

Geografija 1 – skripta (srednja škola)

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

1.	ZEMLJA U SUNČEVU SUSTAVU I SVEMIRU.....	6
1.1	Značenje i razvoj geografije.....	6
	Definicija i podjela geografije	6
	Etape u razvoju geografije	6
1.2	Svemir.....	7
	Dimenzije svemira	7
1.3	Sunčev sustav.....	7
1.4	Položaj Zemlje u Sunčevu sustavu i svemiru.....	8
	Mjesec	8
1.5	Zemljina gibanja	8
	Rotacija Zemlje	8
	Revolucija Zemlje.....	9
	Godišnja doba.....	9
	Toplinski pojasevi Zemlje.....	9
	Ostala gibanja Zemlje	10
1.6	Određivanje i računanje vremena.....	10
	Kalendar.....	10
2.	ORIJENTACIJA I ODREĐIVANJE POLOŽAJA NA ZEMLJI	11
2.1	Oblik i veličina Zemlje.....	11
	Oblik Zemlje	11
	Veličina Zemlje.....	11
2.2	Određivanje položaja na Zemlji – orijentacija.....	11
	Orijentacija s pomoću nebeskih tijela	11
	Kompas	12
	Suvremena navigacijska sredstva	12
	Orijentacija na geografskoj (stupanjskoj) mreži	12
	Geografska širina i dužina.....	12
	Koordinatna mreža kroz povijest.....	13
	Ortodroma i loksodroma	13
	Ekvatorski koordinatni sustav.....	13
	Horizontski koordinatni sustav	13
3.	PRIKAZIVANJE ZEMLJINE POVRŠINE.....	14
3.1	Prikazivanje Zemlje na globusu i geografskoj karti	14
	Globus.....	14
	Geografska karta.....	14
3.2	Kartografske projekcije	15
	Projekcije prema elementima vjernosti	15
	Projekcije prema obliku geo. mreže	15
	Ostale vrste projekcija	15
	Projekcije prema načinu prenošenja geo. mreže na projekcijsku plohu	15
	Projekcije prema smještaju pola i projekcijske plohe	16
	Najučestalije projekcije kojima se koriste geografi	16
3.3	Vrste karata	16
	Podjela geografskih karata prema vjernosti.....	16

Izvorne karte	16
Pregledne karte	17
Podjela geografskih karata prema sadržaju	17
Pomorske karte.....	17
Zidne i priručne karte (karte prema načinu korištenja).....	17
Geografski informacijski sustav (GIS)	17
3.4 Sadržaj geografske karte	18
Geografski i trigonometrijski nivelman	18
Kartografski prikaz prirodne osnove	18
Kartografski znakovi	19
Toponimi.....	19
3.5 Nastanak, obilježja i uporaba osnovnih (izvornih) karata	19
Aerofotogrametrija.....	19
Izvorne karte u Hrvatskoj.....	20
Izvorne karte u Hrvatskoj.....	20
Topografske karte u Hrvatskoj	20
Uporaba topografske karte (orijentacija uz pomoć karte)	20
4. GEOLOŠKA OBILJEŽJA I RELJEF ZEMLJE	22
4.1 Oblici i elementi reljefa	22
Oblici reljefa.....	22
Hipsografska krivulja i energija reljefa	23
Geološka građa Zemlje	23
Jezgra, plašt i kora	23
4.2 Geološka prošlost Zemlje	24
Geološka razdoblja	24
Hadij (had)	24
Arhaik.....	25
Proterozoik	25
Fanerozoik	25
Paleozoik (era fanerozoika)	25
Meozoik (era fanerozoika)	25
Kenozoik (era fanerozoika)	25
4.3 Globalna tektonika ploča i reljef Zemlje	26
Granice litosfernih ploča.....	26
4.4 Minerali i stijene u Zemlji.....	27
Minerali.....	27
Stijene	27
Magmatske (eruptivne) stijene	28
Sedimentne (taložen) stijene.....	28
Metamorfne (preobražene) stijene	29
4.5 Endogeni pokreti i oblici.....	29
Slojevi.....	29
Bore	30
Rasjedi	30
4.6 Vulkani.....	30
Oblik vulkana	30
Aktivni i ugasli vulkani	31
Pacifički vatreni prsten	31
Popratne vulkanske pojave	31

