilje padalina** (ni jedan mjesec ne padne manje od 60 mm padalina)
* dnevne temperaturne amplitude veće od godišnjih
* **konvekcijske padaline** radi visokih temperatura
* vegetacija – **prašuma** (tropska kišna šuma)

### Savanska klima (Aw)

* prevladava između 5 i 20° g.š.
* **visoke temperature**, ali su godišnje amplitude veće nego u prašumskoj
* manja količina padalina nego u prašumskoj i neujednačen hod – razlikuju se **kišno i sušno razdoblje**
* oskudna vegetacija – **savane** (biljna zajednica visokih trava i rijetkog drveća) – savane u Brazilu se nazivaju *camposi* a na sjeveru J. Amerike – *llanos*
* najprostranije savane su u Africi

### Tropska monsunska klima (Am)

* prijelazni tip između prašumske i savanske – jako rijetka
* prevladava u južnoj i jugoistočnoj Aziji – monsunska Azija i dio Južne Amerike
* razlikuje se kišno i sušno razdoblje, ali je razlika u količini padalina – kišno razdoblje u monsunskoj klimi ima znatno više padalina od kišnog razdoblja u savanskoj
* temperature su najviše prije ljetnih monsuna
* prašumska vegetacija u Aziji – **džungla**

### Suhe klime (B)

* glavna karakteristika ovih klima je stalni nedostatak vode jer je **količina isparavanja veća od količine padalina**
* područja s manje od 250 mm padalina godišnje – **pustinjska klima**; a područja sa 250 do 500 mm padalina – **stepska klima**
* vrste suhih klima:
  1. pustinjska (Bw) – vruća pustinjska (Bwh) i hladna pustinjska (Bwk)
  2. stepska (Bs) – vruća stepska (Bsh) i hladna stepska (Bsk)

### Pustinjske klime (Bw)

* obilježava ih oskudica padalina i velike dnevne temperaturne amplitude (više od 20°C)
* noću se javlja rosa
* kserofilna vegetacija
* **oaze** – područja koja imaju tijekom cijele godine vodu – arteški i subarteški bunari
* pustinjske klime dijelimo na:
  1. **vruće pustinjske klime (Bwh)** – imaju srednju godišnju temp. **višu od 18°C** – na zapadnim obalama kontinenata, izloženi hladnim morskim strujama – Sahara, Kalahari, Velika Viktorijina pustinja, Lut, Thar, Sonora (Meksiko)
  2. **hladne pustinjske klime (Bwk)** - imaju srednju godišnju temp. **nižu od 18°C** – nastaju radi kontinentalnosti (velikom udaljenošću od oceana) – Gobi, Takla Makan, Karakum

### Stepska klima (Bs)

* nalaze se na rubovima pustinja i čine prijelaz između suhih i vlažnih klima
* dva podtipa stepskih klima –**vruća stepska klima (Bwh)** – oko vrućih pustinja **i hladna stepska klima (Bwk)** – oko hladnih pustinja
* stepe imaju malo više padalina od pustinja
* prirodna vegetacija je **stepa** – niska trava
* specifično tlo – **crnica** (rus. černozem) – plodno tlo humusom
* stepe su pretvorene u žitnice – glavna žitorodna područja svijeta

## Klimatska regionalizacija i život na Zemlji – C, D i E klime

### Umjereno tople kišne klime (C)

* to su klime s pravilnom izmjenom godišnjih doba u kojima srednja temperatura najhladnijeg mjeseca nije ispod   
  **– 3 °C** i barem jedan mjesec ima srednju temp. višu od **10°C**
* podvrste umjereno tople kišne klime:
  1. umjereno topla vlažna (Cf)
  2. sredozemna (Cs)
  3. sinijska (Cw)

### Umjereno tople vlažne (Cf)

* jednaka raspodjela padalina tijekom cijele godine – od 500 do 1500 mm padalina
* ljeta su vruća (u nižim geo. širinama), a sa povećanjem geo. širne postaju topla i svježija
* podvrste su: umjereno topla vlažna **s toplim ljetom (Cfb) – klima bukve**
* na jugu, vegetacija ove klime prelazi u travnate zajednice – papme u Argentini i prerije u SAD-u
* na sjeveru, vegetacija prelazi iz listopadne šume prelazi u **tajgu**

### Sredozemna klima (Cs)

* blage i kišovite zime te suha i vruća ljeta
* podtip s vrućim ljetima naziva se **klima masline (Csa)**
* **sredozemna klima s toplim ljetom (Csb)** – uz Sredozemlje, Čile, južni dijelovi Afrike i Australije
* vegetacija – **makija** – vazdazelena šikara, **garig** i **sredozemni** **kamenjar**
* kultivirane biljke – agrumi, maslina, vinova loza, smokva

### Sinijska klima (Cw)

* koncentracija padalina je u toplom dijelu godine, zime su suhe
* podtipovi s vrućim i toplim ljetima (Cwa i Cwb) – granica je 22°C
* karakteristična je za istočnu i jugoistočnu Aziju te dijelove Afrike i obje Amerike
* biljni pokrov su šumovite i travnate stepe

