

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
1.1 Značenje i razvoj geografije.....	3
1.2 Svemir.....	4
1.3 Sunčev sustav.....	4
1.4 Položaj Zemlje u Sunčevu sustavu i svemiru.....	5
1.5 Zemljina gibanja.....	5
1.6 Određivanje i računanje vremena.....	7
2. ORIJENTACIJA I ODREĐIVANJE POLOŽAJA NA ZEMLJI	8
2.1 Oblik i veličina Zemlje.....	8
2.2 Određivanje položaja na Zemlji – orijentacija.....	8
3. PRIKAZIVANJE ZEMLJINE POVRŠINE.....	11
3.1 Prikazivanje Zemlje na globusu i geografskoj karti	11
3.2 Kartografske projekcije	12
3.3 Vrste karata	13
3.4 Sadržaj geografske karte	15
3.5 Nastanak, obilježja i uporaba osnovnih (izvornih) karata	16
4. GEOLOŠKA OBILJEŽJA I RELJEF ZEMLJE	19
4.1 Oblici i elementi reljefa	19
4.2 Geološka prošlost Zemlje	21
4.3 Globalna tektonika ploča i reljef Zemlje	23
4.4 Minerali i stijene u Zemlji	24
4.5 Endogeni pokreti i oblici.....	26
4.6 Vulkani.....	27
4.7 Potresi	28
4.8 Egzogeni procesi i oblici	30
4.9 Fluvijalni procesi i oblici	31
4.10 Marinski i jezerski procesi i oblici.....	32
4.11 Glacijalni reljef.....	33
4.12 Eolski procesi i oblici	35
4.13 Krški reljefni oblici	36
4.14 Biogeni i antropogeni procesi i oblici	37
5. KLIMA I BILJNI POKROV NA ZEMLJI	39
5.1 Vrijeme i klima	39

5.2	Temperatura zraka	40
5.3	Tlak zraka.....	40
5.4	Cirkulacija zraka.....	41
5.5	Vlaga u zraku i padaline	44
5.6	Klimatska regionalizacija i život na Zemlji – A i B klime	45
5.7	Klimatska regionalizacija i život na Zemlji – C, D i E klime	47
5.8	Sinoptičke karte i vremenska prognoza	48
6.	VODE NA ZEMLJI	49
6.1	Svjetsko more.....	49
6.2	Svojstva i dinamika morske vode	50
6.3	Postanak morskih bazena	52
6.4	Tekućice.....	53
6.5	Vode na kopnu i podzemne vode	54
6.6	Led u moru i na kopnu	55
6.7	Ekologija mora.....	56
7.	TLA	57
7.1	Tla.....	57

1. ZEMLJA U SUNČEVU SUSTAVU I SVEMIRU

1.1 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 **Varenus**
- 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

1.2 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. *universum* - "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 (1 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**

1.3 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** su hladna 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 pratilci 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 **Kuiperovom pojasu i Oortovom oblaku**
 - iz putanje ih izbace veći planeti, pa imaju izdužene orbite – periodično prolaze kroz unutarnji Sunčev sustav (*Halleyjev komet*) – rep koji ostavlja 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 dospjeti do Zemljine površine zovu se **meteoriti**
 - **meteoridi** (lete svemirom), **meteori** (ulaze u atmosferu i izgaraju) i **meteoriti** (dospijevaju do površine)

1.4 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 nikel) 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 **uštapa**. 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

1.5 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 ravinom ekliptike zatvara kut od $66^{\circ} 33'$, a ravnina ekliptike siječe ravinu nebeskog ekvatora pod kutom od $23^{\circ} 27'$
- **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**
- Svako 4. godini se dodaje 1 dan (29.2.) radi usklađivanja tropske sa kalendarskom godinom - **prijestupna godina**
 - o 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 (ravnodnevnicu)** - 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 (ravnodnevnicu)** – 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 – astronomical 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

1.6 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

2. ORIJENTACIJA I ODREĐIVANJE POLOŽAJA NA ZEMLJI

2.1 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 $7^{\circ} 12'$ - $1/50$ 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

2.2 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 zvijezdi **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 kompasi
- **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 kompasi** – orijentacija pomoću sunca – sličan sunčanom satu – koristan u višim geo- širinama gdje obični kompasi nisu pouzdani

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 uređaji i upravljačka - kontrolne stanice)
- Ostali sustavi satelitske navigacije - Galileo (EU), GLONASS (SSSR/Rusija), BeiDou (Kina) – *kin. beidou* – „kompas“)
- **Radar** – *Radio detecting and ranging*
- **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 lutanje 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 - **seksant** 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

- Preslika geografske 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 **rektascenzija** (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

3. PRIKAZIVANJE ZEMLJINE POVRŠINE

3.1 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 zastoј
- 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

3.2 Kartografske projekcije

- Prenošnje 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 vrijednosti 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 konformna 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)

3.3 Vrste karata

- Suvremene geografske karte razlikuju se 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 površine 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...)