4.7	Potresi	31
	Podjela potresa	32
	Seizmologija, seizmograf i seizmogram	32
	Ljestvice za mjerenje snage potresa	32
	Tsunami	32
	Povijesni pregled najsnažnijih potresa	32
4.8	Egzogeni procesi i oblici	33
	Uništavanje i trošenje stijena	33
	Padine i padinski procesi	33
4.9	Fluvijalni procesi i oblici	34
	Riječna erozija.....	34
	Transport materijala	34
	Akumulacija materijala	34
	Riječna dolina	35
4.10	Marinski i jezerski procesi i oblici.....	35
	Destrukcijski (abrazijski) oblici obale.....	35
	Akumulacijski oblici obale	35
	Vrste obala.....	36
4.11	Glacijalni reljef.....	36
	Formiranje leda.....	37
	Periglacijalni procesi i oblici.....	37
4.12	Eolski procesi i oblici	38
	Širenje pustinja (dezertifikacija)	38
	Vrste pustinja.....	38
	Deflacija i korazija	38
4.13	Krški reljefni oblici	39
	Krš umjerenih širina i krš tropskih krajeva	39
	Podzemni krški oblici	39
	Površinski krški oblici	40
4.14	Biogeni i antropogeni procesi i oblici	40
	Biogeni procesi i oblici	40
	Antropogeni procesi i oblici.....	41
5.	KLIMA I BILJNI POKROV NA ZEMLJI	42
5.1	Vrijeme i klima	42
	Sastav i struktura atmosfere.....	42
5.2	Temperatura zraka	43
	Mjerenje temperatura	43
	Utjecaj nadmorske visine i geo. širine na temperaturu	43
5.3	Tlak zraka.....	43
	Polja tlaka i njihova raspodjela	44
	Strujanje zraka	44
5.4	Cirkulacija zraka.....	44
	Vjetar	44
	Primarna cirkulacija zraka - planetarna	45
	Zračne mase i fronte.....	45
	Sekundarna cirkulacija	46
	Tercijarna cirkulacija	46
5.5	Vlaga u zraku i padaline	47
	Vlaga zraka.....	47

Magla i oblaci.....	47
Padaline	47
5.6 Klimatska regionalizacija i život na Zemlji – A i B klime	48
Köppenova klasifikacija klime	48
Tropske kišne klime (A).....	48
Prašumska klima (Af)	49
Savanska klima (Aw)	49
Tropska monsunska klima (Am)	49
Suhe klime (B)	49
Pustinske klime (Bw).....	49
Stepska klima (Bs)	50
5.7 Klimatska regionalizacija i život na Zemlji – C, D i E klime	50
Umjereno tople kišne klime (C)	50
Umjereno tople vlažne (Cf).....	50
Sredozemna klima (Cs)	50
Sinijska klima (Cw)	50
Snježno-šumske ili borealne klime (D).....	51
Vlažna borealna (Df)	51
Suhe borealne (Dw)	51
Snježne klime (E).....	51
Klima tundre (ET)	51
Klima vječnog mraza (EF).....	51
5.8 Sinoptičke karte i vremenska prognoza	51
6. VODE NA ZEMLJI	52
6.1 Svjetsko more.....	52
Tihi ocean (Pacifik ili Veliki ocean).....	52
Atlantski ocean (Atlantik)	52
Arktički ocean (Sjeverni ocean)	53
Indijski ocean	53
Južni ocean (Antarktički ocean)	53
Mora	53
6.2 Svojstva i dinamika morske vode.....	53
Svojstva morske vode	53
Dinamika morske vode	54
6.3 Postanak morskih bazena	55
Dijelovi podmorja	55
6.4 Tekućice.....	56
Elementi tekućica	56
Riječni režim i tipovi tekućica	56
Riječna mreža	57
6.5 Vode na kopnu i podzemne vode	57
Jezera	57
Močvara	58
Podzemne vode	58
6.6 Led u moru i na kopnu	58
Led u moru.....	58
Led na kopnu	59
6.7 Ekologija mora.....	59
Život u moru	59

Onečišćenje mora i kopnenih voda	59
7. TLA	60
7.1 Tla	60
Pojam i glavni čimbenici nastanka tla.....	60
Klasifikacija i važnost tla	60

