



FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA
DEPARTMAN ZA GRAĐEVINARSTVO I GEODEZIJU
GEODEZIJA I GEOINFORMATIKA



OSNOVE GEONAUKA

Grada Zemlje

Doc. dr Mehmed Batilović, mast. inž. geodez.

Novi Sad, 2022/2023

1

Planeta Zemlja

- Grada Zemlje se može opisati terminom „svet sfera“, koje se nalaze iznad i ispod fizičke površine planete Zemlje.
- Sfere se mogu podeliti na:
 - unutrašnje sfere, čija je materija u čvrstom ili rastopljenom stanju i u njihovoj građi učestvuju razni minerali i stene;
 - spoljašnje sfere, koje se sastoje od vodene, gasovite i organske materije.
- Zemlja kao dinamičko telo menja svoj oblik tokom vremena pod istovremenim i suprotstavljenim dejstvom endogenih i egzogenih procesa.

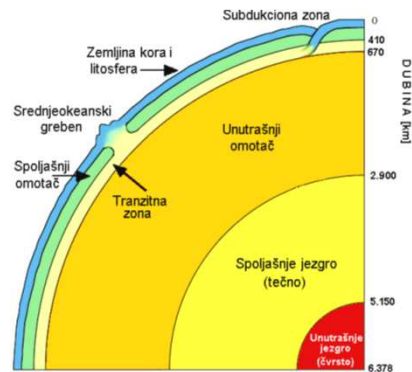
2

Struktura Zemljine unutrašnjosti

➤ Zemljina unutrašnjost je na osnovu hemijskog sastava, agregatnog stanja, specifične težine i brzine prostiranja seizmičkih talasa, izdiferencirana na nekoliko slojeva:

- Zemljino jezgro;
- omotač Zemljinog jezgra;
- Zemljina kora.

➤ Zemljina kora predstavlja najintenzivnije istraživani sloj zbog mogućnosti direktnog pristupa i proučavanja.



3

Zemljino jezgro i njegov omotač

➤ Zemljino jezgro, čiji poluprečnik iznosi oko 3500 km, sastoji se od:

- unutrašnjeg jezgra, koje je u čvrstom stanju;
- spoljašnjeg jezgra, koje je u tečnom stanju.

➤ Sloj u unutrašnjosti Zemlje koji se proteže od Zemljine kore do dubine od 2900 km predstavlja omotač jezgra.

➤ Omotač Zemljinog jezgra sastoji se od:

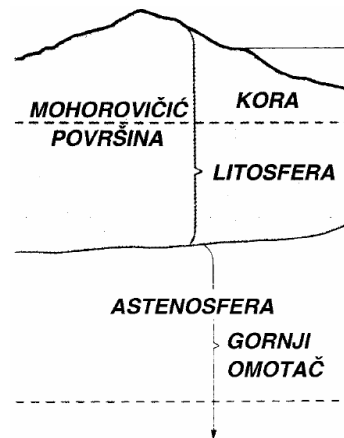
- spoljašnjeg omotača Zemljinog jezgra;
- unutrašnjeg omotača Zemljinog jezgra.

➤ Između unutrašnjeg i spoljašnjeg omotača jezgra, na dubini od 410 do 670 km, nalazi se tranzitna zona.

4

Omotač Zemljinog jezgra

- Gornji sloj spoljašnjeg omotača Zemljinog jezgra je u čvrstom stanju, periodotitskog sastava i zajedno sa Zemljinom korom čini sloj koja se naziva litosfera.
- Ispod litosfere nalazi se astenosfera, koja je u plastičnom ili prema nekim autorima u poluplastičnom stanju.
- Unutrašnji omotač Zemljinog jezgra je u čvrstom stanju i prostire se na dubini od oko 670 do 2900 km.