### Snježno-šumske ili borealne klime (D)

* najhladniji mjesec ima srednju temperaturu nižu od **– 3 °C**, a srednja temperatura najtoplijeg mjeseca nije viša od **10 °C**
* zime su duge i hladne, a ljeta kratka i vruća, velike godišnje temperaturne amplitude (preko 30°C)
* rasprostranjene su na sjevernoj hemisferi i na višim planinskim predjelima
* s obzirom na količinu padalina, razlikujemo vlažnu i suhu borealnu klimu

### Vlažna borealna (Df)

* zime su vrlo hladne a ljeta mogu biti svježa, topla pa čak i vruća, ovisno o geo. širini i nadmorskoj visini
* količina padalina od 600 do 900 mm godišnje (smanjuje se udaljavanjem od obale)
* najviše padalina u proljeće i rano ljeto, prevladava snijeg
* vegetacija – **tajge** – šume četinjača u kojima prevladava smreka, jela i bor
* na sjevernim predjelima tajga prelazi u **tundru** – lišajevi, mahovine i rijetko kržljavo grmlje (močvare)
* prisutna u Kanadi, sjeveru SAD-a, u Skandinaviji i sjeveru Sibira

### Suhe borealne (Dw)

* područje istočne i sjeveroistočne Azije
* zime vrlo hladne (temp. najhladnijeg mjeseca niža od – 38°C) - najhladnija područja na Zemlji na kojima su stalno naseljeni ljudi
* malo padalina, uglavnom u toplijem dijelu godine kada ih donesu monsuni
* vegetacija: **tajga** koja na sjeveru prelazi u **tundru**

### Snježne klime (E)

* klime koje nemaju ljeta – klima polarnih prostranstava i najviših vrhova
* razlikuje se hladno i manje hladno razdoblje
* temperatura najtoplijeg mjeseca ne prelazi 10°C
* podvrste: klima tundre (ET) i klima vječnog mraza (EF)

### Klima tundre (ET)

* zahvaća najsjevernije dijelove sjeverne hemisfere i najviše planinske vrhove
* zime vrlo hladne a ljeta maglovita – srednja temp. najtoplijeg mjeseca niža od 10°C
* mala količina padalina radi suhog zraka – 250 mm
* nema drveća, radi **permafrosta** – dominantna vegetacija je **tundra** – lišajevi i mahovine sa patuljastim drvećem

### Klima vječnog mraza (EF)

* najhladnija klima na Zemlji – raširena u polarnim područjima bez stalne naseljenosti
* Arktik, Antarktika i Grenland
* temperatura najtoplijeg mjeseca u godini ne prelazi 0°C
* količina padalina oko 150 mm – jedina padalina je snijeg
* nema vegetacije – pingvini, polarni medvjed, tuljani

## Sinoptičke karte i vremenska prognoza

* **meteorološke postaje** – neprekidno tijekom 24 sata prikupljaju podatke o vremenu
* sinoptičke postaje – prikupljaju informacije o budućem vremenu – površinske (kopnene i brodske) i visinske (zrakoplovi i dr.) – prikupljene podatke šalju u meteorološke centre (DHMZ)
* ti podatci se obrađuju i simulira se buduće vrijeme uz pomoć **prognostičkih numeričkih modela**
* najpoznatiji globalni prognostički numerički model je **GFS** (Global Forecasting System) a za Europu **ECMWF** (European Centar for Medium-Range Weather Forecasting) i za Hrvatsku – **Aladin** **HR**
* **sinoptičke karte** se rade na temelju numeričkih podataka, a mogu biti **dijagnostičke** (prikazuju postojeće stanje) ili **prognostičke** (na osnovi numeričkog modela prikazuju očekivano stanje atmosfere)
* Na sinoptičke karte se brojevima, znakovima i izolinijama unose podatci o temperaturi i tlaku zraka, naoblaci, padalinama, smjeru i brzini vjetra.
* meteorološki podatci se dijele na **prizemne** (podatci iz površinskih meteoroloških postaja) i **visinski** (podatci iz meteoroloških satelita, radiosonažnih postaja i dr.)
* **vremenska prognoza** – stručno predviđanje vremena
* **biometeorološka prognoza** – objašnjava utjecaj vremenskih prilika na čovjeka
* prognoze se prema namjeni dijele na **opće** i **posebne**
* **opće prognoze** – namijenjene širokom krugu korisnika – sadržavaju osnovne informacije
* **posebne prognoze** – namijenjene određenim korisnicima i sadrža detaljne informacije o određenim elementima – za pomorce, zrakoplovce, poljoprivrednike…
* prema duljini prognoze se dijele na vrlo kratkoročne (do 12 sati), kratkoročne (do 3 dana), srednjoročne (do 10 dana) i dugoročne (mjesečne i sezonske)
* prema veličini područja razlikujemo mjesne, regionalne (npr. sjeverni Jadran) i prognoze za veća područja (npr. Hrvatsku, Europu, Aziju…)
* točnost prognoze se smanjuje sa brojem dana predviđanja – točnost prognoze za peti dan jednaka je točnosti prognoze za drugi dan – više od 5 dana nije baš točno

