



Univerza v Mariboru

Fakulteta za naravoslovje
in matematiko

PALEOGEOGRAFIJA

Zbirka vaj

Danijel Ivajnšič in Venko Jaša Grujić

Maribor, 2019

Poglavja

1. NASTANEK ZEMLJE	1
Notranja zgradba Zemlje	1
Geomagnetizem	4
Seizmično valovanje	7
2. NASTANEK KAMNIN	9
3. TEKTONIKA LITOSFERSKIH PLOŠČ	15
4. GEOMORFOLOGIJA.....	25
5. PREOBLIKOVANOST POVRŠJA.....	32
6. PODNEBNE SPREMEMBE	45
7. PALEONTOLOGIJA.....	53

1. NASTANEK ZEMLJE

Notranja zgradba Zemlje

Notranjost Zemlje delimo na posamezne plasti glede na njihovo kemijsko sestavo in fizikalne lastnosti.

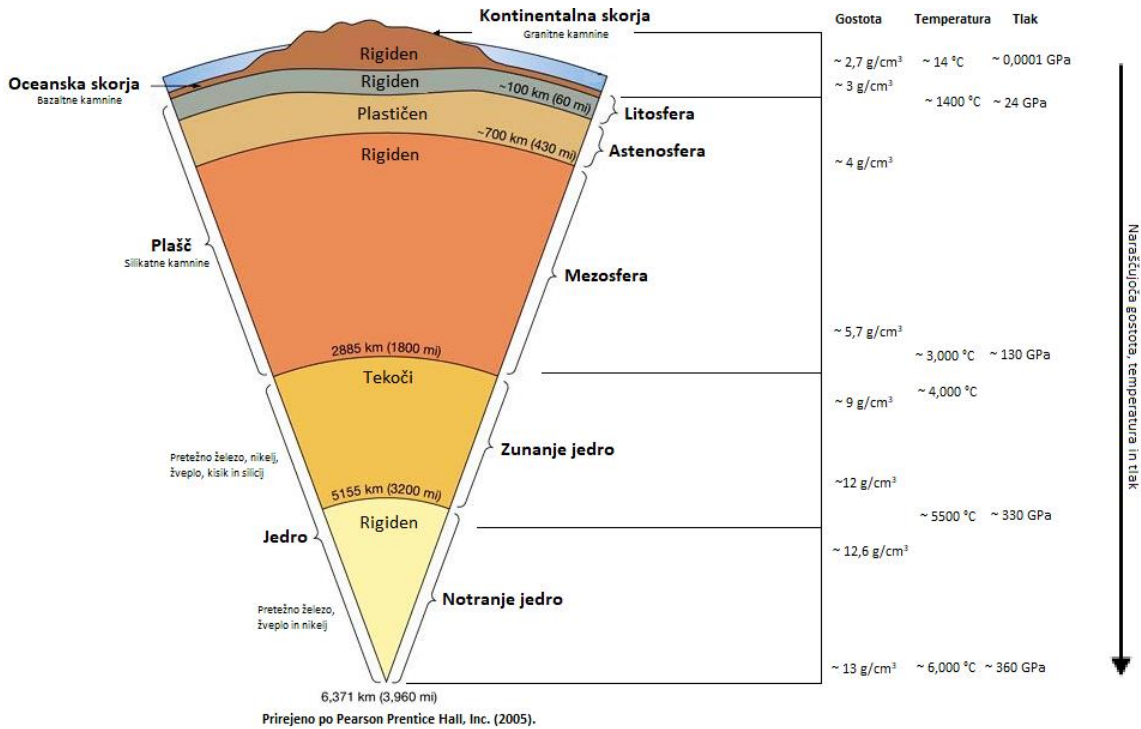
Delitev na osnovo kemijske sestave

Na osnovi kemijske sestave je notranjost Zemlje razdeljena na tri sloje: skorjo, plašč in jedro. Skorja je najtanjši sloj Zemlje. Razlikujemo debelejši celinski del, kjer prevladujejo silicijeve in aluminijeve spojine (SIAL) ter tanjši oceanski del, kjer so poleg silicijevih prisotne tudi magnezijeve spojine (SIMA). Med skorjo in jedrom se nahaja najdebelejši zemeljski sloj, zemljin plašč. Delimo ga na trdni zunanji plašč in težko tekoč (plastičen) notranji plašč, kjer so kamnine zaradi visokih temperatur delno v tekočem stanju. V plašču prevladujejo silicijeve, magnezijeve in železove spojine. Jedro je najgloblji sloj Zemlje, sestavljeno iz tekočega zunanjega jedra in trdnega notranjega jedra. Čeprav natančna sestava jedra ni znana, znanstveniki ocenjujejo, da je v večji meri iz niklja in železa.

Delitev na osnovi fizikalnih lastnosti

Na osnovi fizikalnih lastnosti (agregatno stanje, gostota, tlak in temperatura) notranjost Zemlje delimo na litosfero, astenosfero, mezosfero, zunanje jedro in notranje jedro.

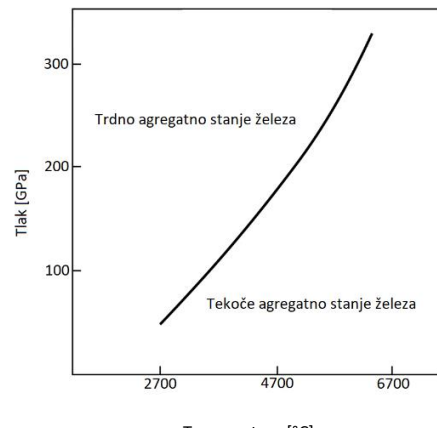
Litosfera je najhladnejši in hkrati najbolj tog zunanji sloj Zemlje, ki obsega skorjo in krhek zgornji del Zemljinega plašča. Sestavljena je iz več tektonskih plošč, ki se zaradi konvekcijskih tokov magme v globljem delu plašča premikajo po astenosferi. Astenosfera je zelo vroč in plastični zgornji del Zemljinega plašča, ki se nahaja pod litosfero. Temperature v astenosferi so visoke in blizu tališča kamnin, zato je astenosfera v napol tekočem stanju, kar omogoča premikanje plošč nad njo. Mezosfera je rigidni sloj, ki obsega spodnji del Zemljinega plašča. Natančnejši podatki o fizikalnih lastnostih posameznega sloja se nahajajo na sliki 1.



Slika 1. Notranje plasti Zemlje glede na njihovo kemijsko sestavo (levo) in fizikalne lastnosti (desno).

Praktični del

1. Naštej in opiši plasti notranje zgradbe Zemlje z vidika kemijske sestave.
2. Kljub temu, da ima notranje jedro Zemlje najvišjo temperaturo, ni v tekočem stanju. Navedi vzrok za ta pojav. Pri utemeljitvi si pomagaj s priloženim diagramom (slika 2).



Slika 2. Temperatura tališča železa.

3. Pojasni razliko med kontinentalno in oceansko skorjo.

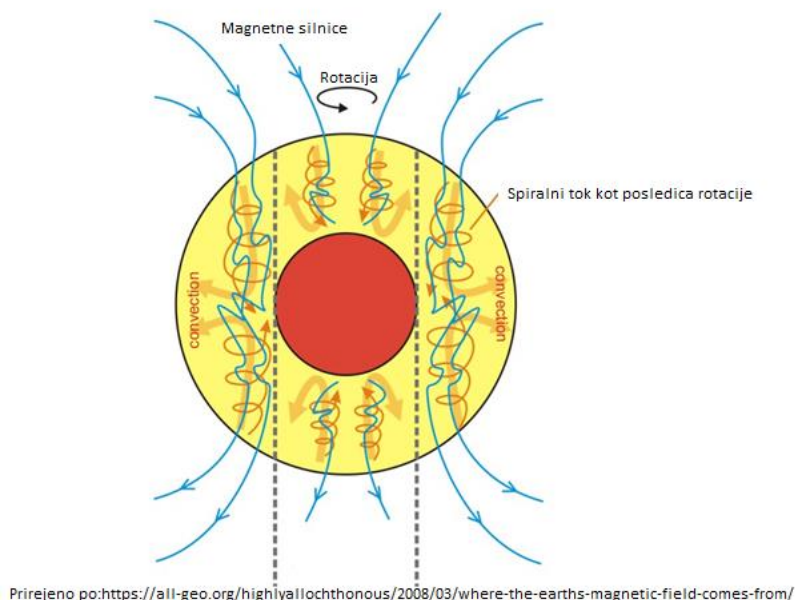
4. Pojasni razliko med astenosfero in litosfero.

5. Kaj omogoča gibanje litosferskih plošč?

Geomagnetizem

Zemljino magnetno polje je navidezni zaščitni ovoj Zemlje, ki nastaja v jedru in se razširja v vesolje. Ščiti nas pred negativnimi učinki sončnega vetra, tako imenovanimi tokovi energijsko nabitih delcev, ki bi sicer uničili ozonsko plast. Geomagnetizem je pomemben tudi za orientacijo številnih živalskih vrst. Eden izmed številnih primerov so mladiči želv Glavate karate, ki se po izvalitvi orientirajo z zaznavanjem jakosti in inklinacijskega kota magnetnega polja.

Čeprav geomagnetizem še zmeraj ni popolnoma raziskan, so znanstveniki mnenja, da magnetno polje (slika 3) Zemlje izhaja iz jedra. Zunanje jedro planeta v večji meri sestavljajo tekoče kovine, zlasti železo in nikelj, ki zaradi neprestanega in zapletenega gibanja tvorijo elektromagnetno polje. Nastanek in način premikanja tekočin v zunanjem jedru je posledica konvekcijskih tokov in vrtenja Zemlje okoli svoje osi.



Slika 3. Ponazoritev magnetnega polja zemlje

Za ustvarjanje magnetnega polja planeta so potrebni trije osnovni pogoji. Prvi pogoj je prisotnost tekoče in električno dobro prevodne mase. To maso sestavljajo tekoče kovine kot sta železo in nikelj. Drugi pogoj je zadosten vir energije, ki poganja tekočine v zunanjem jedru. Ta vir energije je toplota, ki povzroča dvig toplejše in redkejše snovi proti vrhu zunanjega jedra, od koder se po ponovnem ohlajanju in zgoščenju spusti na dno (konvekcija). Večina toplote v Zemljini notranjosti nastaja z razpadanjem radioaktivnih izotopov (^{40}K , ^{238}U , ^{235}U in ^{232}Th). Ti izotopi z izgubljanjem odvečne energije težijo k stabilnosti, pri tem pa sevajo velike količine toplote. Tretji pogoj je Coriolisov učinek, ki teži k organizaciji tokov v spiralne oblike vzdolž polarne osi sever-jug. Magnetna polja, ki so nastajajo s konvekcijskimi tokovi, se tako poravnajo v enako smer in ustvarijo magnetno polje, ki ga zaznamo na površini Zemlje.

Magnetna deklinacija

Zemljino magnetno polje lahko ponazorimo s poljem paličastega magneta. Tako kot pri magnetu tudi magnetne silnice Zemlje izhajajo iz severnega magnetnega polja in se stekajo v južni magnetni pol. Premica, na kateri ležita magnetni sever in jug ni poravnana z osjo zemljine rotacije, zato se geografska pola razlikujeta od magnetnih.

Kot med geografskim in magnetnim severom imenujemo magnetna deklinacija. Upoštevamo jo pri orientaciji s kompasom, saj slednji ne kaže smeri severnega geografskega, temveč smer severnega magnetnega pola. Podatek o deklinaciji za posamezno geografsko območje lahko pridobimo iz topografskih kart, vendar moramo pri tem upoštevati, da se zaradi gibanja tokov v zunanjem jedru Zemlje s časom spreminja tudi magnetno polje. Deklinacija je lahko zahodna ali vzhodna glede na severni geografski pol.

Vzhodna deklinacija - odštejemo od pravega odčitka, da dobimo magnetni odčitek.

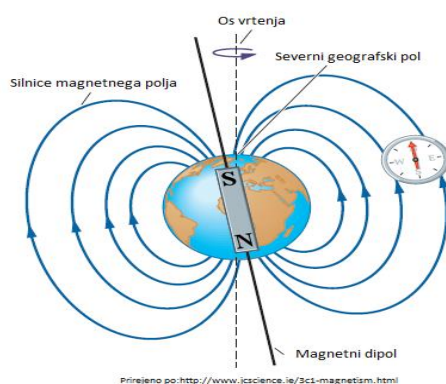
Magnetna = pravi odčitek- vzhodna deklinacija

Zahodna deklinacija - dodamo deklinacijo pravemu odčitku, da dobimo magnetni odčitek.

Magnetna = pravi odčitek + zahodna deklinacija

PRIMER: V kolikor želimo potovati v kraj, ki se od naše lokacije nahaja 75° severno geografske lege, bomo zgrešili cilj. Kompas namreč ne kaže smeri severnega geografskega, temveč magnetnega polja. Napaki se lahko izognemo z upoštevanjem deklinacijske točke. Deklinacijska točka Maribora znaša približno 4° vzhodno od severnega geografskega pola. Da izničimo napako, moramo od znane smeri odšteti deklinacijsko točko: $75^\circ - 4^\circ = 71^\circ$. Če želimo pripotovati v kraj, ki se od naše lokacije nahaja 75° severno, moramo na kompasu slediti smeri 71° severno.

Poleg magnetne deklinacije je pri orientaciji pomembno upoštevati tudi magnetno deviacijo, ko magnetna igla kompasa zaradi bližine železove rude, gora in drugih virov železa ne pokaže dejanskega magnetnega severa.



Slika 4. Silnice geomagnetnega polja.

Praktični del

1. Na kratko pojasni nastanek magnetnega polja Zemlje.
2. Pojasni vlogo elektromagnetnega polja Zemlje.
3. Zakaj moramo pri orientaciji s kompasom upoštevati magnetno deklinacijo in magnetno deviacijo?
4. Od česa je odvisna velikost magnetne deklinacije?
5. Gradec se nahaja 61 km in 14° severno od Maribora. Deklinacijska točka znaša približno 4° vzhodno od severne geografske lege. Izračunaj smer na kompasu, ki bi nas glede na znane podatke pravilno pripeljala iz Maribora v Gradec.

Seizmično valovanje

Seizmično valovanje je potresno valovanje, ki se v obliki elastičnih valov širi po površini Zemlje (površinsko valovanje) ali skozi njo (prostorsko valovanje). Čas, ki je potreben, da potresni valovi prispejo do seizmografov, znanstvenikom omogočajo določitev natančne lokacije potresa. Za preučevanje gostote in sestave Zemlje je pomembno dobro poznavanje prostorskega valovanja. Slednjo pri prehodu skozi materiale različnih gostot spremeni smer in hitrost razširjanja.

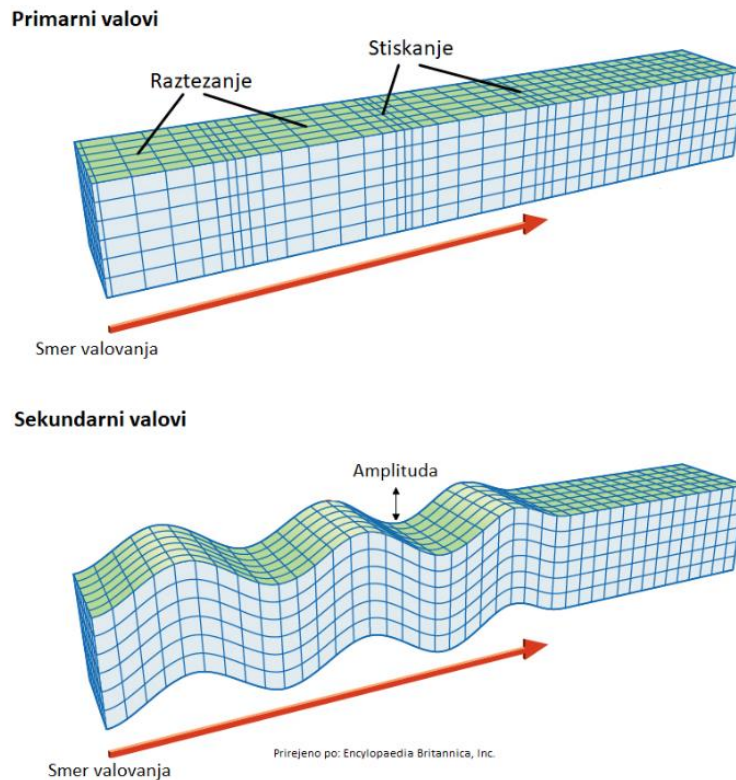
Glede na čas in način razširjanja prostorsko valovanje delimo na primarno ali longitudinalno valovanje (P-valovi) in sekundarno ali strižno valovanje (S-valovi).