5

Zemljina kora

- Zemljina kora – čvrsti stenoviti sloj, kompleksan po strukturi i sastavu, vrlo različite debljine, koji se po dubini prostire od zemljine površi do granice koja se naziva Mohorovičićev diskontinuitet.
- Seizmolog Andrija Mohorovičić (1857 – 1936) je 1909. godine prvi definisao i sračunao dubinu granice Zemljine kore na osnovu registrovanih seizmoloških podataka u seriji zemljotresa u okolini Zagreba.
- Prosečna vrednost debljine Zemljine kore je 35 km na kopnu i svega 10 km ispod okeana.
- Debljina Zemljine kore u centralnoj Srbiji kreće se u granicama od 30 do 35 km, dok je u Panonskom basenu debljina Zemljine kore oko 23 km.

6

Zemljina kora

- Zemljinu koru kopna generalno grade tri sloja:
 - površinski sloj sedimentnih stena;
 - sloj magmatskih, granitskih stena kiselog sastava;
 - bazaltni sloj stena koje čine osnovu Zemljine kore.
- Navedeni slojevi su promenljive debljine koja se kreće u granicama od 5 do 15 km.
- Okeansku koru čini samo bazaltni sloj stena.
- Okeanska kora nastaje i danas u zonama okeanskih grebena, gde se vrši stalno razmicanje očvrstlog dna, izlivanje magme u podmorje i njeno naglo očvršćavanje u kontaktu sa vodom.

7

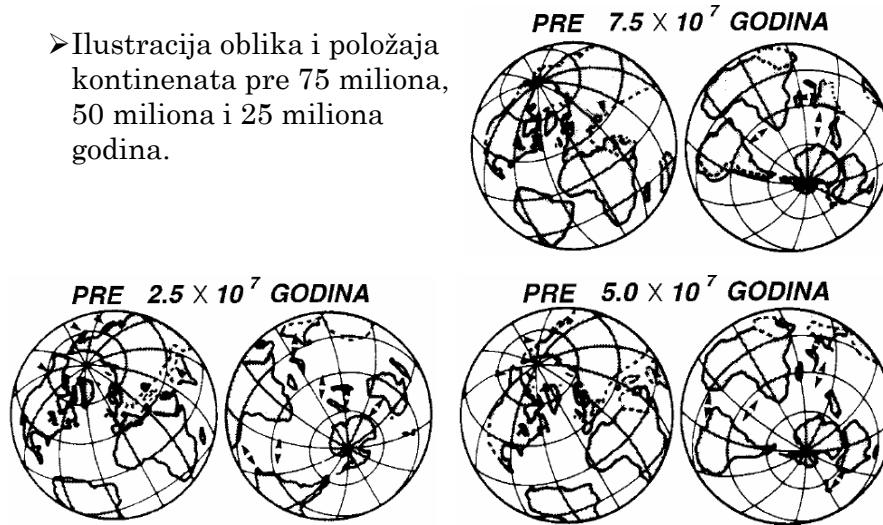
Pomeranje kontinenata

- Razmicanje okeanskog dna uslovljeno je procesom pokretanja kontinenata i delova okeanskog dna.
- Prvu ideju o pomeranju kontinenata izneo je nemački naučnik Alfred Wegener (1880 – 1930) početkom dvadesetog veka.
- Ova ideja izazivala je izvesnu sumnjičavost, s obzirom na to da nije moglo da se pronađe odgovarajuće objašnjenje zbog čega je došlo do pomeranja kontinenata.
- Naučno uobličenje ove ideje i njene potvrde, ostvareni su šezdesetih godina dvadesetog veka brojnim istraživanjima.
- Na osnovu rezultata sprovedenih istraživanja definisana je nova teorija o globalnoj tektonici ploča.

8

Pomeranje kontinenata

- Ilustracija oblika i položaja kontinenata pre 75 miliona, 50 miliona i 25 miliona godina.