# VODE NA ZEMLJI

## Svjetsko more

* 71% površine planeta Zemlje je voda – 361 mil. km2
* voda je u neprestanom pokretu – **hidrološki ciklus** – kružno gibanje vode u atmosferi – godišnje ispari oko 1/4 oceanske vode koja se kondenzira ili sublimira i vrača na zemlju u obliku padalina
* voda na Zemlji može se naći u tri agregatna stanja: kruto, tekuće i plinovito
* **hidrogeografija** – specifična grana geografije koja proučava vodu u svim njenim značenjima i oblicima
* **svjetsko more** čine sva mora povezana u jednu cjelinu – 96,5% sve vode koja je u tekućem stanju
* veći dio svjetskog mora nalazi se na južnoj hemisferi – 81%
* **oceanografija** – znanost koja se bavi proučavanjem mora s fizikalnog, kemijskog, biološkog i geološkog stajališta
* svjetsko more se dijeli na **mora i oceane**
* **oceani** – jedinstvene, kontinuirane mase morske vode golemih dimenzija – **Tihi, Atlantski, Indijski, Južni** (do 60° j.g.š.) **i Arktički ocean** (na sjeveru, omeđen Sj. Amerikom i Euroazijom)

### Tihi ocean (Pacifik ili Veliki ocean)

* najveći (**156 mil. km2 –** oko1/3 Zemljine površine) i najdublji (**11 034 m** – Challenger deep u Marijanskoj brazdi) ocean na Zemlji
* većim dijelom leži na tihooceanskoj litosfernoj ploči

### Atlantski ocean (Atlantik)

* drugi po veličini (oko 77 mil. km2 – oko 1/4 svjetskog mora)
* prosječna dubina 3338 m, a najveća izmjerena 8605 – brazda Puerto Rico
* Grci (Herodot) su ga zvali Atlasovo more

### Arktički ocean (Sjeverni ocean)

* obuhvaća Sjeverno ledeno more s okolnim morima oko Arktika
* površina 14 mil. km2 – najmanji i najplići ocean – u središtu se nalazi sjeverni pol – 1/2 oceana je led
* prosječna dubina 1038 m, a najveća izmjerena 5450 m – točka Litke Deep
* zbog relativno male površine i omeđenosti kontinentima, može se smatrati **najvećim mediteranom**

### Indijski ocean

* jedan od najmlađih oceana (uz Južni ocean) - nastao prije 120 mil. god
* površina oko 69 mil. km2 – oko 20% površine svjetskog mora
* prosječna dubina oko 3890 m, a najveća izmjerena 7258 m - brazda Java

### Južni ocean (Antarktički ocean)

* u oceane je uvršten 2000. godine
* u potpunosti okružuje Antarktiku i proteže se do 60° j.g.š.
* jedini među oceanima koji nema kopnom određene granice već su mu granice određene Antarktičkom cirkumpolarnom strujom (svojstvima mora)
* površina oko 20 mil. km2 – prosječna dubina 4000 do 5000 m; najveća izmjerena 7236 m – brazda Južni Sandwich

### Mora

* **mora** su dijelovi oceana koji su odijeljeni otocima ili pojedinim dijelovima kopna
* nalaze se u rubnim dijelovima oceana i dijele se na **sredozemna (mediterane) i ostala (rubna) mora**
* **sredozemna mora** (mediterani) su mora koja se nalaze između dva ili više kontinenata – Sredozemno more, Američki mediteran (Meksički zaljev i Karipsko more), Australoazijski mediteran (mora između Azije i Australije)
* **morski tjesnaci** ili **prolazi** – poveznice mora i oceana – Malajski prolaz, Gibraltar, La Manche, Bospor…
* **morski kanali** – umjetno prokopani kanali – Suez, Panamski kanal, Kielski, Korintski, morski put St. Lawrence
* **ostala mora (rubna mora)** – od oceana su odijeljena otocima ili poluotocima – Sjeverno more, Japansko more, Celebesko, Sargaško, a povezani su njima otvorenom pučinom
* manji oblici morske raščlanjenosti: zaljevi, rijasi, zatoni, fjordovi i lagune