PRIMARNO VALOVANJE

Primarni ali vzdolžni valovi so prvi, ki jih zaznajo seizmografi in povzročajo nihanja snovi v smeri širjenja valovanja. Potekajo lahko preko trdne, tekoče ali plinaste snovi. Pri prehodu skozi medij povzročajo kompresijo (stiskanje) in dilatacijo (raztezanje) medija.

SEKUNDARNO VALOVANJE

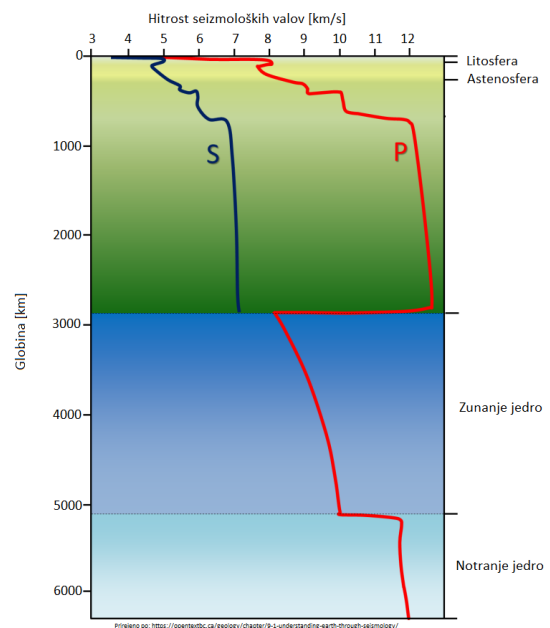
Sekundarni ali strižni valovi povzročijo nihanja snovi prečno glede na smer širjenja. Za razliko od primarnih se sekundarni valovi širijo počasneje in lahko prehajajo le preko trdne snovi. Pri obeh oblikah valovanja se hitrost poveča z naraščanjem gostote materiala, kar je ključno za določanje gostote posameznega sloja Zemlje.



Slika 5. Hitrost in smer razširjanja primarnih (zgoraj) in sekundarnih (spodaj) valov skozi medij

Praktični del

1. Znanstveniki so s preučevanjem potovanja kompresijskih in strižnih valov preko zemljine notranjosti ugotovili, da se v notranjosti Zemlje poleg trdnih slojev nahaja tudi tekoče zunanje jedro. Utemelji razloge te ugotovitve. Pomagaj si s sliko 6.
2. Katera vrsta prostorskega valovanja se širi z višjo hitrostjo? Pri utemeljitvi si pomagaj s sliko 6.
3. Na sliki 6 sta prikazani hitrosti primarnega (P) in sekundarnega (S) valovanja. Pojasni zakaj ni priloženega podatka o hitrosti sekundarnega valovanja v zunanjem jedru.



Slika 6. Hitrost prostorskih seizmoloških valov

2. NASTANEK KAMNIN

Kamnine

Kamnina je trdni agregat naravnega nastanka, v osnovi sestavljena iz enega ali več različnih mineralov ali iz delov različnih kamnin. Kamnine glede na proces nastanka razvrščamo v tri skupine: magmatske, metamorfne in sedimentne.

Magmatske kamnine

Magmatske kamnine nastajajo v procesu kristalizacije iz ohlajajoče silikatne kamnine (magne). Delimo jih na globočine (plutonske ali intruzivne), ki se zaradi postopnega ohlajanja počasi kristalizirajo v zemeljski notranjosti, in predornine, ki s hitrim ohlajevanjem kristalizirajo blizu ali na Zemljinem površju. Poleg globočin in predornin poznamo tudi žilnine, ki nastajajo z vrivanjem magme v razpoke že obstoječih kamnin v zgornjem delu Zemljine skorje.

Sistematika magmatskih kamnin

Magmatske kamnine so obsežna skupina kamnin. V skupine jih uvrščamo na podlagi različnih meril, najpogosteje po načinu nastanka in strukturi. Struktura kamnine nam poda velikost in razporeditev mineralov (delcev), ki jih vsebuje.

Struktura magmatskih kamnin

V grobem razlikujemo **zrnato**, **porfirsko**, **porfiroidno**, **steklastko** in **votlikavo** strukturo.

Zrnata struktura

Zrnata struktura je značilna za globočine, kjer je vsa kamnina izkristaljena in brez prisotnih amorfnih struktur. Struktura je lahko debelozrnata ali drobnozrnata. V procesu kristalizacije se gibanje ionov z ohlajevanjem magme upočasni, pri tem pa se ioni povežejo v urejene strukture, tako imenovane kristale. Pri počasnem ohlajevanju magme okrog razmeroma redkih mikrokristalnih jeder rastejo veliki kristali. Kamnina, ki nastane s počasnim ohlajevanjem magme ima debelozrnato strukturo. Kadar ohlajevanje magme poteka hitro, se gibanje ionov upočasni prej in ioni ne potujejo do jedra kristaljenja, zato mikrokristali nastanejo na več mestih in ne tvorijo velikih kristalov. S hitrim ohlajevanjem magme nastane drobnozrnata struktura.

Kamnine z značilno zrnato strukturo: granit, granodiorit, diorit, tonalit, gabro, peridotit.

Porfiriska struktura

Porfiriska struktura nastane kadar minerali kristalijo v dveh stopnjah, in sicer najprej v globočini, kjer nastanejo veliki kristali pravilnejših oblik, in nato ob izlivu, ko nastane mikrokristalna osnova. Tako organizirano kamnino sestavljajo kristaljeni vtrošniki v nekristaljeni ali mikrokristalni osnovi. Kamnine s tako organizirano strukturo imenujemo predornine. Vzrok nastanka porfirske strukture je v različni temperaturi tališča različnih mineralov. Tako nekateri minerali z višjim tališčem kristalizirajo prej, drugi pa šele ob izbruhu lave, ko pride do hitrega ohlajevanja in se ioni ne povežejo v urejene strukture. Tako nastane trdna amorfnost. Pri tem lahko nastanejo tudi kamnine, ki so kristaljene, vendar zrnatosti zaradi mikroskopsko majhnih kristalov s prostim očesom ni mogoče zaznati.

Kamnine z značilno porfirsko strukturo: riolit, trahit, dacit, andezit, bazalt.

Porfiroidna struktura

Porfiroidna struktura kamnin ima značilnosti tako zrnate kot porfirski strukture, saj se poleg večjih vtrošnikov v kamnini nahajajo tudi drobni, vendar s prostim očesom vidni kristali. Primer kamnine s porfiroidno strukturo je pegmatit. Takšna struktura kamnin je pogosta pri žilninah.

Steklata struktura

Do nastanka kamnin s steklasto strukturo pride takrat, ko zaradi hitrega vulkanskega izbruha minerali ne kristalizirajo in se lava strdi v tako imenovano vulkansko steklo

Primer kamnin s strukturo vulkanskega stekla: obsidian, perlit in smolnik.

Votlikava ali mehurčkasta struktura

Votlikava struktura nastane, ko se plini v obliki mehurčkov izločijo iz hitro se ohlajajoče taline. V globini je plin zaradi visokega pritiska raztopljen v magmi. Ob izbruhu pride do nenadnega in hitrega znižanja tlaka, zaradi česar se plini izločijo v obliki mehurčkov.

Primer kamnin z mehurčkasto ali votlikavo strukturo je plovec.

Sedimentne kamnine

Sedimentne kamnine so pogost tip kamnin na površju Zemlje. V primerjavi z magmatskimi in metamorfnimi kamninami imajo značilno plastovito strukturo, ki nastaja z zaporednim usedanjem transportnega materiala. Plasti se lahko razlikujejo po barvi, velikosti delcev, vrsti cementa ali notranji ureditvi. Sedimentne kamnine so sestavljene iz delcev obstoječih kamnin ali iz mineralov, oborjenih iz vodnih raztopin, pri tem pa lahko vsebujejo tudi organske ostanke in snovi.

Nastanek sedimentnih kamnin

Sedimenti so nepovezani trdni delci kamnin ali mineralov, ki nastajajo s preperevanjem in erozijo obstoječih kamnin ali z obarjanjem iz vodnih raztopin. Nastanek sedimentov in sedimentnih kamnin poteka na Zemljinem površju.

Sedimentne kamnine nastajajo z različnimi procesi:

1. **Preperevanje** je proces razpadanja in spreminjanja že obstoječih kamnin na ali blizu Zemljinega površja. Pri tem nastanejo produkti, ki so kasneje vir nastanka sedimentov in sedimentnih kamnin.
2. **Transport** je proces prenašanja produktov preperlih kamnin. Prenajanje materiala lahko poteka z delovanjem gravitacije, vode, vetra in ledenikov.
3. **Usedanje** ali **sedimentacija** preperelega kamninskega materiala nastopi takrat, ko se moč transportnega medija upočasni ali se ustavi. Usedanje pogosto poteka v vodoravnih ali nekoliko nagnjenih plasteh, kjer se novonastali sloj usede na starejšo plast (vir slojevitosti).
4. **Litifikacija** je proces v katerem se nepovezani sedimenti povežejo v trdno kamnino. Sestavljena je iz dve delov: **kompakcije** in **cementacije** sedimenta.
 - a. **Kompakcija** je proces, pri katerem se porne raztopine in plini iztisnejo, gostota poveča, poroznost in prepustnost pa zmanjšata. Pri tem teža novega sedimenta povzroči dodatno sesedanje in orientirano zlaganje delcev predhodnega sedimenta.
 - b. V procesu **cementacije** se iz nasičenih pornih raztopin izloča cement (kalcit, kremenica...), ki zapolni pore med odloženimi delci in jih poveže v trdni agregat, kamnino.

Sistematika sedimentnih kamnin

Glede na izvor razlikujemo 3 tipe sedimentnih kamnin: klastične, piroklastične in kemične ali biokemične.

1. Klastične kamnine nastajajo z usedanjem delcev, ki so posledica preperevanja in erozije. Primeri mehanskih ali klastičnih kamnin se nahajajo v preglednici 1.
2. Piroklastične kamnine nastajajo z usedanjem ter sprijemanjem vulkanskega pepela in prahu. Primeri piroklastičnih kamnin se nahajajo v preglednici 1
3. Kemične in biokemične sedimente kamnine nastajajo z obarjanjem mineralov iz vodnih raztopin ali ogradij in skeletov vodnih organizmov. Primeri nekaterih (preglednica 1)

kamnin kemičnega in/ali biokemičnega izvora so apnenec, dolomit, sagra, siga, lehnjak, kreda in roženec.

- a. **Apnenec** tvorijo mikrokristali kalcita, ki lahko izhaja iz odlomkov lupin in skeletov mehkužcev ali drugih morskih organizmov s karbonatnim ogrodjem (biokemični izvor) ali pa se obori iz vodne raztopine zaradi dviga temperature in valovanja.
- b. **Dolomit** nastaja z prekristaljevanjem kalcita apnenca v dolomit. To se zgodi v procesu dolomitizacije, ko na apnenec kaplja z magnezijem bogata raztopina
- c. **Lehnjak** nastaja z obarjanjem na vodnih rastlinah (biokemično) ali z obarjanjem iz kalcita (kemično) okrog mineralnih ali toplih izvirov. Ko rastline odmrejo ostane porozen sediment, kjer pogosto lahko vidimo odtise različnih delov rastlin. Masivnejši lehnjak imenujemo travertin.
- d. **Siga** je kamnina, ki nastaja z anorganskim obarjanjem kalcita v jamah.
- e. **Kreda** je nevezan apneni sediment morskega izvora (kalcitna ogródja alg kokolit) na dnu morja.
- f. **Roženec** je sedimentna kamnina, ki nastaja anorgansko z obarjanjem kremenice iz nasičene vodne raztopine. Vir kremenice je pogosto tudi prekristaljeni skelet organizmov (npr. diatomeje)
- g. **Premog** je organski sediment, ki ga sestavljajo z organskim ogljikom bogati organizmi.

Tabela 1: Sistematika sedimentnih kamnin glede na način nastanka (povzeto po Hočevár in Vidic, 2003).

SEDIMENTE KAMNINE						
MEHANSKE ALI KLASTIČNE					KEMIČNE	
		~2 mm	0,063 mm	0,002 mm	BIOKEMIČNE	KEMIČNE
NEVEZANE	GRUŠČ PROD	PESEK	MELJ	GLINA LAPOR	APNENEC KREDA	HALIT SILVIN
VEZANE	BREČA KONGLOMER AT	PEŠČENJA K	MELJEVE C	GLINAVEC LAPOROVE C	DOLOMIT ROŽENEC	SADRA ANHIDRI T
			MULJEVEC			
PIROKLASTIČNE						
NEVEZANE	VULKANSKIE BOMBE	VULKANSKI PEPEL, PRAH				
VEZANE	VULKANSKA BREČA	TUF, TUFIT			SIGA LEHNJAK FOSFORIT	

Metamorfne kamnine

Metamorfne kamnine so nastale s preobrazbo sedimentnih, magmatskih kamnin, ki so zaradi dolgotrajne izpostavljenosti ekstremnejši temperaturi in tlaku v Zemljini skorji spremenile kemijsko sestavo in teksturo. Metamorfozo povzročajo različni dejavniki, ki lahko delujejo v interakciji ali posamezno. To so temperatura, tlak, lahkohlapne komponente in izmenjava snovi z magmo ali vročimi tekočinami. Za klasifikacijo metamorfnih kamnin je najpogosteje v uporabi razvrščanje na podlagi kamninske teksture.

Klasifikacija metamorfnih kamnin

Glede na teksturo razlikujemo masivne in skrilave metamorfne kamnine. Masivno teksturo tvorijo mineralna zrna približno enakih velikosti enakih ali različnih barv. Metamorfne kamnine z masivno teksturo nastajajo pri visokih temperaturah in usmerjenem tlaku (geostatični tlak) na vse strani kamnine. Posledica geostatičnega tlaka je manjša poroznost in gostejša zgradba kamnina z značilno masivno teksturo. Primer je marmor, ki je nastal iz apnenca in dolomita.

Skrilava tekstura kamnin nastaja ob usmerjenem tlaku, ko se minerali orientirajo pravokotno na smer najvišjega tlaka. Tako je povišan tlak vzrok značilne skrilavosti metamorfnih kamnin. Tekstura skrilavih je v obliki tanjših, do nekaj cm dolge debelih »plastí«, ki na videz spominjajo na sedimentne kamnine.

Praktični del

1. Na vajah si bomo ogledali različne tipe kamnin. Za izvedbo naloge je potrebno prinesiti mobilni telefon. V iskalniku aplikacije »Trgovina play« poiščite aplikacijo »KAMENCHECK« in jo namestite. V aplikaciji se nahajajo trije različni sklopi: kamninski ključ, enciklopedija in mala šola. Za določitev kamnin izberite možnost kamninski ključ.

Tabela 2: Seznam kamnin, ki jih bomo s pomočjo aplikacije določili na vajah.