3.4 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 (HVR571)
- **relativna visina** je razlika u nadmorskoj visini bilo koje dvije točke na Zemlji – odražava energiju reljefa
- Evangelista **Torricelli** konstruirao 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

3.5 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 sjecište 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

4. GEOLOŠKA OBILJEŽJA I RELJEF ZEMLJE

4.1 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 Wisconsinaska 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 Challenger 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 km^2
 - podjela uzvisina s obzirom na **energiju reljefa**:
 1. nizine ($0 - 5 \text{ m/km}^2$)
 2. raščlanjene ravnice ($5 - 30 \text{ m/km}^2$)
 3. slabo raščlanjen reljef ($30 - 100 \text{ m/km}^2$)
 4. umjereno raščlanjen reljef ($100 - 300 \text{ m/km}^2$)
 5. izrazito raščlanjen reljef ($300 - 800 \text{ m/km}^2$)
 6. veoma izrazito raščlanjen reljef (više od 800 m/km^2)
 - **batimetrijska** podjela svjetskog mora:
 1. neritska zona (šelf) – $0 - 200 \text{ m}$
 2. batijalna zona – $200 - 3\,000 \text{ m}$
 3. abisalna zona – $3\,000$ do $6\,000 \text{ m}$
 4. hadalna zona – ispod $6\,000 \text{ m}$
- **nagibi padina** – bitno obilježje reljefa – ravnice, blago nagnut teren, nagnuti teren, znatno nagnuti teren, veoma strm teren i strmce ili litice

Geološka građa Zemlje

- jezgri Zemlje čine teži elementi – željezo i nikal, dok plašt i kora 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 $2,7 \text{ g/cm}^3$; jezgra 11 g/cm^3
 - temperatura raste od površine prema unutrašnjosti – 1°C svakih 33 m – **geotermijski stupanj**
- temperatura u Zemljinoj jezgri iznosi $5\,000$ do $5\,500^\circ\text{C}$
- **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. Conradova zona diskontinuiteta – između gornjeg i donjeg dijela Zemljine kore – do 20 km
 2. Mohorovičićeva zona – između kore i plašta – $30 - 55 \text{ km}$ – 70 km ispod Himalaje (moho sloj)
 3. Wiechert-Oldham-Gutenbergova zona – između donjeg plašta i vanjske jezgre – $2\,900 \text{ km}$

Jezgra, plašt i kora

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

Jezgra

- polumjer jezgre $3\,500 \text{ km}$; 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

Plasht

- temperatura oko 3 700 °C; tlak 137 gigapaskala
- sastoji se od tri dijela:
 1. donji plasht (*mezosfera*) – građen od magnezija, silicija i željeza (između 2 900 i 670 km)
 2. srednji plasht (*astenosfera*) – prijelazna zona; dolazi do konvekcijskog gibanja magme
 3. gornji plasht – stjenoviti dio plashta (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

4.2 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: **eoarhaik**, **paleoarhaik**, **mezoarhaik** i **neoarhaik**
- 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: **paleoproterozoik**, **mezoproterozoik** i **neoproterozoik**
- 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, dijevo 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 prihvaćena)

4.3 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, Australaska, 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

4.4 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 – **plovuđac**
- 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 (glinenih naslaga)
 - **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

4.5 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**

4.6 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 vodom)
- 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 izljeva 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
- izlivanjem vulkana nastaju ploče – plato Columbia, Meksička visoravan, Parana, Dekan...
- izbačeni vulkanski materijal oko vulkana radi stožasti oblik – **kupa**, a na njegovom vrhu nastaje ljevkaasta 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

4.7 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

4.8 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

2. **klizanje** – padinski proces koji nastaje iznenada pri čemu se rastresiti materijal lagano spušta niz padinu
 3. **puzanje** – nastaje kada se površinski rastrošni materijal navlaži ili kada se nalazi iznad zaleđenog stjenovitog tla
 4. **tečenje** – zbog stalno zaleđenog tla u dubljim dijelovima podloge dolazi do tečenja zemljišta na površini
 5. **odronjavanje** – javlja se na strmijim dijelovima padine kad se kompaktne stijene nađu na mekanoj podlozi koja mijenja volumen radi upijanja vode – kompaktne stijene gube čvrstoću i propada
 6. **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