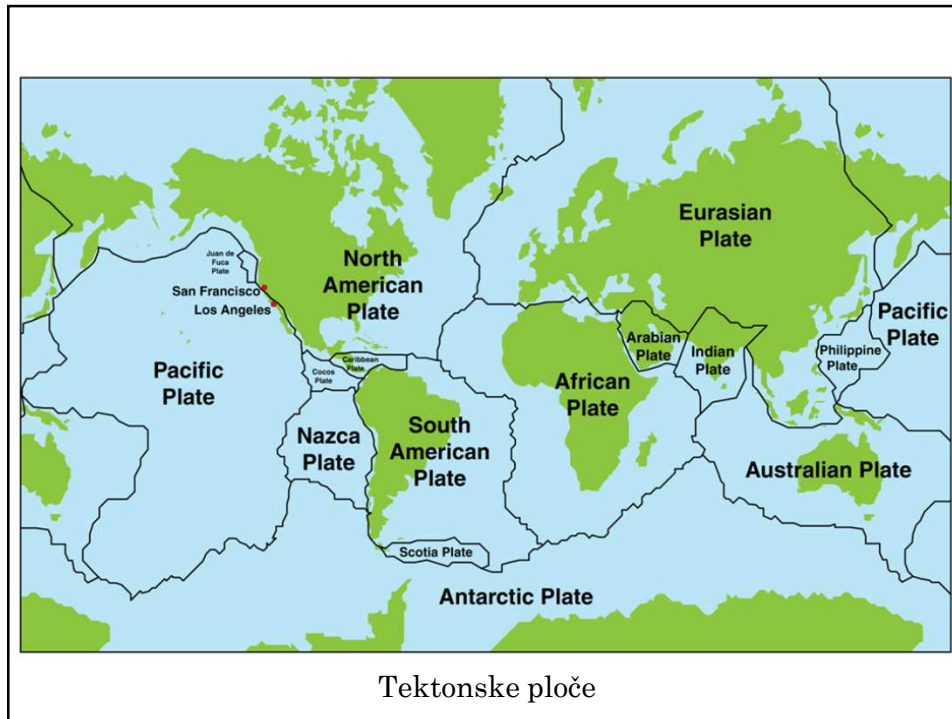


9

Teorija o globalnoj tektonici ploča

- Zemljina kora sastavljena je od većeg broja velikih tektonskih ploča, odnosno od niza većih ili manjih delova litosfere, koji plutaju na astenosferi i kreću se određenim brzinama u određenim pravcima.
- Nova teorija o globalnoj tektonici ploča pretpostavlja podelu litosfere na sedam glavnih ploča (Afrička, Severnoamerička, Južnoamerička, Evroazijska, Australijska, Antarktička i Pacifička) i određen broj manjih ploča (Arapska, Nazca, Cocos, Juan-De-Fuca i Filipinska).

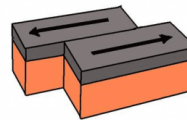
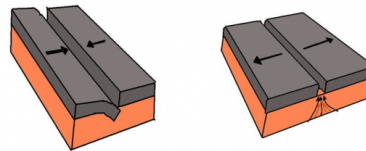
10



11

Teorija o globalnoj tektonici ploča

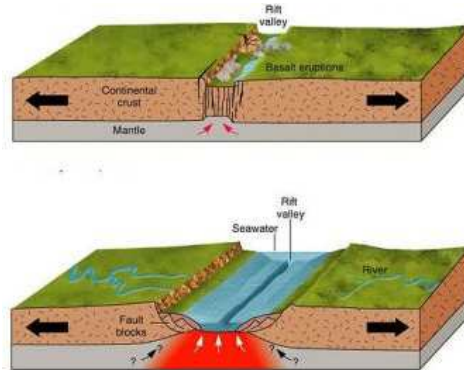
- Usled kretanja tektonskih ploča nastaju različiti procesi, kao što su formiranje planinskih pojaseva, zemljotresi, vulkani, deformacije Zemljine kore i slično.
- Granice između tektonskih ploča mogu biti:
 - divergentne;
 - konvergentne;
 - transformne.
- Sučeljavanje tektonskih ploča može nastupiti između dve kontinentalne ploče, dve okeanske ploče ili između okeanske i kontinentalne ploče.