Magmatske kamnine	Metamorfne kamnine	Sedimentne kamnine
GRANIT	FILIT	PEŠČENJAK
ČIZLAKIT	GNAJS	BREČA
RIOLIT	KVARCIT	GLINAVEC
APLIT	AMFIBOLIT	APNENEC
GRANODIORIT/TONALIT	BLESTNIK	ROŽENEC
BAZALT	MARMOR	MELJEVEC
ANDEZIT/DACIT	EKLOGIT	LAPOROVEC
PEGMATIT	SERPENTINIT	DOLOMIT

LAVA		LEHNJAK
DIABAZ		

2. V spodaj priloženi preglednici (preglednica 2) se nahajajo različni tipi kamnin. S pomočjo literature iz vaj pripravite dihotomni ključ za razvrščanje kamnin na podlagi zunanjih lastnosti posamezne kamnine.

Tabela 3: preglednica sedimentnih kamnin

Sedimentna kamnina
Fliš
Konglomerat
Prod
Tuf
Peščena konkrecija
Nafta
Sadra
Premog

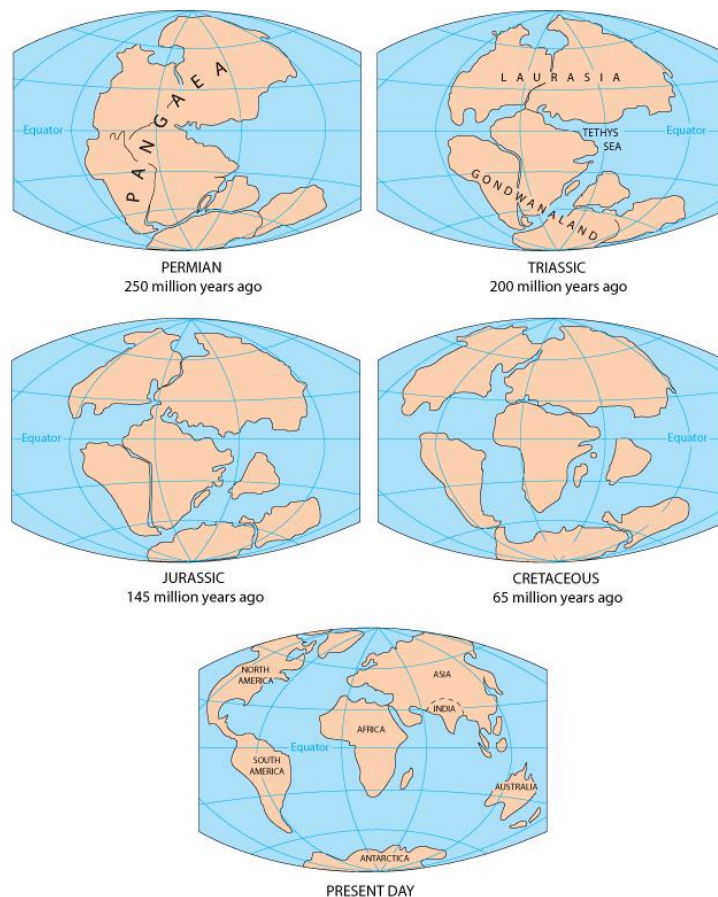
3. Pojasni in nariši bistvene razlike med brečo in konglomeratom. Pri utemeljitvi si pomagaj s priloženimi makroskopskimi preparati.
4. Pojasni in nariši razliko med skrilavcem in sedimentnimi kamninami. Pri utemeljitvi si pomagaj s priloženimi makroskopskimi preparati
5. Pojasni razliko med lehnjakom in plovcem.

3. TEKTONIKA LITOSFERSKIH PLOŠČ

Zemljino površje je sestavljeno iz več različno velikih litosferskih plošč (mednje spadajo tudi današnji kontinenti), ki se premikajo po zelo vročem in delno tekočem zgornjem delu Zemljinega plašča. Tektonske plošče se med seboj neprestano oddaljujejo, približujejo in drsijo ena ob drugo, s čimer vplivajo na nastajanja gorstev, oceanov, potresov in izbruhe vulkanov.

1. Premikanje kontinentov

Leta 1912 je nemški meteorolog Alfred Wegener predstavil teorijo o premikanju kontinentov. Prepričan je bil, da je pred približno 200 milijoni leti obstajal superkontinent »Pangea«, ki je kasneje razpadel na manjše kontinente.



Slika 1: Ločitev superkontinenta Pangea na več manjših kontinentov skozi daljše časovno obdobje (<https://cdn.mos.cms.futurecdn.net/MukkwnPZe2zTtY5NSvyC8X.jpg>)

Teorijo o obstoju velikega superkontinenta »Pangea« podpira dejstvo, da se meje posameznih kontinentov ujemajo kot koščki sestavljanke. Dodaten dokaz obstoja superkontinenta so na več kontinentih prisotne **enake geološke strukture** in **fosilni ostanki** nekoč živečih rastlinskih in živalskih vrst.

Enake geološke strukture

Apalaško gorovje velja za najstarejšo gorsko veriga v Severni Ameriki in pomemben ostanek nekoč ogromne gorske verige. Gorovje Apalači na vzhodnem delu ZDA in Kanade je podobno gorski verigi vzhodnemu delu Grenlandije, Irske, Velike Britanije in Norveške. Znanstveniki ocenjujejo, da gre za izvorno isto gorovje, ki se je zaradi premikanja litosferskih plošč razdelilo na več delov. Znanstveniki to teorijo potrjujejo z zgradbo in obliko kamnin, ki tvorijo gorsko verigo na obeh straneh Atlantika. Slika 2 prikazuje potek gorske verige superkontinenta.



Slika 2: Potek gorske verige superkontinenta.

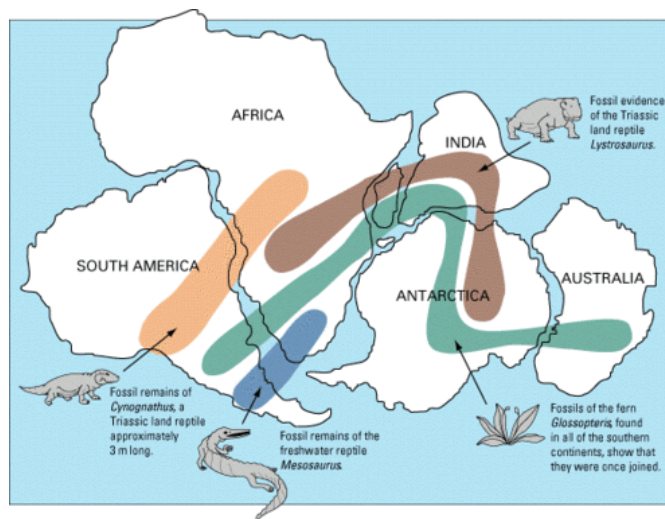
1.2 Fosilni ostanki rastlinskih in živalskih vrst

Poleg geoloških struktur teorijo superkontinenta potrjujejo tudi fosilni ostanki nekoč živečih rastlinskih in živalskih vrst. Na sliki 3 so prikazani nekateri primeri izumrlih organizmov, ki jih danes kot fosilne ostanke lahko najdemo na različnih kontinentih.

- Fosilni ostanki praproti *Glossopteris* so prisotni na vseh kontinentih, čeprav se klimati med kontinenti močno razlikujejo. Malo verjetno je, da so se semena fosilnih praproti z vetrom razširile preko oceana.
- Fosilne ostanke sladkovodnega plazilca vrste *Mesosaurus*, ki je v dolžino meril slab meter, in je živel pred približno 300 milijoni leti, so odkrili v Braziliji in Južni Afriki. Razdalja med kontinentoma obeh držav znaša več kot 6000 kilometrov, zato prisotnost vrst na obeh kontinentih ni posledica migracij.
- Podoben primer je najdba fosilov dveh kopenskih vrst plazilcev, *Cynognathus* in *Lystrosaurus*. Čeprav nobena od omenjenih vrst ni znala plavati, so njihove fosile našli

v Južni Ameriki in Afriki (*Cynognathus*), oziroma v Afriki, Indiji in na Antarktiki (*Lystrosaurus*).

Zgoraj podane vrste tako velikih razdalj niso preplavale. Najverjetnejša razlaga enakih fosilnih ostankov na različnih kontinentih je ta, da so kontinenti, kot jih poznamo danes, nekoč bili povezani.



Slika 3 Fosilni ostanki rastlinskih in živalskih vrst (prirejeno po: https://en.wikibooks.org/wiki/High_School_Earth_Science/Continental_Drift)

Teorija tektonike plošč

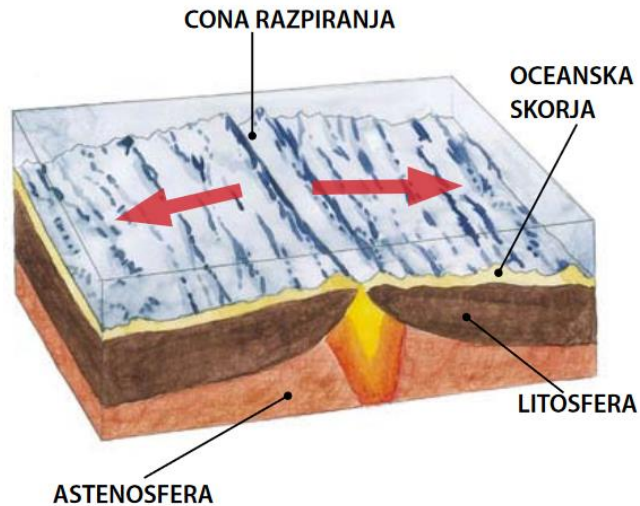
Teorija o tektoniki plošč govori o tem, da litosfera ni enotna, temveč je razdeljena na 7 večjih in več manjših litosferskih plošč, ki se premikajo po na pol tekoči astenosferi. Litosfera je najhladnejši in hkrati najbolj tog zunanji sloj Zemlje, ki obsega skorjo (kontinentalno, oceansko ali obe) in krhek zgornji del Zemljinega plašča. Sestavljena je iz več tektonskih plošč, ki se zaradi konvekcijskih tokov magme v globljem delu plašča premikajo po astenosferi. Astenosfera je zelo vroč in plastični zgornji del Zemljinega plašča, ki se nahaja pod litosfero. Temperature v astenosferi so visoke in blizu tališča kamnin, zato je astenosfera v napol tekočem stanju (plastičnem), kar omogoča premikanje plošč nad njo.

Premikanje litosferskih plošč

Premikanje litosferskih plošč lahko poteka na tri načine: z **oddaljevanjem plošč**, **drsenjem plošč ena ob drugi** in s **trkom dveh plošč**.

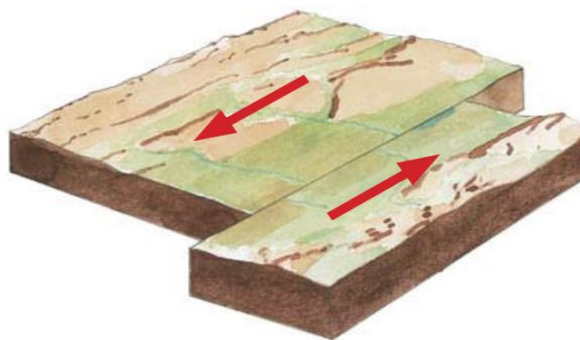
1. Območje kjer poteka oddaljevanje dveh litosferskih plošč imenujemo cona razpiranja. Največji primeri razpiranja območij so srednjeoceanski hrbti.

Ob razmiku plošč nastajajo razpoke iz katerih iz notranjosti Zemlje prodre magma. Slednja se zaradi nizke temperature vode na oceanskem dnu ohladi in zapolni razpoke. Zaradi neprestanega ponavljanje tega procesa se morsko dno vsako leto razširi za nekaj centimetrov. Čeprav so cone razpiranja najpogosteje prisotne na območju globokih oceanov, jih najdemo tudi na kontinentih. Primer sta Srednjeafriški in Vzhodnoafriški tektonski jarek. Nastanek obeh jarkov nakazuje, da se skrajni vzhod Afrike ločuje od preostalega kontinenta.



Slika 4 Razmikanje dve litosferskih plošč (http://vedez.dzs.si/datoteke/tektonika.pdf)

2. Drsenje ene plošče ob drugo vodi v nastanek nove skorje brez uničevalnih posledic za staro. Tako kot pri coni razpiranja so tudi procesi drsenja najpogostejši na dnu oceanov, čeprav so prisotni tudi na kopnem. Najbolj znan kopenski primer drsenja plošč je prelomnica svetega Andreja, ki poteka skozi mesti Los Angeles in San Francisco (drsenje Tihomorske in Severnoameriške plošče).



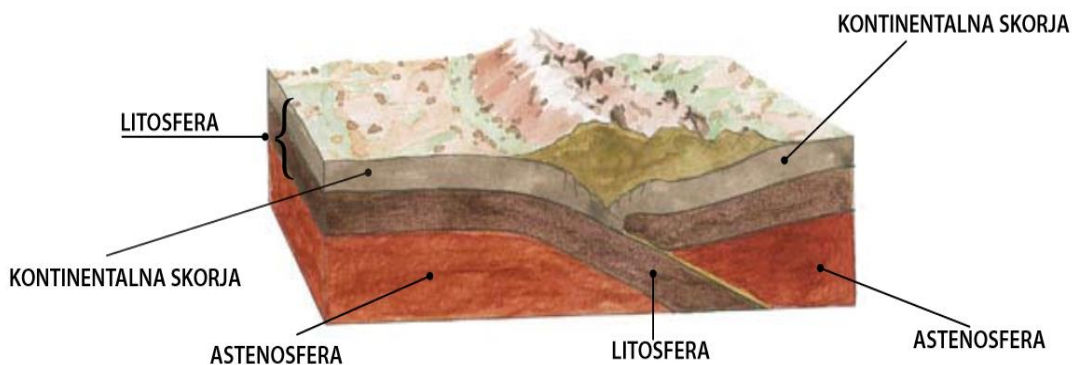
Slika 5 Drsenje ene litosferske plošče ob drugo (http://vedez.dzs.si/datoteke/tektonika.pdf)

Medsebojno približevanje in trčenje plošč, ob katerem pride do uničenja in raztapljanja skorje, je tretji način premikanja litosferskih plošč. Razlikujemo trk med dvema kontinentalnima ploščama, med kontinentalno in oceansko skorjo ter med dvema oceanskima skorjama.

Vrsta trkov:

a. Med dvema kontinentalnima ploščama

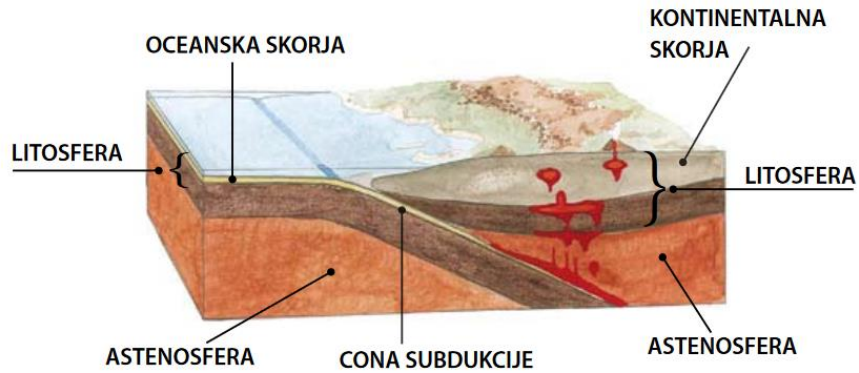
Pojav, ko trčita dve kontinentalni plošči, imenujemo kolizija. Ob stiku obeh plošč nastanejo ogromni pritiski, ki povzročijo gubanja kamnin in nastajanje gorovja. Takšen primer so Alpe, ki so začele nastajati pred več kot 60 milijoni leti in sicer ob trku Jadranske in Evrazijske plošče.