4.9 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 (Niagara, Iguazu i Zambezi)
- **piraterija** (gusarsstvo) – 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 položi** – 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

4.10 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 vjetera
- 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 vjetera
- 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 vjetrova, 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 izlivanju 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, rijeke 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

4.11 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 **ledenji 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 – destruktivno 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
- **ledenji pokrovi** – velike i slabo pokretne mase leda koje svojom težinom pritišću podlogu i tako je postupno uravnjaju
- **strije** – brazde koje je udubio led u stijeni

Periglacialni procesi i oblici

- **periglacialna 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. *merzlot*)
- **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 **gelisolidifikacije** – 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

4.12 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 zaustaviti 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, Kizilkum
 - **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, nagriza 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**

4.13 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 vertikaln
- **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 oštih 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** – mikoreljefni 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 relikat koji podsjeća na nekadašnju tropsku klimu u tim krajevima
 - kineska pokrajina Yunnan, meksički poluotok Yucatan, u zapadnoj Istri i djelu sjeverne Dalmacije

4.14 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 pustinskih krajeva – mijenja se pustinja
- **polderi** – otimanje morskih područja i pretvaranje u kopno – Nizozemska
- betonizacija obale izgradnjom luka, marina

5. KLIMA I BILJNI POKROV NA ZEMLJI

5.1 Vrijeme i klima

- **vrijeme** – trenutno 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 vjetrova 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 $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - u troposferi nastaje većina procesa koji oblikuju vrijeme
 - troposfera završava prijelaznim slojem – **tropopauzom**
- **stratosfera** – u ovom se sloju stvara veća količina ozona (O_3) pa se dio ovog sloja naziva **ozonosfera**
 - visina do 50 km
 - temperatura raste s porastom visine
 - završava **stratopauzom**
- **mezosfera** – najhladniji dio atmosfere (temp do $-90\text{ }^{\circ}\text{C}$)
 - s porastom visine temperatura opada (do $-90\text{ }^{\circ}\text{C}$)
 - visine od 50 do 80 km
 - završava **mezopauzom**
- **termosfera** – karakterizira je povećanje temperature i visok stupanj ionizacije pa se ovaj sloj naziva **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 - CO_2)
- ostale primjese: vodena para, brojne plinovite, krute i tekuće čestice
- **aeropolutanti** – tvari koje onečišćuju atmosferu – najvažniji su sumporov dioksid (SO_2) i ugljikov dioksid - CO_2) 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**

5.2 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

5.3 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

5.4 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 kumulimbusi koji izazivaju kišu, tuču, snijeg, jak vjetar, munje i grmljavinu – izražena vertikalna dimenzija oblaka (visina preko 5 km)
- između baze kumulimbusa 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

5.5 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 kumulimibusi**
- **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 (kumulimbusi) – pothlađene kapljice vode se dižu i sljepljuju sa zrnima 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 monsunaska Azija
- veću količinu padalina imaju područja uz more i reljefne uzvisine
- **izohijete** – crte koje na karti spajaju mjesta sa jednakom količinom padalina

5.6 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 – svježije 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 dijelovi 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 monsunata
- prašumska vegetacija u Aziji – **džungla**

Suhe klime (B)

- glavna karakteristika ovih klime 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 klime:
 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 kontinenta, 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. černoziem) – plodno tlo humusom
- stepe su pretvorene u žitnice – glavna žitorodna područja svijeta

5.7 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. širine 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 svježija, 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 kržljivo 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

5.8 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 Center 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 sadrže 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

6. VODE NA ZEMLJI

6.1 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 vraća 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** – oko 1/3 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 otvorenim pučinom
- manji oblici morske raščlanjenosti: zaljevi, rijasi, zatoni, fjordovi i lagune

6.2 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 odbijesak od Secchijevog 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 primjese 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 vjetrova
- 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 vjetrova), 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 Golske 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)

6.3 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

6.4 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 (m^3/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 istočne 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

6.5 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...

6.6 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%
- glavni izvorišni 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

6.7 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. lualica) – 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

7. TLA

7.1 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 aluminijskom – pogodna za uzgoj agruma i vinove loze
 - lesna tla (praporna) – prašinasta naslaga blijedožute boje bogata kalcitom – naslage donesene vjetrom iz glacialnih 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