## Svojstva i dinamika morske vode

### Svojstva morske vode

* svjetsko more sadržava oko 1,35 mlrd. km3 morske vode
* svojstva morske vode su:
  1. salinitet
  2. temperatura
  3. prozirnost
  4. boja
* **salinitet** (slanost ili slanoća) je ukupna količina soli (izraženo u gramima) u jednoj litri morske vode
* slanost mora izražava se u promilima
* **izohaline** – linije na karti koje spajaju mjesta jednakog saliniteta
* prosječna slanost svjetskog mora je **35 ‰** (35 grama soli na 1 litru morske vode)
* najveći salinitet imaju topla mora radi velikog isparavanja, male količine padalina i slabog pritjecanja vode tekućicama – Crveno more i Perzijski zaljev – **41 ‰;** Sredozemno more 37 - 39‰; Jadransko more 38 – 39 ‰
* najmanji salinitet imaju hladna mora i mjesta gdje se rijeka ulijeva u more
* 85% svih soli u morskoj vodi otpada na natrijev klorid ili kuhinjsku sol (NaCl); od ostalih soli najzastupljeniji su magnezijev klorid i magnezijev sulfat
* **desalinizacija** – postupak odslanjivanja morske vode i pretvaranje u vodu za piće
* najveći salinitet izmjeren je u Mrtvom moru (jezero, depresija) – oko **270 ‰** – nema riba u Mrtvom moru
* **temperatura** – na zagrijavanje mora utječe najviše Sunčeva radijacija, a manjim dijelom podmorska geotermalna aktivnost
* velike razlike između temperatura dna i površine
* najtoplija i najslanija su mora uz ekvator, a najhladnija oko polarnih područja
* termoklina – područje nagle promjene temperature na dubini od 300 do 1000 m – temperatura pada za 8 do 10 °C
* **prozirnost** – optičko svojstvo mora na koje utječe jačina osvijetljenosti te kemijski i biološki sastav vode
* toplija mora su prozirnija (radi siromašnijeg života) a hladnija mora su mutnija
* prozirnost mora se određuje bijelom pločicom koja se naziva **Secchijev disk** – prozirnost mora se određuje dubinom na kojoj se vidi odbljesak od Scchijevog diska – npr. Sargaško more ima prozirnost 66 m, Jadransko more ima prozirnost 56 m
* **boja** – svojstvo vode na koju najviše utječe reflektirana Sunčeva svjetlost, morsko dno, živi svijet u moru, boja obale, boja neba, primjese u morskoj vodi i dr.
* čista morska voda bez primjesa najviše odbija plavi dio spektra, pa je boja mora najčešće plava
* mora bogata planktonom su maslinastozelena
* Žuto more je žuto radi velike količine lesa kojeg donosi rijeka Huang Ho (Žuta rijeka)
* Crveno more je crveno radi algi

### Dinamika morske vode

* na dinamiku morske vode utječu valovi, morske struje i morske mijene, a dugoročno i promjena razine mora
* **morski** **valovi** – kružna gibanja morske vode koji većinom nastaju djelovanjem vjetra
* valove mogu stvarati i potresi – tsunami, vulkanske erupcije, otkidanje ledenjaka s kopna, klizanje morskog mulja i dr.
* **morske struje** su vodoravna kretanja velikih masa vode najčešće uzrokovana puhanjem vjetrova
* nose velike količine morske vode s jednog dijela na drugi i sežu i do 600 m dubine
* svaka morska struja ima smjer (određuje ga smjer puhanja vjetra), brzinu (u km na sad ili dan) i toplinu (tople ili hladne morske struje)
* tople su one čija voda je toplija od okolnog mora kojim prolaze, a hladne obrnuto
* morske struje čine zatvorene sustave kojih je na Zemlji pet:
  1. sjevernoatlantski
  2. južnoatlantski
  3. sjevernopacifički
  4. južnopacifički
  5. indijski
* morske struje su klimatski modifikatori (utjecaj Golfske struje na klimu Europe), utječu na plovidbu (posebice jedrenjacima) i utječu na bogatstvo mora ribom (posebno na dodiru struja različitih kemijskih svojstava – obale Newfoundlanda, Japana, Čilea i Perua
* **morske mijene ili plima i oseka** – nastaju zbog privlačnih sila Sunca i Mjeseca i rotacije Zemlje
* kruženje Mjeseca oko Zemlje uzrokuje periodično dizanje (plima) i spuštanje (oseka) razine mora
* najčešće su poludnevne morske mijene – svakih 6 sati i 12 min se izmjenjuje plima ili oseka
* amplitude – razlike između najviše razine mora za vrijeme plime i najniže razine mora za vrijeme oseke
* najveće plime i oseke su kad se Sunce i Mjesec nalaze u kulminaciji – za vrijeme mlađaka i uštapa
* amplitude mogu varirati od nekoliko desetaka cm (Dalmacija) pa do 21 m (kanadski zaljev Fundy u Novoj Škotskoj)
* na visinu plimnog vala utječe dubina i nagib morskog dna, širina zaljeva i otvorenost obale dolasku plimnog vala
* snaga plime i oseke koristi se i za proizvodnju električne energije – 1967. - na obalama Normandije – Saint-Malo (Francuska)

## Postanak morskih bazena

* morsko dno relativno je mlado – oko 200 mil. god. – posljedica je to tektonskih procesa
* u zonama podvlačenja nastaju dubokomorske brazde, a u zonama razmicanja, nastaju dubokomorski hrptovi