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 najstarijagrana 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 Ptolomej** - *Geografija i Veliki zbornik astronomije (Almagest)* - 1. i 2. st. - razradio geocentrični sustav (Ptolomejev sustav)
- 12. st. - **portulanske** karte
- 16. i 17. st. - njemačka škola - kozmograf Sebastian **Munster**, poznati kartograf Gerard **Mercator** i geograf Bernhard **Varenius**
- 19. st. - transformacija geografije u modernu znanost - Znanstvenici tog vremena ne koriste se više opisno-statističkim stilom, već, primjenjujući znanstvene metode, počinju objašnjavati odnose u geoprostoru
 - Najpoznatiji predstavnici tog vremena su njemački geografi Alexander von **Humboldt** i Carl **Ritter** (kao predstavnici prirodoznanstvene orijentacije) te Friedrich **Ratzel** (najvažniji predstavnik humanističke škole)
- Hrvatski geografi
 - Frederik Bartolačić **Grisogono** (1472. -1538.) .
 - Među kartografima treba izdvojiti Stjepana **Glavač** prvoga domaćeg autora karte Hrvatske, tiskane 1673. godine
 - Josip Roglić - najznačajniji hrv. geograf 20. stoljeća

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 kraću revoluciju (Jupiter – 12 god; Neptun – 165 god)
- **Sateliti** su stalni i prirodni pratioci planeta koji se većinom međusobno razlikuju po veličini, masi i gustoći - u sunčevom sustavu ih ima oko 180
- **Asteroidi** (planetoidi) su mala i hladna nebeska tijela, nepravilnog oblika koja **kruže oko Sunca** (u pravilnim orbitama). Promjer ovih stjenovitih tijela kreće se **od stotinjak metara pa do više stotina kilometara**. Većina asteroida nalazi se između Marsa i Jupitera (asteroidni pojas) te iza Neptuna u **Kuiperovu pojasu** - u sunčevu sustavu ih ima oko milijun
- **Kometi** su **komadi leda, smrznutoga plina i dijelova stijena** koji su stvoreni od zaostalog materijala pri nastanku Sunčeva sustava (u prošlosti su ih nazivali zvijezdama repaticama)
 - većinom se nalaze u **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 ostavljaju nastaje isparavanjem i naziva se *koma*

- **Meteoridi** su manja tijela koja su **ostatci razbijenih asteroida i prašine kometa** i **kreću se kroz svemir** - velikom brzinom ulaze u Zemljinu atmosferu te izgaraju ostavljajući svijetli trag nazivaju se **meteorima**
 - oni meteori koji uspiju 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)
- **Ptolomejeva projekcija** (obična konusna)
- **Bonneova projekcija** (pseudokonusna)
- **Goodeova projekcija** (ekvivalentna konvencionalna)
- **Stereografska projekcija** (perspektivna azimutna)
- **Lambertova projekcija** (obična ekvivalentna azimutna)
- **Van der Grintenova** (kružna uvjetna)

NAPOMENA – napravi interaktivni kviz prepoznavanja pojedine projekcije i vrste projekcija (dodaj kratki opis uz svaku)

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 kartama 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 okolini – 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. **mjerjenje udaljenosti** – mogu se mjeriti zračne udaljenosti i zakrivljene udaljenosti – pomoću **kurvimetra**
 3. **mjerjenje površina** – jednostavno određivanje površina preko površina kvadrata na karti, a zaobljene površine pomoću **planimetra**
 4. **mjerjenje 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 km²
 - podjela uzvisina s obzirom na **energiju reljefa**:
 1. nizine (0 – 5 m/km²)
 2. raščlanjene ravnice (5 – 30 m/km²)
 3. slabo raščlanjen reljef (30 – 100 m/km²)
 4. umjereno raščlanjen reljef (100 – 300 m/km²)
 5. izrazito raščlanjen reljef (300 – 800 m/km²)
 6. veoma izrazito raščlanjen reljef (više od 800 m/km²)
 - **batimetrijska** podjela svjetskog mora:
 1. neritska zona (šelf) – 0 – 200 m
 2. batijalna zona – 200 – 3 000 m
 3. abisalna zona – 3 000 do 6 000 m
 4. hadalna zona – ispod 6 000 m
- **nagibi padina** – bitno obilježje reljefa – ravnice, blago nagnut teren, nagnuti teren, znatno nagnuti teren, veoma strm teren i strmce ili litice