Slika 1 Trčenje med dvema litosferskima ploščama (<http://vedez.dzs.si/datoteke/tektonika.pdf>)

b. Med kontinentalno in oceansko ploščo

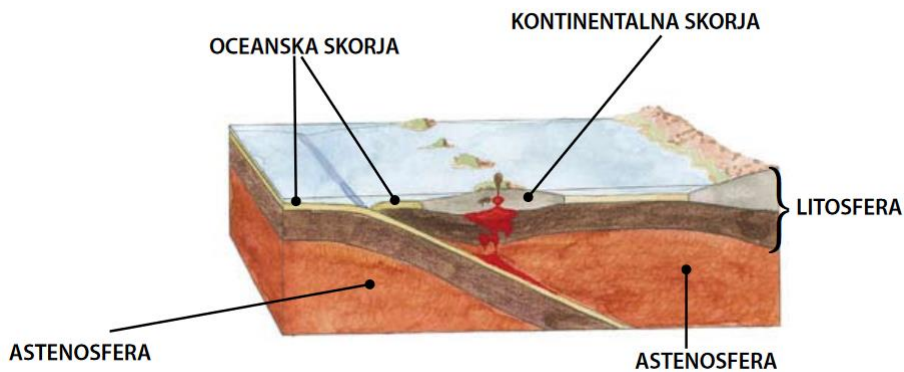
Tanjša oceanska plošča se vrine pod kontinentalno ploščo in potone v astenosfero, kjer se popolnoma raztali. Na mestu izpodrivanja oceanske plošče pod kontinentalno nastaja globokomorski jarek. Takšen proces strokovno imenujemo subdukcija. Območja subdukcije so zahodni deli J in Severne Amerike, kjer Tihomorska oceanska plošča tone pod Severno in J. Ameriško ploščo.



Slika 7 Trčenje med kontinentalno in oceansko ploščo (<http://vedez.dzs.si/datoteke/tektonika.pdf>)

c. Med dvema oceanskima ploščama.

Podobno kot pri oceanski in kontinentalni skorji se tudi v tem primeru lažja plošča podrine pod težjo in ustvari globokomorski jarek. Takšen primer je Japonsko otočje.



Slika 8: Trčenje med dvema oceanskima ploščama (<http://vedez.dzs.si/datoteke/tektonika.pdf>)

Vulkanski izbruhi in potresi

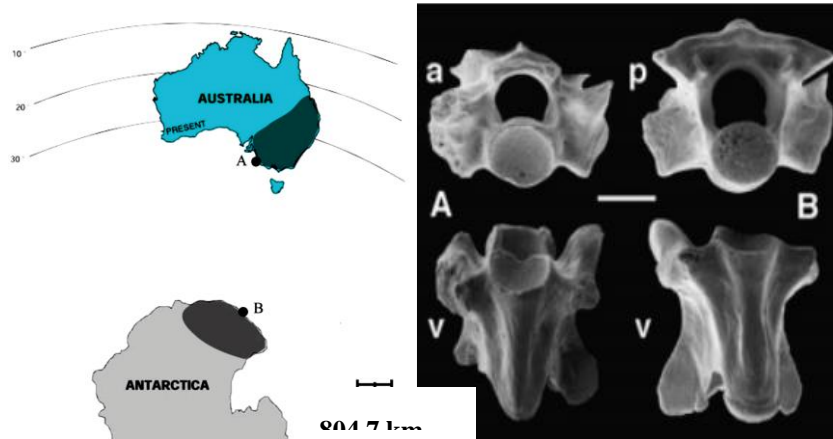
Vulkanski izbruhi ne nastanejo samo ob razmiku, temveč tudi ob stiku oziroma približevanju dveh litosferskih plošč. Na oceanski plošči se s časoma odloži veliko z vodo prepojenega materiala. Ko se oceanska plošča vrine pod drugo ploščo in nato potopi v astenosfero, se z vodo prepojene kamnine stalijo v magmo. Takšna magma je redkejša in lažja od okolice. Zaradi vzgona se magma hitro dvigne proti površju in močno izbruhne. Primer izbruha vulkana je celotni rob oceanske Tihomorske plošče.

Pomembne posledice tektonskih stikov so tudi potresi, ki nastajajo ob vseh vrstah stikov litosferskih plošč, še najmočneje pa se izrazijo pri drsenju in trku dveh litosferskih plošč.

Praktični del

1. V spletnem brskalniku poišči in namesti aplikacijo Google Earth. V aplikaciji poišči obalne linije vzhoda Južne Amerike in Zahodne Afrike, ter opazujte ali se ujemajo po obliki. Podaj zemljepisni dolžini in širini držav v točki a in b.
 - a) Brazilija (zemljepisna širina in dolžina):
 - b) Angola (zemljepisna širina in dolžina):
2. Izmerite razdaljo med državama v prejšnjem odgovoru. Glede na to, da se je ta del superkontinenta odcepil pred več kot 200 000 000 leti, izračunajte kako hitro je potekala ločitev Južne Amerike in Afrike v cm/leto.
3. Kdaj se bo oblikoval naslednji superkontinent? Oglejte si zahodno obalo Južne Amerike ter vzhodno obalo Azije in Tihega oceana. Če se Južna Amerika in Afrika oddaljujeta ter Atlantski ocean razširja, potem se na drugi strani Zemlje dogaja nasproten proces; Ameriki se približujeta Aziji, Tihi ocean pa se krči. Kako daleč sta oddaljeni Severna Amerika in celinska Azija v cm? Izmerite razdaljo med Severno Kalifornijo in Severno Korejo ter s pomočjo izračunane hitrosti iz naloge 2 ocenite nastanek naslednjega superkontinenta.

Naslednji sliki uporabi v odgovorih na vprašanja od 4 do 6.



Slika 9 in 10: Porazdelitev fosila kače vrtse Patagoniophis v Avstraliji in Antarktiki. Očitno je, da ta majhna kača ni preplavala velike razdalje med kontinenti, ampak je obstajala v času, ko sta bili Avstralija in Antarktika še združeni.

4. Kako daleč narazen od prvotnega nahajališča se nahajajo fosili kač?
- a) 2012 km b) 2736 km
c) 3460 km d) 4345 km
5. Avstralska plošča se premika s hitrostjo 5,6 cm/leto. Koliko so stari kačji fosili?
- a) 310 milijonov let b) 217 milijonov let
c) 98 milijonov let d) 62 milijonov let
6. Fosili plazilcev vrste Glossopterus in Lystrosaurus, najdeni v kamninah Južne Amerike in Afrike kažejo na to, da so bili pred približno 200 milijoni let del superkontinenta. Enaki fosili se nahajajo tudi v Avstraliji, kar nakazuje na to, da je bila Avstralija skupaj z Antarktiko del superkontinenta. Na podlagi odgovora na vprašanje 5 izberite pravilno trditev?
- a) Avstralija in Antarktika sta se ločili pred razpadom Pangee.
b) Avstralija in Antarktika sta se ločili med razpadom Pangee.
c) Avstralija in Antarktika sta se ločili po razpadu Pangee.

DOLOČANJE STIKA TEKTONSKIH PLOŠČ

1. V iskalno vrstico Google Earth vnesite "15 19 48,78 S 75 12 03,41 W".

Kateri tip litosferskih plošč je prisoten?

- a) ocean – ocean b) ocean – kontinent c) kontinent – kontinent

2. V iskalno vrstico Google Earth vnesite „6 21 49,68 S 29 35 37,87 E“.

Kateri proces lahko pojasnimo s to fotografijo?

- a) širjenje morskega dna b) kontinentalni drift c) subdukcija

3. V iskalno vrstico Google Earth vnesite "28 04 27,04N 86 55 26,84E ".

Kateri tip litosferskih plošč je prisoten?

- a) ocean – ocean b) ocean – kontinent c) kontinent – kontinent

4. V iskalno vrstico Google Earth vnesite „46 55 25,66 N 152 01 25,17 E “.

Kateri tip litosferskih plošč je prisoten?

- a) ocean – ocean b) ocean – kontinent c) kontinent – kontinent

Kakšne značilnosti bi pričakovali pri tej vrsti meja?

- a) vulkani b) gore in plazovi

5. Naštej in opiši načine premikanje litosferskih plošč.

6. Predstavi dva primera dokazov o obstoju Pangee.

7. Kateri stiki litosferskih plošč povzročijo najmočnejše potrese.

8. Predstavi približen časovni okvir in potek razpada superkontinenta.

4. GEOMORFOLOGIJA

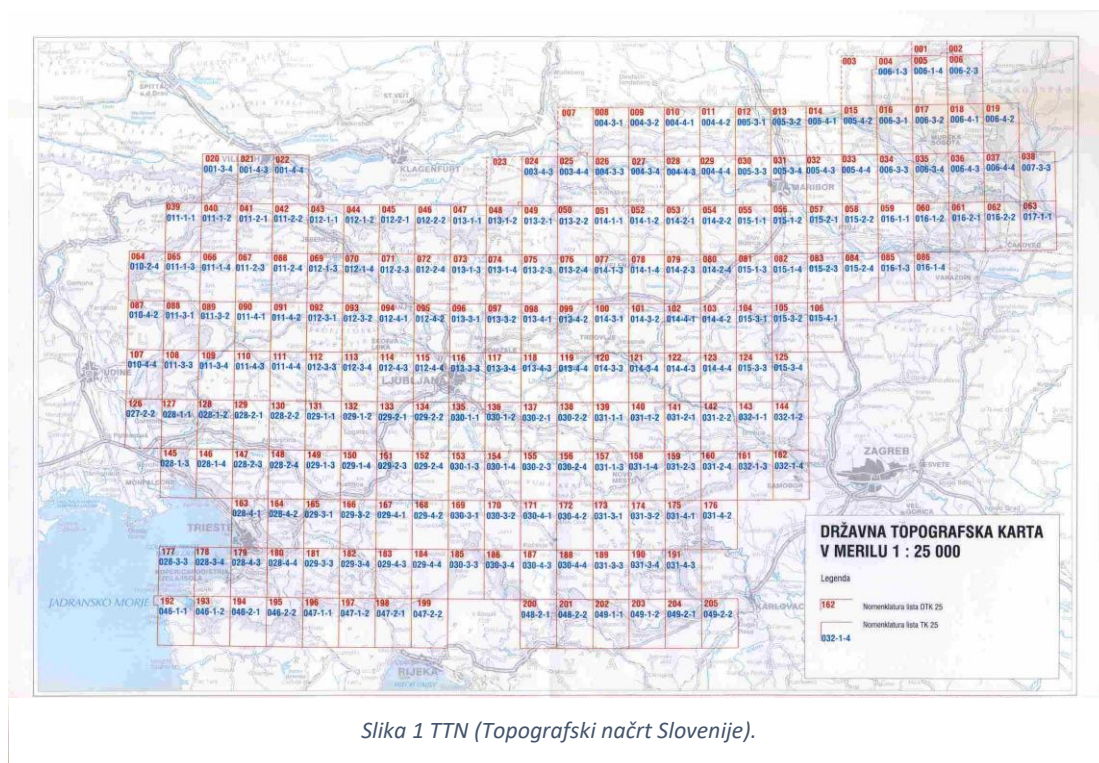
V sklopu 4. vaje se bomo seznanili z navodili za izdelavo seminarske naloge. Za območje vašega kraja boste pripravili:

- topografsko karto,
- geološko karto,
- karto generaliziranih litoloških enot,
- topografsko karto z označenimi lokacijami nabranih kamnin,
- karto naklona in
- karto ekspozicij.

Seminarska naloga mora biti sestavljena iz naslovnice (naslov, avtor, leto), namena, uvoda, rezultatov, diskusije in zaključka. Vsako karto ustrezno poimenujte, opremite z legendo in jo glede na obravnavano območje podrobneje predstavite. Pri tem bodite pozorni, da povzeto gradivo ustrezno citirate po APA standardu (https://www.pef.uni-lj.si/fileadmin/Datoteke/Knjiznica/Datoteke/apa_citiranje.pdf)

Naloga 1

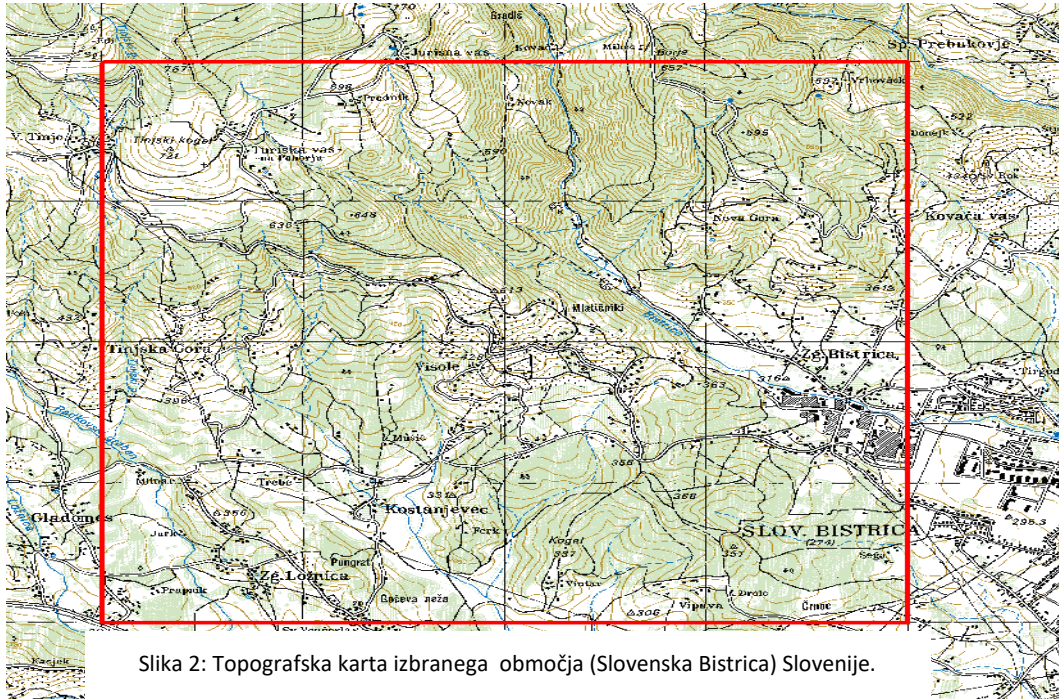
Poiščite temeljni topografski načrt (TTN) vašega kraja, ki vam bo služil kot osnova pri pripravi seminarske naloge. TTN v merilu 1:25 000 boste v digitalni obliki pridobili preko elektronske



Slika 1 TTN (Topografski načrt Slovenije).

pošte. Pri tem bodite pozorni na nomenklaturo posameznega kvadrata (slika 1), ki vam bo v pomoč pri iskanju datoteke topografskega načrta vašega kraja.