### Dijelovi podmorja

* podmorski reljef se može podijeliti na tri velike cjeline:
  1. kontinentski rub
  2. dubokomorski ili oceanski bazeni
  3. oceanski lanci
* **kontinentski rub** – oko 18% površine mora
  + sastoji se od kontinentskog plićaka ili **šelfa,** kontinentskog podnožja i dubokomorskih jaraka
* **kontinentski plićak (šelf)** – najplići i zatravnjeni dio svjetskog mora u kojem obitava veći dio biljnog i životinjskog svijeta mora
  + do dubine od 200 m – oko 5% Zemljine površine i oko 8% oceanske površine
  + šelfovi su veći na granici oceana i kontinenata koji se nalaze na istoj litosfernoj ploči (atlantski, patagonijski i sjevernosibirski šelf), a manji su na granicama ploča (npr. čileanska i peruanska obala)
  + šelfovi su glavna ribolovna područja svijeta i ispod morskog dna su bogata nalazišta nafte (Sjeverno more, Perzijski zaljev, Meksički zaljev, Maracaibo…)
* na dubini oko 200 m nalazi se strma padina (između 4 i 15° kut nagiba) morskog dna, gdje prelazi u područje **kontinentske padine** (nagiba) – dubina do 4000 m
* **dubokomorski jarci** (brazde) – najdublja područja oceana koja nastaju na zonama subdukcije (npr. Marijanska brazda, Sundska brazda, Portorikanska brazda)
* **oceanski bazeni** (abisalne ravnice) – najprostraniji dijelovi podmorskog reljefa – oko 70% reljefa podmorja – na dubinama od 4000 do 6000 m
* malog su nagib – do 1°
* prekriveni sedimentima preko 5 km debeli sloj
* srednjooceanski hrptovi – najviši reljefni dijelovi u morskom podmorju – srednjooceanski planinski lanci koji se protežu i do 65 000 km i zauzimaju 11% površine morskog dna
* najduži planinski lanci na Zemlji
* nastaju na zonama razmicanja (spreadinga) gdje magma izlazi na površinu i tvori novu oceansku koru
* postoje sporošireći (2 do 5 cm godišnje – Srednjoatlantski hrbat) i brzošireći (10 do 20 cm na godinu – Istočnotihooceanski hrbat)
* uz srednjooceanske hrptove javljaju se i hidrotermalni izvori oko kojih se stvaraju morski dimnjaci
* „hot spots“ **– vruće točke** – mjesta na kojima magma izlazi na površinu i formira vulkanske otoke – Havaji, Azori

## Tekućice

* vode na kopnu zajedno sa vodom u atmosferi čine samo **3,5%** ukupne vode na Zemlji, a **78%** vode na kopnu je u obliku leda i ledenjaka i **22%** u podzemlju – **0,002% u tekućicama**
* tekućice teku pod utjecajem sile teže zbog nagiba zemljišta
* **stalne tekućice** (perenirende) – tekućice čija je količina vode koju dobije iz izvora i padalinama veća od količine vode koja ispari ili koja ponire kroz korito
* **sezonske tekućice** – javljaju se samo u kišnom razdoblju
* **epizodne tekućice** – pune se vodom tek povremeno – karakteristične su za pustinjske krajeve (vadi i creeks)
* najveće i najčešće tekućice su **rijeke**, a najmanje su **potoci**

### Elementi tekućica

* **izvor** – mjesto gdje rijeka izvire
  + mineralni i termalni izvori – u vulkanskom području
  + vrela – karakteristični za krško područje – Cetina i Gacka
  + izvori nastali izvirkom jezera – npr. Korana nastaje iz Plitvičkih jezera
  + topljenjem leda – npr. rijeka Soča u Sloveniji
* **korito** – žljebasta udubina kojom teče rijeka
* **obala** – strana korita – gledano od izvora prema ušću – lijeva i desna obala
* **ušće** – mjesto gdje završava rijeka – mogu završiti u pustinji (endoreično ušće), mogu se uliti u more, jezero ili drugu rijeku
* **pad** – nagib potreban za otjecanje vode
  + **apsolutni pad** – visinska razlika između izvora i ušća rijeke
  + **prosječni pad** – izračunava se u metrima za svaki kilometar riječnog toka
* **brzina otjecanja** – put što ga čestica vode pređe u jedinici vremena, izraženo u metrima u sekundi
  + pojas najveće brzine naziva se **matica**
* **protok** – količina vode koja u jedinici vremena prođe na nekom mjestu u tekućici (m3/s)
* **vodostaj** – razina vode u koritu mjerena u odnosu na nultu točku
* **limnigraf** – uređaj koji mjeri visinu vodostaja – drvena ili metalna letva sa upisanim vrijednostima