Geološka građa Zemlje

- 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 g/cm³; jezgra 11g/cm³
 - temperatura raste od površine prema unutrašnjosti – 1 °C svakih 33 m – **geotermijski stupanj**
- temperatura u Zemljinoj jezgri iznosi 5 000 do 5 500 °C
- **plohe (zone) diskontinuiteta** – zone u unutrašnjosti Zemlje gdje potresni valovi skreću – dokaz su zonalne građe zemlje
 - postoji nekoliko zona diskontinuiteta: *Conradova, Mohorovičićeva i Wiechert-Oldham-Gutenbergova*
- **Andrija Mohorovičić** – 1909. otkrio je zonu diskontinuiteta između plašta i kore – **moho sloj** – na dubini 30 do 55 km
 - zakon o porastu brzine potresnih valova zove se Mohorovičićev zakon, a mjerna jedinica MOHO
- **Zone diskontinuiteta**
 1. Conradova zona diskontinuiteta – između gornjeg i donjeg dijela Zemljine kore – do 20 km
 2. Mohorovičićeva zona – između kore i plašta – 30 – 55 km – 70 km ispod Himalaje (moho sloj)
 3. Wiechert-Oldham-Gutenbergova zona – između donjeg plašta i vanjske jezgre – 2 900 km

Jezgra, plašt i kora

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

Jezgra

- polumjer jezgre 3 500 km; oko 1/3 Zemljine mase
- građena je od težih elemenata – nikla i željeza – **nife jezgra**

- zbog izrazito visokog tlaka, taj dio se naziva **barisfera**
- sastoji se od **unutrašnjeg** (čvrsta; građena od željeza; od 6 371 do 5 080 km) i **vanjskog** (žitka; konvekcijska gibanja važna za geomagnetizam; od 2 900 do 5 080 km) dijela

Plasht

- temperatura oko 3 700 °C; tlak 137 gigapaskala
- sastoji se od tri djela:
 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 izbijaju ugljikov dioksid
- **solfatare** – otvori kroz koje izbijaju 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 izbijaju voda koja je veće temperature od temp. zraka na tom području
- **gejziri** – poseban tip termalnih izvora gdje topla voda izbijaju 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** (gusarstvo) – 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 vjetra
- najznačajniji abrazijski oblici obale su: **klif**, **valna potkapina**, **abrazijska terasa**, **žal** i **ostenjak**
- **klif** (strmac) – strma obala koja se poput zida izdiže iznad morske razine
- **valna potkapina** – potkopavanjem obale na morskoj razini nastaje polukružna udubina u stijeni
- daljnjim radom valova, potkapina se urušava i nastaje novi klif koji se povlači
- u podnožju klifa formira se blaga kosina – **abrazijska ravan** (obalna terasa)
- **ostenjaci** – otporniji stjenoviti dijelovi koje strše iz mora (otočići)
- nakon nekog vremena, abrazijska ravan postaje toliko prostrana da valovi ne mogu dohvatiti obalu, već uglavnom talože abradirani materijal i time oblikuju **žal** – obala sa nanesenim šljunkom ili pijeskom

Akumulacijski oblici obale

- abrazijski tipovi obale nastaju na niskim obalama kada dolazi do prestanka prijenosne moći vala, morskih mijena i morskih struja
- djelovanjem abrazije i tekućica, dolazi do akumulacije golemih količina razorenog materijala i pijeska koji se transportira i taloži djelovanjem tekućica sa kopna, morskih struja i vjetra
- zbog stalnog djelovanja obalnih struja pijesak se taloži duž obale i formira **pješčani sprud** ili **lido**
 - sprudovi mogu biti dugi nekoliko stotina kilometara (sprud lido kod Venecije) pa i do nekoliko tisuća kilometara – duž obale Meksičkog zaljeva – zove se pregrada (bar)
- ako pješčani sprud zatvori dio kopna, nastaju **lagune**

- ako se sprud veže uz istaknute rtove i zatvori more, onda nastaje **zaljev** ili **liman**
- ako se sprud jednim svojim krakom veže za rtove ili poluotoke, onda nastaje **strelka** (primjer Zlatni rat na Braču)
- ako se otoci nalaze blizu obale, na obalnoj strani talože se sprudovi koji povezuju otok s kopnom i tako nastaje **tombolo** (primošten)
- djelovanjem morskih struja i 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 razmještanje 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 pijesak
- **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** – mikoreliefni 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 glavina 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** (atmosferaški 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 – Coriolisova 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 monsunu 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 kumulimimbusi**
- **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** – vazdazeleni 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