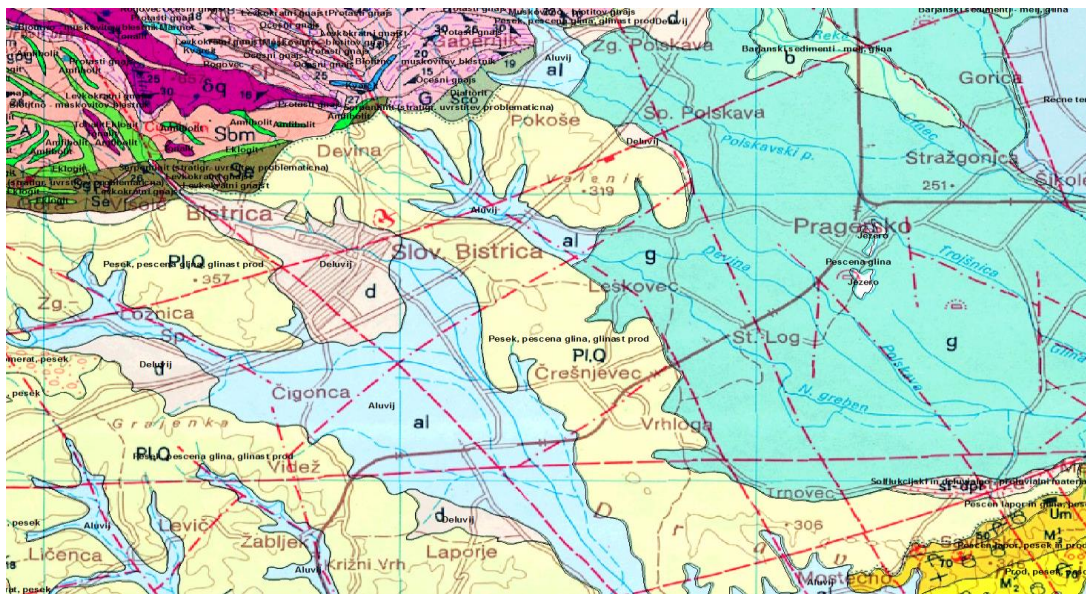
Odprite topografsko karto domačega kraja in na njej določite območje v velikosti 16 km² (4 x 4 km²). Relief izbranega območja naj bo razgiban (gričevnat, hribovit, visokogorski). Spodaj je podan primer (slika 2) topografskega načrta Slovenske Bistrice.



Slika 2: Topografska karta izbranega območja (Slovenska Bistrica) Slovenije.

Naloga 2

Na topografsko karto v merilu 1:25000 narišite geološke značilnosti izbranega območja. Slika geološke karte posameznega območje poiščite v priloženi datoteki. Pri tem bodite pozorni na merilo geološke karte. Legendo priloženih geoloških kart poiščite v knjižnici.

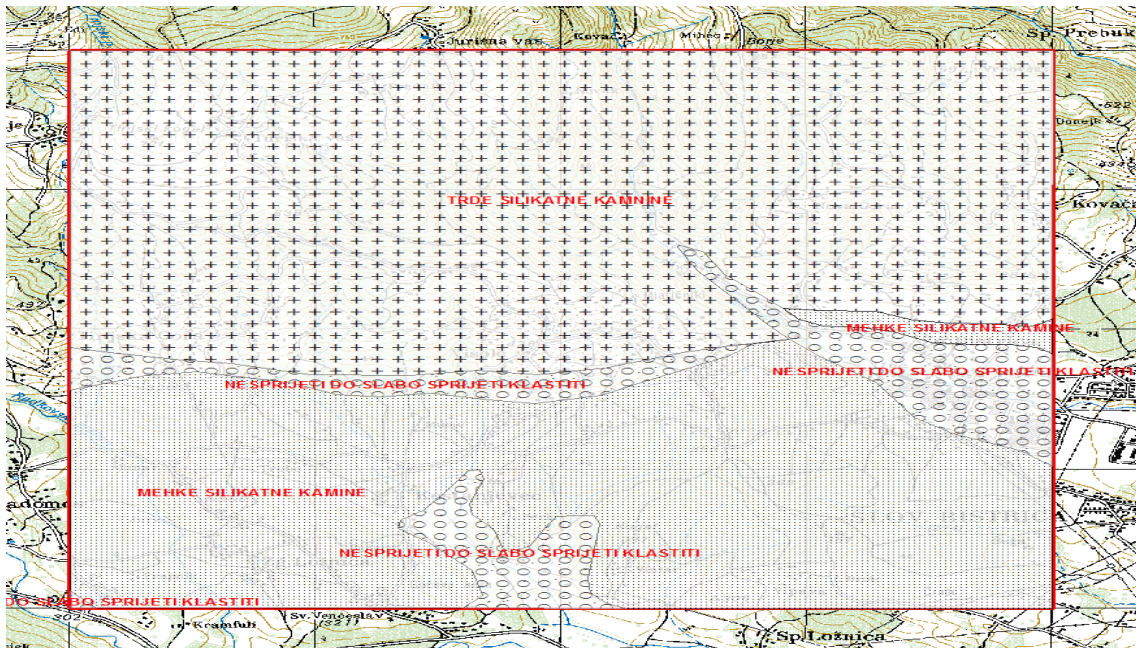


Slika 3: Geološka karta Maribora

Naloga 3

Za izbrano območje narišite karto generaliziranih litoloških enot in jo dopolnite z ustreznimi podatki (legenda, merilo, smer neba). Karta generaliziranih litoloških enot naj označuje območja naslednjih skupin kamnin:

- TRDE KARBONATNE KAMNINE (apnenec, dolomit, od paleozojske do terciarne starosti). Stratigrafske enote z manjšimi deleži karbonatnih kamnin (npr. srednjetriadne kamnine) prištevamo k mehkim silikatnim kamninam.
- MEHKE KARBONATNE KAMNINE (oligocenski in miocenski laporji z večjo vsebnostjo karbonatov, karbonatni fliši ipd.).
- TRDE SILIKATNE KAMNINE (magnatske (razen tufov) in najstarejše metamorfne kamnine (gnajsi, kvarciti), paleozojski peščenjaki in konglomerati).
- MEHKE SILIKATNE KAMNINE (mehki vulkanski tufi, paleozojski in mezozojski glinasti skrilavci, del metamorfnih kamnin (skrilavci filiti, blestnik), silikatni fliš, terciarni glinasti in peščeni sedimenti).
- NESPRIJETI DO SLABO SPRIJETI KLASTITI (kvartarni melj, pesek, prod in konglomerat, fluvio-glacialni nanosi, razrezani v terase).



Slika 4: Primer karte generaliziranih litoloških enot.

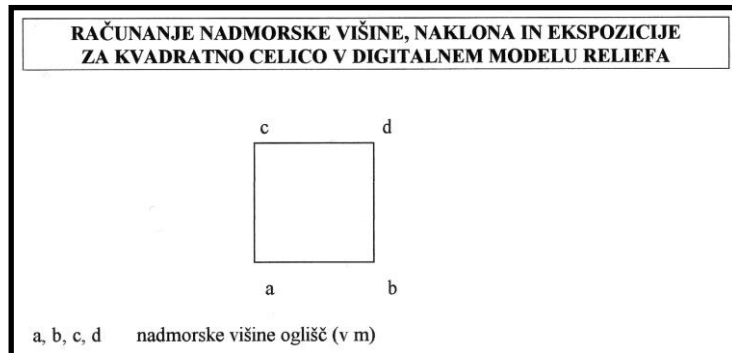
Naloga 4

Na vsakem izmed izbranih območjih naberite nekaj kamninskih vzorcev. Na topografski karti označite vzorčno mesto najdene kamnine. Vsaki kamnini dodajte opis, ki naj vsebuje naslednje podatke:

- skupino, v katero sodi kamnina (sedimentna, magmatska, metamorfna)
- vrsta kamnine (pri določanju si lahko pomagamo z različnimi ključi kot je npr.: Hochleitner R., Kamnine, Cankarjeva založba, Ljubljana, 1988)
- barva kamnine
- morebitna prisotnost fosilnih sledi
- mehanske lastnosti - trdota (opisno, po subjektivni oceni)

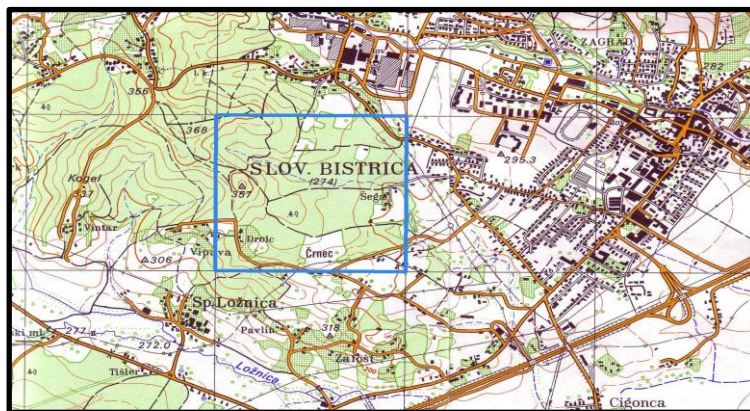
Naloga 5 in 6

Narišite karto naklona in karto ekspozicije terena na izbranem območju topografske karte po metodi računanja ekspozicije terena z digitalnim modelom reliefa. Barvna lestvica naklonov se nahaja v Geografskem leksikonu Slovenije.



Slika 5 Primer izračuna karte naklona in ekspozicije

Podatek o nadmorski višini lahko pridobite iz topografske karte (izohips) ali s pomočjo aplikacije Google Earth. Pri tem bodite pozorni na vrstni red oglišč posameznega kvadrata.



Slika 6 Posamezni kvadrat za izračun višine.

2. POVPREČNI NAKLON CELICE

$$\beta = \arctan \sqrt{K_1^2 + K_2^2}$$

β - povprečni naklon celice (v stopinjah)
 K_1 in K_2 - smerna koeficienta ravnine celice, ki ju izračunamo po formuli

$$K_1 = \frac{-a + b - c + d}{2 \cdot E}$$

$$K_2 = \frac{-a - b + c + d}{2 \cdot E}$$

pri čemer je E dolžina stranice celice v metrih

Slika 7 Primer izračuna karte naklona in ekspozicije

3. EKSPOZICIJA CELICE

- če $K_1 < 0$, ne glede na K_2 :

$$\text{azimut} = 90^\circ - \arctan\left(\frac{K_2}{K_1}\right)$$
- če $K_1 > 0$, ne glede na K_2 :

$$\text{azimut} = 270^\circ - \arctan\left(\frac{K_2}{K_1}\right)$$
- če $K_1 = 0$ in $K_2 < 0$:

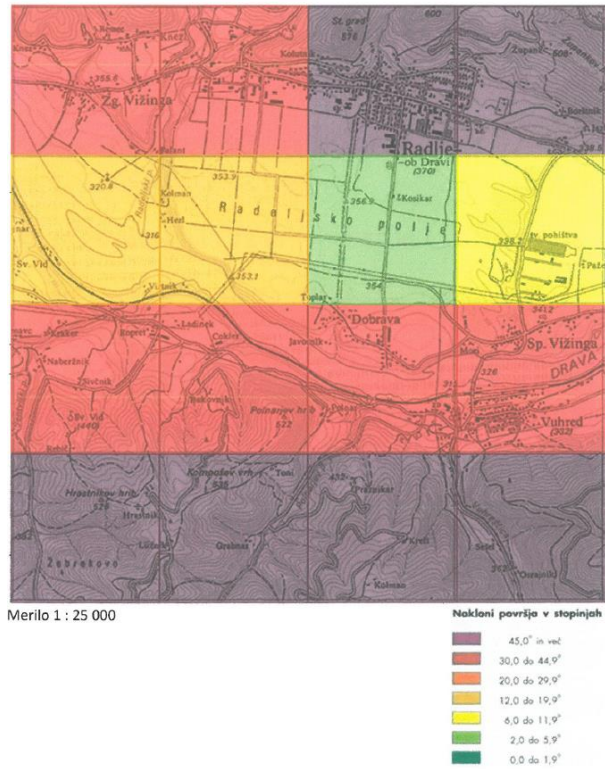
$$\text{azimut} = 0^\circ$$
- če $K_1 = 0$ in $K_2 > 0$:

$$\text{azimut} = 180^\circ$$

Slika 8 Primer izračuna karte ekspozicije.

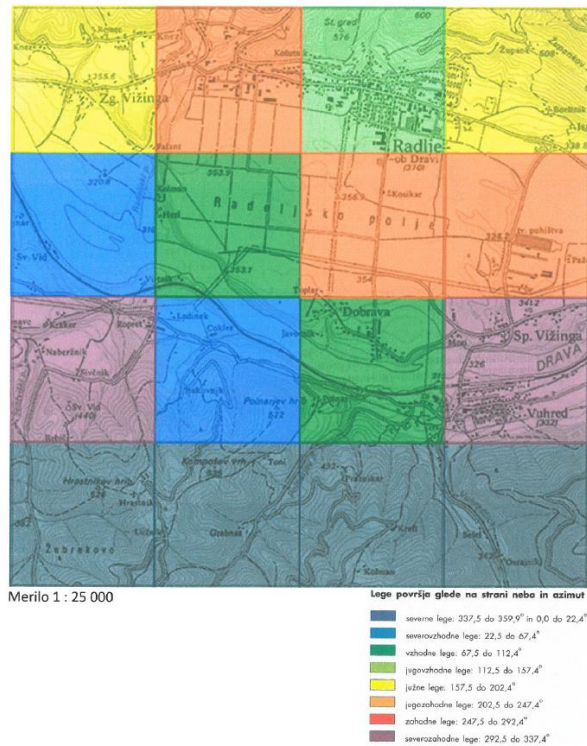
Primer karte naklona (slika 8) in ekspozicije (Slika 9).

5



Slika 9 Karta naklona

5



Slika 10: Karta ekspozicije

5. PREOBLIKOVANJE POVRŠJA

Relief je oblikovanost zemeljskega površja na določenem območju, ki nastane kot posledica nenehnega delovanja notranjih (endogenih) in zunanjih (eksogenih) sil ter procesov. Notranje sile in procesi Zemljino površje praviloma dvigujejo in ga gradijo, medtem ko zunanje sile in procesi Zemljino površje znižujejo in ga uravnavajo.

Notranje sile izvirajo iz Zemljine notranjosti in vključujejo vse aktivnosti v zvezi z nastankom kamnin in geološkim razvojem Zemljinih plasti. Delovanje notranjih sil povzroča nastanek naslednjih procesov in pojavov:

- tektonski premiki Zemljinega površja,
- gorotvorna gubanja,
- potresi in
- vulkanizem.

Zunanji preoblikovalni procesi izvirajo iz zunanosti Zemlje. Zunanje sile delujejo neprestano in povsod. Potekajo lahko počasi in neopazno (preperevanje) ali hitro in opazno (erozija).

Zunanje sile, ki delujejo na Zemljo, so:

- energija Sonca,
- gravitacija Lune,
- rotacija Zemlje okrog svoje osi in
- gibanje Zemlje okrog Sonca.

Preoblikovalni procesi, ki nastanejo kot posledica delovanja zunanjih sil na Zemljinem površju so:

- preperevanje (razpadanje, razkrajanje kamnin in mineralov zaradi kemičnih, fizikalnih, mehanskih in bioloških procesov),
- denudacija (ploskovno odnašanje preperine, razgaljanje skalne podlage zaradi delovanja voda, vetra, ledenikov),
- erozija (vdolbenje, razjedanje, žlebljenje in odnašanje kamninske gmote in preperine, zlasti zaradi delovanja tekoče vode),
- akumulacija (odlaganje, nasipanje, kopičenje sedimentov ali ledu, snega).

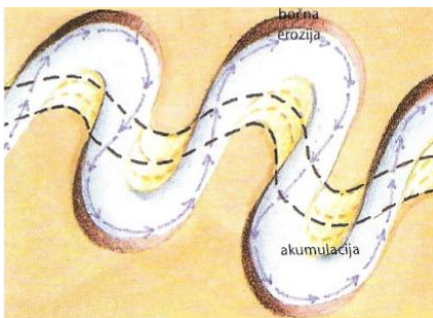
Glede na nastanek in prevladujoče dejavnike razlikujemo rečni, ledeniški, obalni, kraški in vetrni relief. Pri tem pa razlikujemo reliefne oblike, kot so uvala, vrtača, ledeniška dolina, rečna delta, ravnina itd.

REČNE ALI FLUVIALNE RELIEFNE OBLIKE

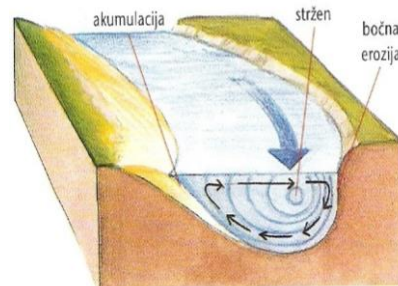
Razlikujemo dve osnovni obliki rečnega reliefa, erozijsko in akumulacijsko. Prva je najpogostejša v zgornjem toku reke, kjer prevladuje globinska erozija, druga pa v spodnjem toku reke, kjer prevladuje akumulacija.