### Riječni režim i tipovi tekućica

* **riječni režim** određuje se načinom na koji se rijeka napaja vodom te mjerenjem vodostaja i protoka u pojedinim dijelovima tekućice u različitim razdobljima
* najvažniji riječni režimi su:
  1. **kišni (pluvijalni)** – najviši vodostaj u kišnom dijelu godine
  2. **snježni (nivalni)** – najviši vodostaj u toplom dijelu godine
  3. **ledenjački (glacijalni)** – uvjetovan ljetnim topljenjem leda
  4. **kombinirani režim** – kad na tekućicu utječu dva režima
* riječni režimi uvjetovani su klimom, pa ovisno o klimatskim zonama, razlikujemo **osnovne tipove tekućica:**
  1. **rijeke polarnih područja** – vodu dobivaju otapanjem leda i snijega
     + zimi su zamrznute
     + rijeke slijeva Arktičkog oceana – Jenisej u Sibiru i McKenzie u Kanadi
  2. **rijeke umjerenih područja** – mogu pripadati raznim režimima
     + one sa kombiniranim režimima mogu imati više maksimuma kroz godinu
     + sve hrvatske rijeke pripadaju ovom području
  3. **rijeke monsunskog područja** – maksimum protoka u ljetnom razdoblju – česte poplave
     + prostor južne i istočen Azije (Yangtze, Ganges) i jugoistočne Afrike
  4. **rijeke pustinja i polupustinja** – uglavnom su sezonskog ili epizodnog karaktera
     + stalne su samo rijeke koje primaju dosta vode u izvorišnom dijelu – Nil i Niger
  5. **rijeke tropskog i subtropskog područja** – nivalni režim uvjetovan pasatima
     + Orinoco i Parana u J. Americi
  6. **rijeke ekvatorijalnog područja** – najbogatije vodom zbog zenitnih kiša
     + dvije rijeke sa najvećim protokom – Amazona i Kongo

### Riječna mreža

* sve tekućice na nekom području čine **riječnu mrežu**
* rijeka sa svojim pritocima čini **riječni sustav**
* **porječje** – područje koje odvodnjava rijeka sa svojim pritocima
* najveće porječje na Zemlji je **Amazonija**
* **slijev** – prostor s kojeg sve tekućice pritječu nekom moru, oceanu ili jezeru
* **egzorieični slijev** – vanjsko otjecanje rijeka u oceane, mora ili jezera
* **endoreični slijev** – kada rijeka otječe u neku udubinu na kopnu – karakteristični su za velika prostranstva srednje Azije
* **areički krajevi** – krajevi u kojima nema tekućica – Antarktika
* **razvodnica** – granica koja odvaja dva slijeva ili porječja
* **bifurkacija** – kada neka tekućica otječe u dva slijeva – u nizinama za vrijeme visokih vodostaja

## Vode na kopnu i podzemne vode

### Jezera

* **jezera** su udubine na kopnu ispunjene vodom
* ukupna površina svih jezera na Zemlji – 2,5 mil. km2 ili 1,8% ukupne površine kopna
* prema načinu postanka razlikujemo **prirodna** (nastala prirodnim procesima) i **umjetna** (nastala podizanjem brana, kopanjem bazena i pregrađivanjem riječnih dolina) jezera
* najveće umjetno jezero na svijetu – jezero Volta na rijeci Volta u Gani – 8500 km2
* prema položaju površine i dna jezera, razlikujemo **depresije** i **kriptodepresije**
* **depresija** (potolina) – vodena površina na kopnu koja se nalazi ispod razine mora (i površina i dno ispod razine mora)
  + najveća depresija na svijetu je Kaspijsko jezero (371 000 km2); najslanija depresija – Mrtvo more (oko **270 ‰**)
* **kriptodepresija** – jezero kojem je površina iznad, a dno ispod razine mora
  + najveća kriptodepresija i najdublje jezero je Bajkalsko jezero
  + u Hrvatskoj su najveće kriptodepresije oba Vranska jezera (kod Biograda i na Cresu)
* **prema postanku** razlikujemo:
  + **tektonska** jezera – nastaju tektonskim pomacima; vrlo su duboka i površinom velika (Bajkalsko, istočnoafrički tektonski jarak – Viktorijino, Tanjganika, Titicaca – najviše plovno jezero 3 182 m)
  + **ledenjačka** jezera– nalaze se na planinama i subarktičkim prostorima; nastaju radom leda ili pregrađivanjem ledenjačkih dolina morenskim nanosom – jezera u Finskoj, Kanadi, Švedskoj i Alpama
  + **riječna** jezera– nastaju pregrađivanjem dolinskog dna riječnim materijalom koji je nanijela rijeka
    - riječna jezera nastaju u kršu iza sedrenih barijera – npr. Plitvička jezera
* **prema stalnosti** razlikujemo:
  + **stalna** jezera – imaju vode cijelu godinu i ne presušuju
  + **periodična** jezera – presuše u sušnom dijelu godine
  + **povremena** jezera – imaju vode samo nakon jakih pljuskova, javljaju se u pustinjama i polupustinjama
* **povremena slana jezera** – javljaju se u Sahari i zovu se **šot**
* **eutrofna jezera** – jezera bogata hranjivim tvarima
* **oligotrofna jezera** – jezera koja su manje bogata hranjivim tvarima, ali ipak imaju proizvodnju organskih tvari
* **distrofna jezera** – jezera sa siromašnom organskom proizvodnjom
* **normalna stratifikacija** – pojava da se voda s povećanjem dubine hladi
* **inverzna stratifikacija** – temperatura vode s porastom dubine raste – kod jezera u hladnim krajevima

### Močvara

* **močvare** su dijelovi kopna zasićeni vodom i obrasli specifičnom vegetacijom iz koje se daljnjim procesima stvara treset
* zauzimaju oko 2,6 mil. km2 ili 2,1% površine kopna
* najveća močvarna područja nalaze se u porječjima ekvatorskih rijeka Amazone i Konga te u području Zapadnosibirske nizine
* u Hrvatskoj najpoznatija močvarna područja su Lonjsko polje, Kopački rit i delta Neretve
* **melioracijom** (isušivanje) od močvarnog tla se dobiva plodno tlo

### Podzemne vode

* najbliža površini je **voda prozračne zone** – giba se od Zemljine površine do razine temeljnice kroz praznine u tlu
* **voda temeljnica** – nastaje skupljanjem vode iznad nepropusnog sloja, a razina joj varira ovisno o dotoku vode s površine (od nekoliko m u naplavnim ravnicama do nekoliko stotina m u suhim područjima)
* **arteška voda** je voda koja se nalazi u vodonepropusnom sloju između dva nepropusna sloja pod hidrostatskim tlakom – ako se probuši gornji nepropusni sloj, voda izbija na površinu zbog velikog hidrostatskog tlaka
* **arteški zdenci** – mogu davati i do 200 l/s vode, pa su jako važni za pustinjske i polupustinjske krajeve (npr. Australija)
* **mineralne vode** – imaju povećan sadržaj otopljenih minerala i plinova od kojih dobivaju određen okus i miris
* **termalne vode** – vode koje imaju višu temperaturu od srednje godišnje temp. zraka područja na kojem izbijaju
* **vrela** – u kršu, na kontaktu propusnih i nepropusnih stijena voda izlazi na površinu u velikim količinama
* **vrulje** – vrela koja izviru ispod razine mora
* **ponornice** – rijeke koje dijelom teku iznad, a dijelom ispod površine Zemlje – karakteristične za krš – Lika, Gacka, Ričica, Lokvarka…

## Led u moru i na kopnu

* na moru ledenjaci i ledeni pokrov prekrivaju 2% Zemljine površine, a na kopnu led prekriva oko 11% površine kopna ili 16,5 mil. km2

### Led u moru

* led u moru nastaje kada temperatura dosegne temperaturu ledišta, što ovisi o slanosti mora
* **temperatura ledišta** pri slanosti od **35‰** iznosi **–2°C** – na nižim vrijednostima saliniteta, temp. ledišta je viša, a najviša može biti **0°C**
* **ledene sante** – nastaju kidanjem morskog leda
* **riječni led** – prilično rijedak i javlja se u toplijem dijelu godine na ušćima velikih rijeka (Yukon, Mackenzie, Jensej, Lena) sjevernih dijelova Sibira i Sjeverne Amerike
* **ledenjački led** – vrsta leda koji se javlja u moru u obliku ledenih santi i ledenih bregova - najveći dio leda u moru – 90%
* glavniizvorišni predjeli ledenih santi su Antarktika, Grenland i Aljaska – mogu ploviti do 30° sj. i j. geo. širine

### Led na kopnu

* led na kopnu najrašireniji je na područjima Antarktike (oko 14 mil. km2) i Grenlanda (oko 1,5 mil. km2) – izvan polarnog područja je oko 0,5% zaleđenog područja
* **ledeni pokrov** – velike mase leda koje prekrivaju određeno područje
* debljina leda na Antarktici je od 3500 do 4500 m – 90% svog leda na Zemlji
* debljina leda na Grenlandu – oko 2000 m – **10% svjetskih rezervi vode**
* kad bi se otopio sav led na Zemlji, razina mora bi se digla za **70 metara**
* **ICEsat** – satelit koji prati stanje ledenog pokrova na Grenlandu i Antarktici te promjene razine mora i leda
* ledenjaci na kopnu su najrašireniji na Himalaji i Kordiljerima
* ledenjaci nastaju kada se, iznad snježne granice, ljeti površinski dio leda otopi, pod utjecajem gravitacije pada u niže slojeve i stvara se **firn ili zrnati led,** koji se onda kasnije smrzava i prelazi u kompaktnu ledenjačku masu – gravitacijom se kreće niz padinu
* led u tlu – **permafrost** ili **merzlota** – stalno smrznuto tlo

## Ekologija mora

### Život u moru

* **pelagijal** – morska voda (između površine i dna) i **bental** – morsko dno
* morski organizmi u pelagijalu dijele se na **planktone** i **nektone**
* **plankton** (grč. lutalica) – organizmi koji se ne mogu sami gibati već su nošeni vodom
  + postoje **biljni** (fitoplanktoni) i **životinjski** (zooplanktoni)planktoni
* **nektoni** – živa bića koja se mogu kretati vlastitom snagom, neovisno o gibanju mora – ribe, sisavci i glavonošci
* **bentalski organizmi** su oni organizmi koji žive na morskom dnu ili koji ovise o njemu
* razlikujemo organizme koji se kreću po dnu ili nad njim (vagilni) i one koji su pričvršćeni za jedno mjesto (sesilni)
* život u moru važan je za život na kopnu – **zooplankton proizvodi dvostruko više kisika od svih biljaka na kopnu**
* litoralizacija – proces okupljanja stanovništva i gospodarstva na obalama mora – 60% svjetskog stanovništva obitava na obali mora i oceana – Japan, Kina, Australija, sjeveroistok SAD-a i Sredozemno more