V zgornjem toku se reka vrezuje predvsem v globino. Pri tem nastane ozka in globoka dolina v obliki črke V, imenovana soteska ali deber. Skrajni primer zelo ozke doline je vintgar, ki je enako široka na dnu in na vrhu (navpična pobočja). Kadar se reka zareže globoko v živoskalno osnovo, govorimo o nastanku korita, ki je široko le nekaj metrov in globoko tudi do več deset metrov. Dolino z navpičnimi stenami ogromnih dimenzij imenujemo kanjon. Primer je kanjon reke Kolorado v ZDA.

V srednjem toku je prisotna bočna erozija, ki nastane kot posledica zmanjšane strmine in povečanega vijuganja rečnega toka. Zavoje, ki nastanejo kot posledica vijuganja reke, imenujemo okljuki ali meandri. Pri bočni eroziji ima tok na zunanji strani zavoja višjo hitrost in povzroči bočno izkopavanje brega. Na notranji strani zavoja je hitrost manjša, zato voda na tem delu odlaga material. Na notranjem delu zavoja, kjer je tok manjši in voda odlaga material, nastaja naplavna ravnica, ki jo reka ob visoki vodi poplavlja, na njej odlaga naplavinno in po njej prestavlja svojo strugo. Sčasoma se lahko reka z bočno erozijo in akumulacijo razširi in izravna celotno dno doline. V tem primeru govorimo o dolini z ravnim dnom. Reki se tam, kjer iz ozke in strme gorske doline priteče na ravno dno kotline ali v širšo dolino, zmanjšata strmec in transportna moč. Posledično se prične v obliki pahljačastega nanosa odlagati material. Tako nastane vršaj. Primer vršaja je Ljubljansko barje.



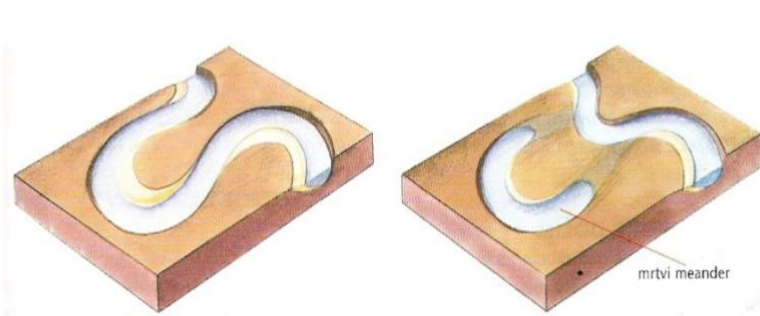
Slika 1: Bočna erozija
(<https://eucbeniki.sio.si/geo1/2501/index9.html>)



Slika 2: Akumulacija
(<https://eucbeniki.sio.si/geo1/2501/index9.html>)

V določenih primerih lahko reka preide iz bočne erozije in akumulacije nazaj na globinsko erozijo. Pri tem v naplavino vreže novo globljo strugo, ki jo potem z bočno erozijo ponovno razširi. Na obeh straneh reke nastane rečna terasa. Strmo pobočje med prejšnjo in novo naplavno ravnico imenujemo ježa. Če se ta proces ponovi večkrat zapored nastane sistema teras.

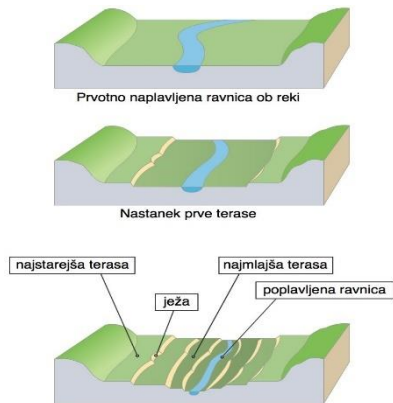
V spodnjem delu reke je tok ravninski in zato počasnejši. Reke se razcepijo v rokave, pri tem pa tvorijo rečne otoke. Reke pogosto menjajo strugo in za seboj pustijo opuščene meandre – mrtvi meandri ali mrtvice. Pri izlivanju se lahko reke razcepijo v več rokavov (za izlivom odlagajo ogromne količine materiala), pri tem pa nastajajo delte.



Slika 3: Mrtvi meander (<https://eucbeniki.sio.si/geo1/2501/index9.html>)



Slika 4: Vršaj
(<https://eucbeniki.sio.si/geo1/2501/index9.html>)



Slika 5: Nastanek teras
(<https://eucbeniki.sio.si/geo1/2501/index9.html>)



Slika 6: Delta
(<https://eucbeniki.sio.si/geo1/2501/index9.html>)

VETRNE ALI EOLSKE RELIEFNE OBLIKE

Zemeljsko površje pomembno oblikuje tudi delovanje vetra, in sicer z vetrno erozijo in vetrno akumulacijo.

Vetrna erozija

Razlikujemo dve obliki vetrne erozije: deflacijo in korazijo. Kadar veter odnaša kamnite delce s površja, govorimo o vetrnem odnašanju ali deflaciji. Najdrobnejše delce veter lahko dviga visoko in jih prenaša na večje razdalje. Korazija nastopi takrat, ko veter raznaša peščena zrna, te pa se zadevajo ob skalne ovire in jih pri tem obrusijo. Skale, ki jih veter obrusi, so v obliki



Slika 5: Korazija (gobasti osamelec)



Slika 2: Posledica delovanja vetra

gobastih osamelcev. Zaradi odnašanja finih delcev se površje spreminja in znižuje, pri tem pa ostanejo le večji delci, ki jih veter ne more odnesti.

Vetrna akumulacija

Vetrna akumulacija se prične, ko veter izgubi svojo moč in začne odlagati večje peščene delce, ki se kopičijo ob ovirah, kot so skale, večji kamni in grmičevje. Tako nastajajo peščene sipine, do nekaj sto metrov visoki in več deset kilometrov dolgi peščeni nasipi ali vzpetine. Kadar veter piha stalno v isto smer, nastanejo srpaste sipine ali barhani. Posledica vetrne akumulacije je tudi puhlica, rumenkasta sedimentna kamnina, sestavljena iz sprijetih prašnih delcev.



Slika 3: Barham



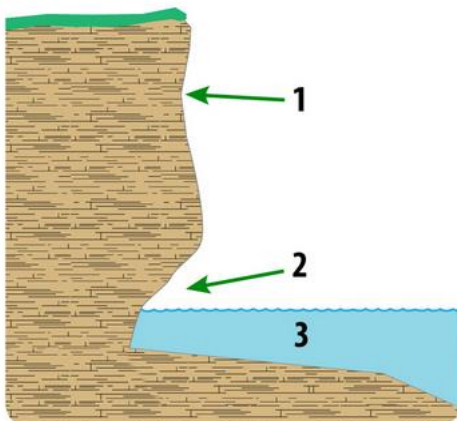
Slika 4: Puhlična planota na Madžarskem

OBALNE ALI ABRAZIJSKE RELIEFNE OBLIKE

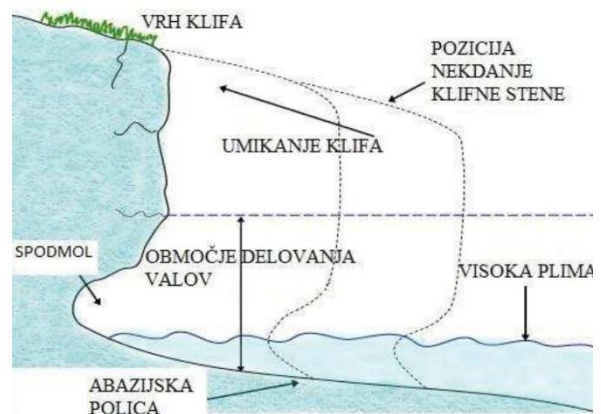
Obale morij se spreminjajo zaradi delovanja morskih valov, morskih tokov in plimovanja. Obalno površje nastaja kot posledica prepletanja delovanja obalne erozije (abrazije) in akumulacije. Obalna erozija je spodjedanje, rušenje in pomikanje obale v kopno zaradi valov. Morska akumulacija je značilna za plitve obale in zatišne lege, kjer je moč valov in tokov manjša, in se več gradiva nanaša kot odnaša.

Morska abrazija

Ko valovi udarjajo ob obalo, jo spodjedajo, rušijo in »pomikajo«
proti kopnemu. Erozijski učinki morja so največji na polotokih, rtih in izpostavljenih delih obale. Na tem mestu nastajajo klifi. Ti so večji in izrazitejši na obalah, kjer so plasti apnenca ali druge odporne kamnine vodoravne oziroma nagnjene v stran od obale.



Slika 1 Nastanek klifa, 1 (klif), 2 (spodmol) in 3 (abrazijska polica) (<https://eucbeniki.sio.si/geo1/2501/index9.html>)



Slika 2 Nastanek klifa (<https://eucbeniki.sio.si/geo1/2501/index9.html>)

Morska akumulacija

Nastane v zatišnih legah, kjer je gibanje morja počasnejše. Kadar je moč valov in morskih tokov manjše in obala plitva, morje več gradiva nanaša kot odnaša. Posledica morske akumulacije so nizke, peščene reliefne oblike. Glavni pogoji za njihov nastanek so velike količine drobnega materiala, razčlenjena obala in podolžni obalni tok. Tipične akumulacijske oblike so peščeni otoki, rti, zemeljske kose, Lagune in obalne sipine.

Razlikujemo več tipov obale:

- dalmatinski tip,
- riaški tip,
- fjordski tip,
- grbinasti tip,
- estuarski tip,
- lagunski tip,
- deltasti tip,
- koralni tip in
- mangrovski tip.

Dalmatinski tip obale je podolžna obala, ki poteka vzporedno s slemenimi goratega zaledja. Otoki in polotoki so del nekdanje hribovite pokrajine, ki jo je po koncu zadnje ledene dobe zalilo morje. Nekdanje doline so postale morski preliv, nekdanji hribovi pa otoki in polotoki.



Slika 3 Dalmatinski tip obale (<https://eucbeniki.sio.si/geo1/2850/index4.html>).

Riaški tip obale poteka prečno glede na slemenitev bližnjega kopnega. Po koncu zadnje ledene dobe se je gladina morja dvignila in zalila spodnje dele nekdanjih rečnih dolin. Nastali so široki zalivi, ki jih imenujemo rie. Iz vmesnega hribovitega sveta so nastali višji polotoki.



Slika 4: Riaški tip obale (<https://eucbeniki.sio.si/geo1/2850/index4.html>).

Fjordski tip obale je nastal ob koncu zadnje ledene dobe, ko je morje zalilo ledeniške doline in so se te spremenile v fjorde – ozke, globoke in daleč v notranjost segajoče zalive. Stene fjordov so zelo strme, prek njih se v slapovih spuščajo reke in potoki.



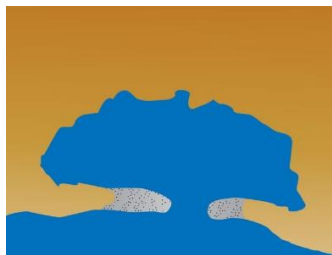
Slika 5 Fjordski tip obale (<https://eucbeniki.sio.si/geo1/2850/index4.html>).

Estuarski ali lijakasti tip obale je nastal tam, kjer se rečne doline v obliki lijaka odpirajo proti morju.



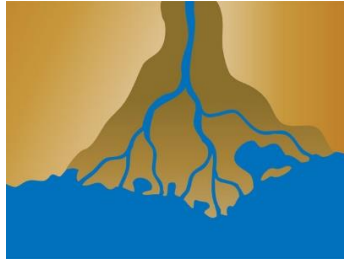
Slika 6 Estuarski tip obale(<https://eucbeniki.sio.si/geo1/2850/index4.html>).

Lagunski tip obale je dobil ime po lagunah. To so plitvi zalivi, ki jih proti odprtemu morju zapirajo lidi in zemeljske kose. Obala je značilna za območja, kjer je abrazijska moč vode majhna, morski tok pa prinaša večje količine peska in ga odlaga ob obali. S kopnega se v lagune pogosto izlivajo reke, ki tam odlagajo sedimente in lagune zasipavajo, zato te počasi izginevajo.



Slika 7 Lagunski tip obale (<https://eucbeniki.sio.si/geo1/2850/index4.html>).

Deltasti tip obale nastaja na območjih močne akumulacije pred izlivom reke v morje. Z nasipavanjem reka podaljšuje kopno. Delte so lahko v obliki pahljače, ki spominja na istoimensko grško črko delto (Nil), ali ptičje noge (Misisipi).



Slika 8: deltasti tip obale (<https://eucbeniki.sio.si/geo1/2850/index4.html>).

KRAŠKE RELIEFNE OBLIKE

Kras nastaja na apnencu in njemu po kemični sestavi sorodnih prepustnih kamninah. Proces, ki ustvarja za kras tipične reliefne oblike, se imenuje kemična erozija ali korozija. Korozija je proces raztapljanja apnenca.

Za nastanek kraškega površja morata biti prisotna dva dejavnika:

- Prisotnost karbonatnih kamnin (apnenec, CaCO_3)
- Padavinska in tekoča voda, v kateri je raztopljen ogljikov dioksid (CO_2)

Gre za blago ogljikovo kislino (H_2CO_3), ki povzroči raztapljanje apnenca (korozija). Na nastajanje kraškega površja poleg čistosti apnenca in vode, v kateri je raztopljen CO_2 , vpliva tudi razpokanost kamninskih slojev, saj voda skozi razpoke lažje pronica v notranjost.

Kraško površje prepoznamo po značilnih površinskih (večje in manjše kotanjaste oblike) in podzemeljskih kraških pojavih (brezna, jame in pojavi v njih).

Na kraškem površju nastajajo površinske kraške oblike:

- žlebiči, razjede pravilnih žlebastih oblik, ki potekajo v smeri največjega strmca stene. Izoblikuje jih odtekajoča padavinska voda.



Slika 1 Žlebiči (<https://eucbeniki.sio.si/geo9/2650/index6.html>)

- Škraplje, od nekaj cm do nekaj m dolge kraške oblike, nastale zaradi korozije vzdolž razpok ob ploskvah manjše odpornosti kamnine



Slika 2 Škraplje (<https://eucbeniki.sio.si/geo9/2650/index6.html>)

- Vrtače, kotanje skledaste ali lijakaste oblike, s premerom do 50m in globoke do 10m. Debelejša plast prsti na dnu vrtače je primerna za njive.



Slika 3 Vrtače (<https://eucbeniki.sio.si/geo9/2650/index6.html>)

- Uvala, skledasta kotanja, večja od vrtače in manjša od kraškega polja, od katerega se razlikuje tudi po neravnem dnu, ki je lahko razčlenjeno z vrtačami.



Slika 4 Uvala (<https://eucbeniki.sio.si/geo9/2650/index6.html>)

- kraško polje, največja kotanja na krasu, z ravnim dnom, strmim, sklenjenim obodom. Po njem navadno teče reka ponikalnica s kraškim izviro in odtokom. Fenomen med kraškimi polji je Cerkniško polje s presihajočim jezerom. Polje ojezeri

ob večjem in dolgotrajnem deževju, ko se nanj steka večja količina vode, kot jo lahko ponikne

Za kraško površje so značilne tudi podzemeljske kraške oblike:

- brezno, navpičen jašek v kraškem svetu, ki je praviloma bolj globok kot pa širok in se mu ne vidi dna.
- kraške jame, nastanejo zaradi korozijske razširitve razpok v kamninah. V jamah so pogosto prisotni kapniki, sigaste tvorbe, ki nastajajo v suhih kraških jamah. Z uhajanjem CO₂ iz kapljajoče vode se izloča kalcit oz. siga. Kapniške tvorbe so različnih oblik: stalagmiti (na tleh), stalaktiti (s stropa), stebri (po združitvi stalaktitov in stalagmitov), zavese, cevčice itd.