### Onečišćenje mora i kopnenih voda

* svakodnevno se u more baci oko 8 mil. komada smeća
* najviše otpada u moru je plastika – primjer sa skupljanjem plastike u Sjevernom moru pomoću velikih cijevi i brodova
* životinje pojedu plastiku ili se zapletu u nju (morske kornjače)
* najveći zagađivač mora je nafta i naftni derivati – oko 2 -3 mil. tona sirove nafte oteče u more godišnje – najzagađenija područja – Perzijski zaljev, Meksički zaljev i zaljev Maracaibo, Sjeverno more
* havarije tankera i naftnih platformi – najveća 1989. Exxon Valdez – 38 mil. litara nafte
* najveća havarija naftne platforme – Deepwater Horizon u Meksičkom zaljevu – 2010. – izlijevanje zaustavljeno tek nakon 3 mjeseca – između 500 000 i 1 mil. tona nafte
* 8 grama nafte onečisti 1 m3 mora, a 1 m3 nafte iscrpljuje kisik iz 400 000 m3 mora
* **autopurifikacija** (samopročišćavanje) – sposobnost vode da se sama pročisti – ako je priljev otpadnih tvari veći od sposobnosti autopurifikacije vode, onda dolazi do onečišćenja
* **vode na kopnu prema kvaliteti** dijele se na:
  + **prvu kategoriju** – mogu se piti i koristiti u prehrambenoj industriji – vode bez onečišćenja
  + **drugu kategoriju** – vode koje se bez pročišćavanja ne mogu piti i upotrebljavati u prehrambenoj ind – većinom se koriste za kupanje i rekreaciju
  + **treću kategoriju** – koriste se za natapanje i nakon obrade za industriju
  + **četvrtu kategoriju** – tek nakon određenog procesa pročišćavanja mogu se koristiti za natapanje i industriju

# TLA

## Tla

### Pojam i glavni čimbenici nastanka tla

* **tlo** je rastresiti površinski sloj Zemlje nastao trošenjem stijena litosfere
* **pedologija** (grč. pedon – tlo) je znanost koja se bavi proučavanjem tla
* tlo nastaje raspadanjem i trošenjem stijena, a najveći utjecaj na njegovo stvaranje imaju klimatski elementi, sastav stijena, voda, životinjski svijet i čovjek
* tlo se sastoji od mineralnih tvari i organskih sastojaka koji nastaju od biljnih i životinjskih tvari koje se razgrađuju, te od vode i zraka
* **humus** – tamni i najplodniji dio tla koji nastaje radom bakterija od biljnih i životinjskih ostataka
* prema sastavu, strukturi, kemijskim svojstvima tlo se može podijeliti na 3 horizonta:

1. **A horizont** – površinski sloj – **živica** – sloj u kojem žive živi organizmi
   * u ovom sloju nastaje **humus**
2. **B horizont** – unutrašnji sloj – prijelazni sloj od rahlog ka čvrstom tlu – sadrži malo organskih spojeva pa se naziva **mrtvica**
3. **C horizont** – podloga – najdublji sloj – stijenska podloga

### Klasifikacija i važnost tla

* tla prema različitim kriterijima:
  + prema **genezi i smještaju u geografskom prostoru**
    - dijele se na **zonalna** (lateritna tla (crvena), crnica, podzoli i slanjače) i **azonalna** (skeletna tla, aluvijalna tla uz rijeku)
  + prema **postanku**
    - primarna (stara) i sekundarna (mlada)
  + prema **sastavu podloge**
    - silikatna, karbonatna i dr.
  + prema **pedogenskim procesima**
    - razvijena i nerazvijena tla
    - manje ili više **humanizirana tla** (antropogena) - tla agrarnog područja – ljudski utjecaj na svojstva tla
* plodnost tla ovisi o udjelu organskih tvari u tlu
  + najplodnije tlo je **crnica** – u kontinentalnim klimama – bogata humusom i pretvorena u žitnice
  + **podzoli** (pepeljuše) – kiselija i isprana tla – u vlažnim i hladnim klimama – slabiji prinosi
  + **lateriti (crvena tla)** – u tropskim i subtropskim područjima – bogata oksidom željeza i aluminija – pogodna za uzgoj agruma i vinove loze
  + lesna tla (praporna) – prašinasta naslaga blijedožute boje bogata kalcitom – naslage donesene vjetrom iz glacijalnih područja – danas najveće žitnice svijeta – Panonska nizina, sjevernoameričke prerije, južnoameričke pampe, doline velikih kineskih rijeka)
* najveći problemi vezani uz degradaciju tla su:
  + **dezertifikacija** – proces nastanka pustinja od plodnog tla
  + **erozija** – proces trošenja i razaranja tla
  + **laterizacija** – proces ispiranja hranjivih tvari i silikata iz tla, uz povećanje udjela željeza i aluminija u područjima nestanka šuma
  + **salinizacija** – proces zaslanjivanja tla uzrokovan prirodnim i društvenim čimbenicima