LEDENIŠKE ALI GLACIALNE RELIEFNE OBLIKE

Na območjih hladnejšega podnebja, kot so polarna območja in visokogorja, kjer so temperature vse leto ali vsaj del leta pod ničlo, so glavni preoblikovalec površja ledeniki. Ker ledeniki ravno tako kot reke del površja od nekod odnašajo in drugod odlagajo, govorimo o ledeniški eroziji in ledeniški akumulaciji, rezultat teh procesov pa je ledeniški ali glacialni relief.

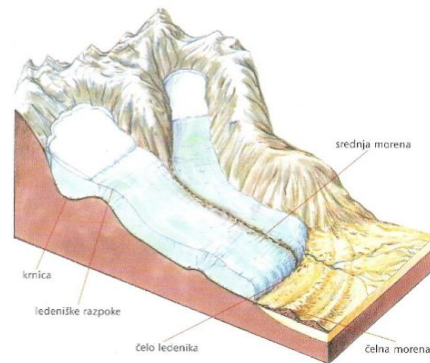
Ledenik pod vplivom gravitacije drsi navzdol in preoblikuje površje. Pri tem s svojo težo pritiska na živoskalno podlago, jo brusi in odlamlja kamenje. Ledeniški led ima z odlomljenim kamenjem veliko erozijsko moč za nadaljno brušenje in lomljenje podlage. V spodnjem delu, kjer se led tali, se temu pridruži še erozijska moč tekoče vode. Prav zato je erozijska moč ledenikov večja od erozijske moči rek.

Tam kjer začne ledenik odlagati s seboj prineseno gradivo, nastajajo ledeniške akumulacijske oblike. V nasprotju z rekami odlagajo ledeniki nesortiran material, v katerem se večje skale pomešane z zelo slabo zaobljenim gruščem, peskom in blatom. Večje nasipe takšnega gradiva imenujemo ledeniške groblje ali morene. Pod ledenikom se odlaga talna morena, ob bokih pa bočna morena. Če se združita dva ledenika, iz njunih bočnih moren nastane srednja morena. Na koncu se ledenik konča s čelom in za njim nastane čelna morena

Prav čelne morene nekdanjih ledenikov so pokazatelji do kod so segali ledeniki v času poledenitve. Ker ležijo prečno na dolino, za njimi pogosto nastanejo ledeniška jezera. Tako sta nastali Bohinjsko in Blejsko jezero. Med značilne akumulacijske oblike sodijo tudi balvani. Balvani so večje skale, ki so jih ledeniki prenašali tudi več sto kilometrov daleč in odložili sredi geološko povsem drugačne okolice. V Severni Evropi jih najdemo sredi ravnin, pri nas pa v gorskih dolinah.



Slika 5 Balvani
(<https://eucbeniki.sio.si/geo9/2650/index6.html>)



Slika 6 Ledeniške erozijske oblike
(<https://eucbeniki.sio.si/geo9/2650/index6.html>)

Praktični del

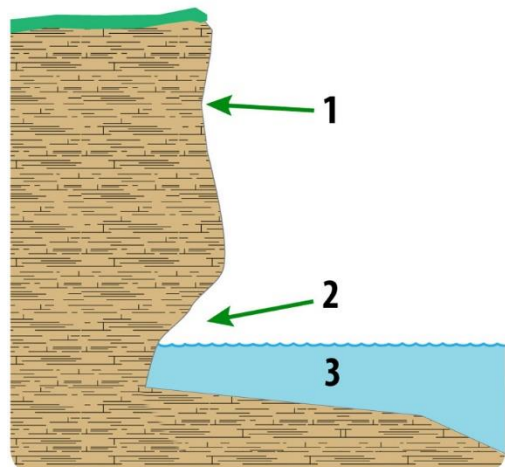
1. Tipičen rezultat korazije so skale gobastih oblik. Nariši gobasto skalo in pojasni njen nastanek.
2. Pojasni pojme in razlike med njimi: erozija, preperevanje in akumulacija.
3. Opiši razvoj rečnega reliefa v zgornjem, srednjem in spodnjem toku reke (pojasni pojme: soteska, vršaj, rečna terasa, ježa, rečni rokav).
4. Razloži nastanek kraškega površja in opiši dejavnike, ki vplivajo na nastanek krasa (kaj je korozija).
5. Pojasni pojem puhlica.
6. Kaj so klifi in kako nastanejo, skiciraj.
7. Naštej vsaj tri površinske kraške oblike in jih pojasni.
8. Naštej tipe obal in jih skiciraj.
9. Pri katerih kamninah (trdnih ali mehkejših) so zaradi odpornosti učinki abrazije manjši in kako to vpliva na obliko klifa? Pojasni.

10. Kaj so balvani in na kak način so »prišli« v ledeniško dolino?

11. Kateri pojav prikazuje fotografija? Pojasni.



12. Poimenuj označene dele obale



13. Pojasni naslednje pojme. Abrazija, korazija, barham, deflacija.

6. PODNEBNE SPREMEMBE

Podnebje

Podnebje nam poda značilnost vremena nekega območja v daljšem časovnem obdobju (vsaj 30 let). **Določajo ga podnebni dejavniki in podnebni elementi. Prve predstavljajo zemljepisna širina, relief, razporeditev kopnega in morja, morski tokovi, rotacija Zemlje in človek. Med podnebne elemente uvrščamo sončno sevanje, temperaturo, vlago, padavine (vrsta, pogostost in količina), atmosferski tlak in veter (hitrost in smer).**

Klimatske spremembe

Spremembe podnebja ali klimatske spremembe so naravni pojavi na globalnem nivoju ali na posameznih območjih. Vsaka sprememba v zemeljskem podnebnem sistemu, ki vpliva na to koliko energije vstopa v sistem oziroma ga zapusti, spremeni Zemljino sevalno ravnotežje, in lahko povzroči spremembo temperature ozračja ter zemeljske površine. Na spremembe v temperaturi ozračja vplivajo toplogredni plini, ki prepuščajo kratkovalovno sevanje sonca, pri tem pa absorbirajo del infrardeče svetlobe daljših valovnih dolžin, ki jo oddaja površine Zemlje. Tako se zaradi povečanih koncentracij toplogrednih plinov v atmosferi odda manj toplote v vesolje, kar ima za posledico višjo temperaturo na površini Zemlje in v njeni atmosferi.

Naravni dejavniki, ki povzročajo takšne spremembe:

- spremembe sevanja Sonca,
- spremembe oblike zemeljske orbite in osi vrtenja (slednje se dogaja v obdobjih, ki trajajo več deset tisoč do sto tisoč let)
- veliki vulkanski izbruhi.

Čeprav so klimatske spremembe naraven pojav, povprečna temperatura na površju Zemlje v zadnjih desetletjih narašča bolj, kot to lahko pojasnimo z naravnimi podnebnimi cikli. Vzrok temu so dejavnosti človeka; zlasti izgorevanje fosilnih goriv, ki povečujejo koncentracijo toplogrednih plinov v ozračju, ti pa s procesom toplogrednega učinka zadržujejo toploto in prispevajo k segrevanju Zemljinega površja.

Okvirna konvencija Združenih narodov o spremembi podnebja (UNFCCC) iz leta 1992 je podnebne spremembe opredelila kot »spremembo podnebja, ki je nastala neposredno ali posredno zaradi človekovih dejavnosti, ki spreminjajo sestavo zemeljskega ozračja, in se poleg naravne spremembe podnebja opaža v primerljivih časovnih obdobjih«.

Posledice globalnega segrevanja, ki so zaradi človekove dejavnosti pospešene:

- Širjenje puščav
- Višanje temperatur,

- zmanjševanje količin padavin in
- človekovi posegi v okolje (izsuševanje zemljišč, regulacija vodotokov, neprimerna obdelava tal in drugo) vodijo do dezertifikacije ali širjenja puščav.

Krčenje ledenikov

Taljenje ledu povzroča večplastne posledice, kot je dvig morske gladine, razsoljevanje oceanov in s tem povezano spremembo poteka morskih tokov. Z zmanjševanjem površine ledu se zmanjšuje tudi površina območij, ki sončno sevanje odbijajo, posledično se povečuje površina območij (morja), ki sončevo sevanje absorbirajo.

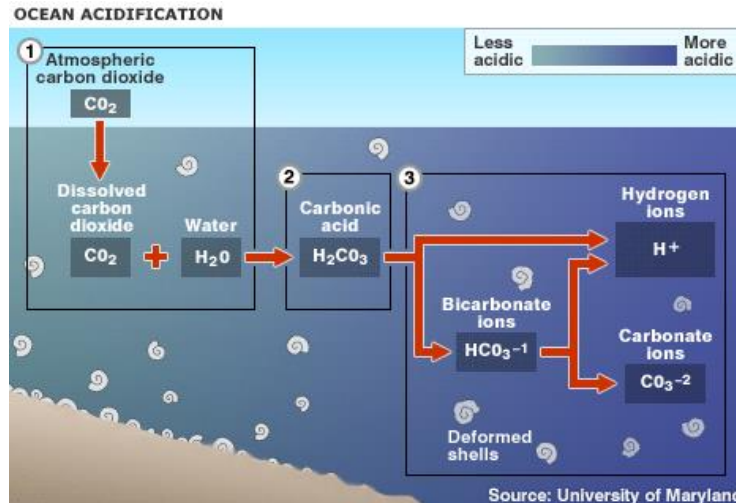
Višanje morske gladine

Višje temperature ozračja povzročajo taljenje ledenikov in posledično povečujejo količine vode v oceanih. Znanstveniki predvidevajo, da bi se zaradi taljenja ledenikov na območju Grenlandije in Antarktike gladina morja lahko zvišala tudi do 6 m. S tem bi poplavelo številne otoke in nižje ležeča območja po vsem svetu; slednja so marsikje zelo gosto poseljena. Poleg taljenja ledenikov, povišane temperature povzročajo tudi raztezanje oceanov. Voda se, kot še mnoge druge snovi, v območju višjih temperatur s segrevanjem razteza. Globalno segrevanje oceanov bo tako povzročilo, da se bo volumen vse vode na Zemlji povečal, kar pa se bo odražalo v dvigu vodne gladine.

Zmanjševanje vrstne pestrosti

Globalno segrevanje najbolj občutijo občutljivi ekosistemi sveta, kot so koralni grebeni in koralni otoki. Po nekaterih podatkih bi zaradi naraščanja temperature morja za od 1,5 °C do 4,5 °C prišlo do uničenja koralnih grebenov. Regeneracija že zdaj zelo poškodovanih koralnih grebenov naj bi trajala približno 500 let ob pogoju, da temperatura v prihodnje ne bo več naraščala. Dvig globalne temperature za nekaj °C lahko povzroči izumrtje do 30 % zdaj živečih rastlin in živali.

Dodaten problem predstavlja zakisanje oceanov, ki skladiščijo vse večje koncentracije ogljikovega dioksida. Koncentracija CO₂ v ozračju neprestano narašča. To se posredno odraža tudi v oceanih, ki v procesu difuzije iz atmosfere privzemajo CO₂. Slednji v vodi tvori šibko ogljikovo kislino, ki disociira na vodikove in bikarbonatne ione, ti pa dolgoročno znižujejo pH oceanov. Številne projekcije kažejo, da se bo do konca tega stoletja povprečna pH-vrednost morja znižala za približno 0,5 pH-enote. Školjke, rake, številne planktonske organizme in nekatere vrste rib bo to močno prizadelo. Najbolj izpostavljeni so predvsem raki in drugi organizmi z apnenčastim oklepom, saj jim zakisanost onemogoča ustvarjanje lupin.



Slika 1 Zakisanje oceanov

Pogostejše in močnejše naravne katastrofe

Znanstveniki ugotavljajo povezanost med višanjem temperature oceanov in številom neurij, zlasti tropskih ciklonov, ter povezanost med višanjem temperature oceanov in ozračja ter intenzivnostjo neurij. Nastanek neviht je pogosto povezan z nestabilnim stanjem v ozračju, kar se pojavlja predvsem poleti, ko se topel in vlažen zrak hitro dviguje in se ob tem ohlaja ter kondenzira. Tovrstne nevihte pri nas imenujemo vročinske nevihte. Med njimi lahko pride tudi do nastanka frontalnih neviht.

Medvladni odbor za podnebne spremembe (IPCC)

Pomembno vlogo pri zaznavanju in preprečevanju klimatskih sprememb ima medvladni odbor za podnebne spremembe, ki deluje pod okriljem Svetovne meteorološke organizacije (SMO) in Okoljskega programa Združenih narodov (UNEP). Ustanovljen je bil z namenom, da bi oblikovalcem politik zagotovil redne znanstvene ocene o podnebnih spremembah, njihovih posledicah in morebitnih prihodnjih tveganjih ter predlagal strategije prilagajanja in blaženja.

IPCC sestavljajo tri delovne skupine: Delovna skupina I, ki se ukvarja s fizikalno znanostjo o podnebnih spremembah; Delovna skupina II obravnava vplive, prilagajanje in ranljivost; in Delovna skupina III, ki se ukvarja z blaženjem podnebnih sprememb. Pri tem IPCC redno objavlja poročila, ki vsebujejo prispevke vseh treh delovnih skupin ter sintezno poročilo. Zadnje, peto po vrsti, poročilo (AR5) je bilo objavljeno leta 2014 in uporabljeno kot vsebinsko izhodišče za pogajanja o zmanjšanju emisij CO₂ na konferenci pogodbenic Okvirne konvencije ZN o podnebnih spremembah v Parizu konec leta 2015, ko je bil sprejet Pariški podnebni sporazum. Šesto poročilo IPCC (AR6) bo objavljeno leta 2022.

Ocena vpliva delovanja človeka na podnebje

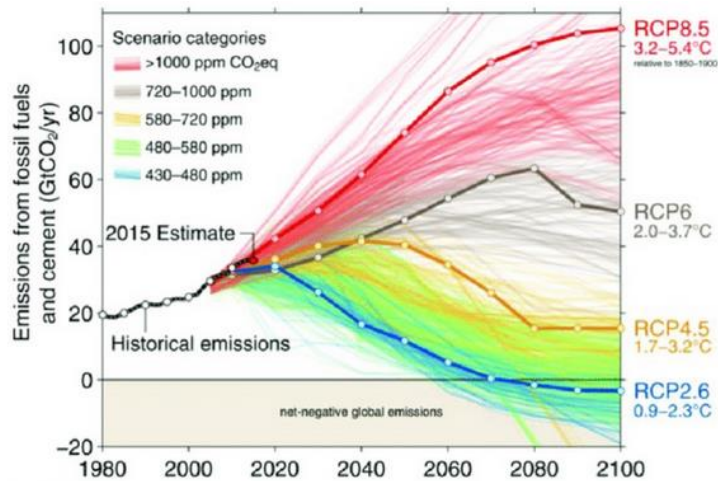
Podnebje je kompleksen in težko predvidljiv sistem, ki ga ne moremo predvideti leta vnaprej, lahko pa ob predpostavkah o razvoju družbe, posledičnih izpustov toplogrednih plinov (CO₂, CH₄, N_xO, O₃, idr.) in delcev, ocenimo, kako bo človek vplival na lastnosti ozračja in kako se bo to odražalo na podnebju. Ker gre v takšnih primerih za okvirne ocene sprememb povprečnega stanja ter spremenljivosti podnebja, ki temeljijo na številnih predpostavkah, jih običajno označujemo kot možne scenarije in ne kot napovedi.

Ocena podnebnih sprememb v prihodnosti zahteva podatke o prihodnjih izpustih in posledični vsebnosti toplogrednih plinov v ozračju do konca 21. stoletja. Naraščanje njihove vsebnosti velja za ključni dejavnik sprememb podnebja vse od industrijske revolucije. Ti podatki so izraženi v obliki različnih scenarijev, ki temeljijo na človekovi dejavnosti ter z njo povezanih izpustih CO₂, CH₄, N₂O, aerosolov in drugih onesnaževalcev zraka. Vsak scenarij izpustov je odvisen od svetovnih družbeno-gospodarskih dejavnikov, kot so stopnja naraščanja prebivalstva, bruto domači proizvod in tehnološki razvoj v 21. stoletju. Ti neposredno vplivajo na porabo primarne energije in spremembo rabe tal.

Scenariji izpustov in projekcije prihodnjih podnebnih sprememb ne veljajo za deterministične napovedi stanja v prihodnosti, temveč opisujejo vrsto verjetnih stanj ozračja in podnebnega sistema. Namenjeni so raziskovanju ranljivosti naravnih in družbenih sistemov na podnebne spremembe, oblikovanju ukrepov za zmanjšanje ranljivosti in prilagajanje na podnebne spremembe ter raziskovanju posledic sedanjih in prihodnjih podnebnih politik. Znanstveni napredek pri razumevanju procesov v podnebnem sistemu, izboljšani podnebni modeli in prenovljeni scenariji izpustov toplogrednih plinov, ki so vhodni podatki za simulacije prihodnjega podnebja, omogočajo pripravo verjetnejših projekcij možnih antropogenih podnebnih sprememb ter s tem natančneje proučevanje njihovih vplivov in z njimi povezanih tveganj.

V petem poročilu Medvladnega odbora za podnebne spremembe je bil določen nabor štirih scenarijev časovnega poteka izpustov in vsebnosti toplogrednih plinov (ogljikov dioksid, metan, didušikov oksid itd.), aerosolov in kemično aktivnih plinov v ozračju ter rabe tal in tipa površja v 21. stoletju

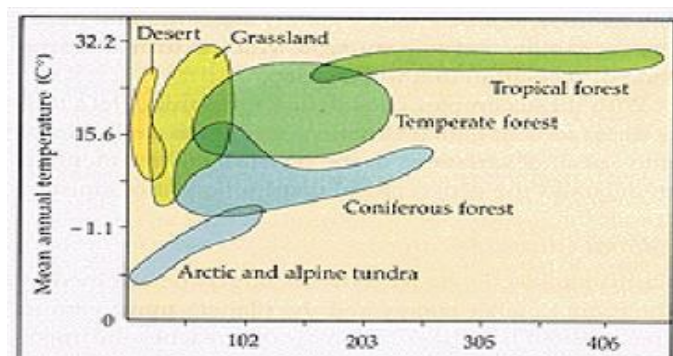
Pri tako imenovanem optimističnem scenariju izpustov (RCP2.6) predvidevamo, da bo politika omejevanja izpustov zelo hitra in uspešna. Izpusti toplogrednih plinov naj bi med letoma 2010 in 2020 dosegli najvišji raven izpusta, nato pa zelo močno upadli. Pri zmerno optimističnem scenariju izpustov (RCP4.5) predvidevamo, da se bodo izpusti toplogrednih plinov sprva še počasi povečevali, dosegli vrh okrog leta 2040, nato pa se proti koncu 21. stoletja postopno zmanjševali. Drugi zmerno optimističen scenarij (RCP6) predvideva naraščanje do leta 2080, nato zmanjševanje. Pesimističen scenarij izpustov (RCP8.5) večjih uspehov pri omejevanju izpustov ne predvideva, zato se po vodo tem scenariju izpusti skozi celotno 21. stoletje hitro povečevali.



Slika 2: Nabor štirih scenarijev časovnega poteka izpustov in vsebnosti toplogrednih plinov.

5. Opis klimatskih razmer

Klimatske razmere nekega območja lahko predstavimo z grafičnimi prikazi, tako imenovanimi klimadiagrami, ki so jih znanstveniki razvili za preprosto primerjavo klimatskih razmer med posameznimi območji. Primer takšnega klimadiagrama je *Griffiths Taylor diagram*. Pri poenostavljenem *Griffiths Taylor diagramu* ordinata ponazarja količino padavin, abscisa pa temperaturo zraka.



Slika 3: Griffiths Taylor diagram.

Griffiths Taylor diagram vsebuje podatke o povprečni mesečni temperaturi in količini padavin za obdobje 12 mesecev. Oblikovna podobnost diagramov različnih območij nam poda stopnjo podobnosti med njimi. Poleg podatka o podobnosti klime med posameznimi območji nam takšen diagram omogoča tudi pridobitev osnovnih podatkov o klimi posameznega območja. Tako so diagrami območij z maritimnejšo klimo bolj okrogle oblike kot diagrami območij s kontinentalno klimo, katerih oblike so bolj ozke in pokončne. *Griffiths Taylor* diagram ima tudi ekološko vrednost, saj omogoča označitev optimalnih toplotnih in vlažnostnih razmer določene vrste.

Praktični del

1. V tej nalogi boste pripravili *Griffiths Taylor diagram* za tri različne države v treh časovnih obdobjih: preteklosti, sedanjosti in prihodnosti. Podatke o povprečni mesečni temperaturi in količini padavin posamezne države se nahajajo v excelovi datoteki z naslovom PALEOGEOGRAFIJA_PODNEBNE_SPREMEMBE_VAJE. Pri tem bodite pozorni, da izbrane države ne bodo del istega kontinenta.
 - a. *Griffiths Taylor diagram* treh različnih držav za obdobje sedanjosti podrobno primerjajte z *Griffiths Taylor diagram* treh različnih držav za obdobje preteklosti in prihodnosti.
 - b. Kateremu scenariju časovnega poteka izpustov in vsebnosti toplogrednih plinov v 21. stoletju najbolj ustreza sprememba razlike med sedanjostjo in prihodnostjo?
 - c. Ali obstajajo razlike v stopnji povišanja povprečne temperature in količine padavinami med različnimi državami sedanjosti in prihodnosti? Utemelji.
2. Pojasnite pomen toplogrednih plinov za življenje na Zemlji. Navedite vzrok in posledice skokovitega naraščanja koncentracij toplogrednih plinov ozračju.

3. Pojasnite vzročno posledične odnose med povišano koncentracijo toplogrednih plinov, segrevanjem ozračja, taljenjem ledenikov, višanjem morske gladine in migracijami.

4. Zakaj taljenje ledu le deloma pojasni vzrok dvigovanja morske gladine? Podrobneje utemeljite.

5. V petem poročilu Medvladnega odbora za podnebne spremembe je bil določen nabor štirih scenarijev časovnega poteka izpustov in vsebnosti toplogrednih v 21. stoletju. Predstavite vse 4 scenarije in jih primerjajte me seboj.

6. Zakaj zgolj podatek o povprečnem dvigu morske gladine v prihodnosti ne poda dovolj informacij o tem, za koliko se bo dvignila morska gladina na določenem območju?

7. »Učinek tople grde je škodljiv in nepotreben pojav, zato bi bilo najbolje iz atmosfere odstraniti vse toplogredne pline«. Pokomentirajte trditev.

8. Zaradi povišane temperature se hitreje sproščajo tudi naravni toplogredni plini. Pojasni povezavo med naraščanjem temperature, sproščanjem plinov iz zamrznjenih tal in njihovih vplivov na ogrevanje ozračja.

9. Izpusti toplogrednih plinov avtomobilske industrije spadajo med večje onesnaževalce ozračja, pri tem pa so kot problematični največkrat omenjeni avtomobili, ki delujejo na dizelsko gorivo. Pojasni.

7. PALEONTOLOGIJA

Paleontologija je veda o preučevanju fosilnih ostankov izumrlih organizmov in okolju v katerem so ti organizmi živeli. Fosili so ostanki nekdanjih živečih organizmov in njihovega delovanja, ki so se v različnih oblikah ohranili zaradi fizikalno-kemijskih procesov fosilizacije. Med fosile uvrščamo vse od mikroskopsko majhnih rastlin in živali do velikih okostij vretenčarjev ter tudi različne sledi aktivnosti (sledilazanja, plazanja, vrtnjanja, prehranjevanja, odtisi stopal, živalski iztrebki, itd). Fosile uporabljamo za preučevanje evolucijskih dogodkov in paleoekoloških, paleoklimatskih ter paleogeografskih razmer v posameznih obdobjih Zemljine zgodovine. Večina fosilov je ohranjena le v sedimentih in sedimentnih kamninah, saj so okolja in temperature nastanka magmatskih in metamorfnih kamnin za njihovo ohranitev previsoke.

Nastanek fosilov

Fizikalno-kemijski proces, v katerem se odmrli organizmi spremenijo v fosil, imenujemo fosilizacija. Glede na potek in končno obliko fosila razlikujemo več načinov fosilizacije:

Karbonizacija ali pooglenitev

Karbonizacija poteka na mestih z anaerobnimi pogoji, kot so močvirja, mulj, blato, in smola. Pri tem se organski ostanki, največkrat rastline, spremenijo v ogljik. Primer: ostanki dreves in drugih rastlin potonejo v blato, pri tem pa se nanje nakopičijo različni sedimenti. Prične se dolgotrajni proces pooglenevanja, ki poteka pri povečanem pritisku in temperaturi, ter odsotnosti kisika. Iz rastlinskih oziroma organskih ostankov nastaja ogljik in s tem premog.

Petrifikacija ali okamnitev

Je najpogostejši način fosilizacije ali okamnitve. Mineralne raztopine najprej prepojijo organizem, nato pa v daljšem časovnem obdobju delno ali popolnoma nadomestijo organski material. Ob tem organizem postane trši in težji - okamni. Kljub temu lahko njegova struktura in oblika ostaneta nespremenjeni. Nadomestni minerali so običajno nekovinski.

Inkrustacija ali prekrivanje

Inkrustacija je razmeroma redek in hiter način fosilizacije. V tem primeru se najpogosteje na rastline ali njihove ostanke v obliki skorje nalagajo mineralne snovi. Navadno je to kalcit, ki se pri temperaturi, nižji od 30 stopinj C izloča iz tekoče vode. V nastali prevleki, ki jo imenujemo tudi kalcitna siga, se ohranijo predvsem površinske strukture rastlin. Manj pogosto se na enak način odlagata aragonit in kremen, še redkeje nekateri drugi minerali. Nastalo tvorbo imenujemo lehnjak, redkeje travertin, lehkovec ali apneni maček.

Mumifikacija ali izsušitev

Mumifikacija je manj pogosti način fosilizacije, kjer se odmrli organizem popolnoma izsuši.

Konservacija

Tudi konservacija je redek način fosilizacije. Konservacijo omogočajo različne snovi, kot so zemeljski vosek, bitumen, fosforit, led in jantar, ki onemogočijo razpad organizma. Organizem se ohrani z vsemi mehкими tkivi.


Tipi fosilov

Ostanke organizmov iz najmlajšega geološkega obdobja (holocena) imenujemo subfosili. To so delno fosilizirani ostanki zdaj živečih organizmov. Pseudofosili (lažni fosili) so tisti, ki s svojo obliko spominjajo na rastlino ali žival, čeprav so običajno popolnoma anorganskega izvora. Gotovo najbolj znani pseudofosili so dendriti (manganovi ali železovi dendriti), ki spominjajo na mah. Živi fosili so rastline ali živali, ki jih poznamo kot fosile iz več milijonov let starih kamnin. Med žive fosile danes štejemo drevesa, kot sta ginko in aravkarija, od živali pa so najbolj znani riba resoplavutarica in raki ostvarji

V zbirki se nahajajo naslednje živalske in rastlinske skupine:

- Bakterije (modrozeleni cepivke)
- alge (zelene, rdeče),
- semenovke,
- praživali (luknjičarke),
- nečlenarji (ožigalkarji, trdoživnjaki, korale),
- mehkužci (polži, školjke, amoniti),
- mnogočlenarji (sledovi lazenja kolobarnikov),
- maločlenarji (ramenonožci, iglokožci, morske lilije),
- vretenčarji (ribe, jamski medved, človek).

Pred vami se nahaja zbirka različnih fosilov iz različnih časovnih obdobij. Vsaka skupina dopolni manjkajoča mesta v preglednici ter na koncu poroča o svojih ugotovitvah. Preglednici 1 in 2 prikazujeta vzorčni primer rešitve preglednice.

Opis fosila	
Vrsta	Stromatoliti
Uvrstitev v skupino organizmov	Bakterije (Modrozeleni cepivke)
Opis in zgradba	Stromatoliti so prvi ostanki življenja na Zemlji. Sestavljeni so iz modrozelenih cepivk in sedimentov (običajno karbonati). Sedimenti se plastovito nalagajo in tako tvori značilno plastovito strukturo.
Skica	

Časovna uvrstitev fosila	
Eon	Arhaik (Archean)
Era	Srednji arhaik (Mesoarchean)
Značilnosti obdobja	Klima Za srednji del in proti koncu predkambrija je značilna hladna klima. Na veliko območjih se pojavljajo ledeniški sedimenti oz. kamnine

		(tiliti), zato sklepamo, da so v teh obdobjih bile značilne ledene dobe.
	Pomembni dogodki	Nastanek planeta Zemlja, nastanek Lune, pojav življenja, pojav kisikove atmosfere, tvorba superkontinentov, 1. poledenitve v Zemljini zgodovini
	Najznačilnejši organizmi	V zgodnjem predkambriju so prevladovali preprosti prokarioti (anaerobne bakterije), ki so s časom pridobili sposobnost fotosintetiziranja (modrozeleni cepkljivke). Pred koncem predkambrija so se razvili tudi večcelični organizmi (trilobiti...)

Primer 1

Opis fosila	
Vrsta	
Uvrstitev v skupino organizmov	
Opis in zgradba	
Skica	

--	--

Časovna uvrstitev fosila	
Eon	
Era	
Značilnosti obdobja	Klima
	Pomembni dogodki
	Najznačilnejši organizmi

Primer 2

Opis fosila

Vrsta	
Uvrstitev v skupino organizmov	
Opis in zgradba	
Skica	

Časovna uvrstitev fosila		
Eon		
Era		
Značilnosti obdobja	Klima	
	Pomembni dogodki	

	Najznačilnejši organizmi	

Primer 3

Opis fosila	
Vrsta	
Uvrstitev v skupino organizmov	
Opis in zgradba	
Skica	

--	--

Časovna uvrstitev fosila		
Eon		
Era		
Značilnosti obdobja	Klima	
	Pomembni dogodki	
	Najznačilnejši organizmi	

Primer 4

Opis fosila	
Vrsta	

Uvrstitev v skupino organizmov	
Opis in zgradba	
Skica	

Časovna uvrstitev fosila		
Eon		
Era		
Značilnosti obdobja	Klima	
	Pomembni dogodki	

	Najznačilnejši organizmi	
--	--------------------------	--

Primer 5

Opis fosila	
Vrsta	
Uvrstitev v skupino organizmov	
Opis in zgradba	
Skica	

--	--

Časovna uvrstitev fosila		
Eon		
Era		
Značilnosti obdobja	Klima	
	Pomembni dogodki	
	Najznačilnejši organizmi	

Literatura

- Atayman, S. (2009). *The Permian extinction and the Tethys: an exercise in global geology* (Vol. 448). Geological Society of America.
- Deline, D., Harris R., Tefend, K., Introductory Geology . Pridobljeno na <https://oer.galileo.usg.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1000&context=geo-textbooks>
- Practical Skills Handbook GEOLOGY (2017). Pridobljeno s <http://www.ocr.org.uk/geology>
- Richard W., A. (2017). A structural geology laboratory manual for the 21st Century. Pridobljeno s <http://www.geo.cornell.edu/geology/faculty/RWA/structure-lab-manual/>
- <https://eucbeniki.sio.si/>