12

Divergentne granice tektonskih ploča

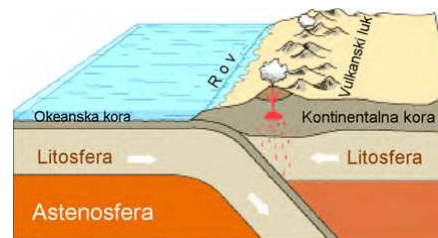
- Divergentne granice ploča su regioni u kojima se dve tektonske ploče kreću u suprotnim pravcima ili gde se jedna ploča deli na dve tektonske ploče.
- Divergentne granice postoje samo između dve okeanske ili dve kontinentalne ploče.
- Rascepi – divergentne granice tektonskih ploča kod kontinenata.



13

Konvergentne granice tektonskih ploča

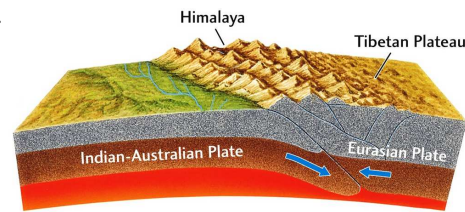
- Konvergentne granice ploča se formiraju između dve kontinentalne ploče, dve okeanske ploče ili između okeanske i kontinentalne ploče.
- U konvergentnim granicama između kontinentalnih i okeanskih ploča, okeanska ploča ponire ispod kontinenta.
- Proces poniranja okeanske ploče naziva se subdukcija i šematski je predstavljen na slici.
- Subdukcija je često povezana sa vulkanskom aktivnostima.



14

Konvergentne granice tektonskih ploča

- Kod konvergencije dve kontinentalne ploče dolazi do direktnog sudara tektonskih ploča.
- U zonama sudara ploča dolazi do njihovog ispupčavanja ili zbijanja, ili se jedna ploča potkopava ispod druge ili prelazi preko druge ploče.
- Ovakvi direktni sudari dovode do formiranja planinskih venaca.
- Severna granica Indijske ploče se podvlači pod deo Evroazijske ploče čime je izdiže i formira planinski venac Himalaja ispred i Tibetsku visoravana iza zone sudara.



15

Transformne granice tektonskih ploča

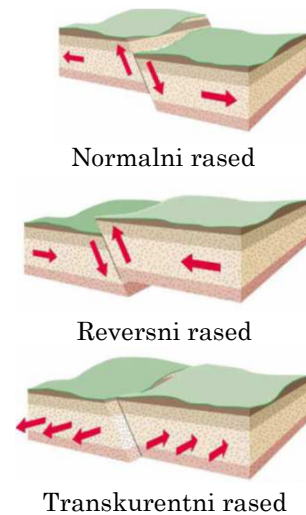
- Transformne granice ploča – dve ploče klize jedna mimo druge a pritom ne dolazi do značajne konvergencije ili divergencije.
- U obe ploče se nakuplja pritisak uzrokovan trenjem sve dok se ne dostigne stepen prekoračenja praga deformacije stena, nakon čega dolazi do oslobađanja akumulirane potencijalne energije u vidu deformacije na obe strane.
- Najpoznatiji primer predstavlja San-Andreas rased u Americi.



16

Deformacije stenskih masa

- U međusobnom kontaktu, tektonske ploče stvaraju velike pritiske i napone u stenama, u kojima se ostvaruje deformacija (lom ili ugibanje) kada postignuti naponi prevaziđu gornje granice njihove mehaničke čvrstoće.
- Jedan od najpoznatijih geoloških oblika deformacije stena zemljine kore je njeno rasedanje, koje nastaje kao relativno kretanje jednog bloka stenske mase preko drugog duž stvorene pukotine u steni, čime nastaje rased.



17

Spoljašnje sfere

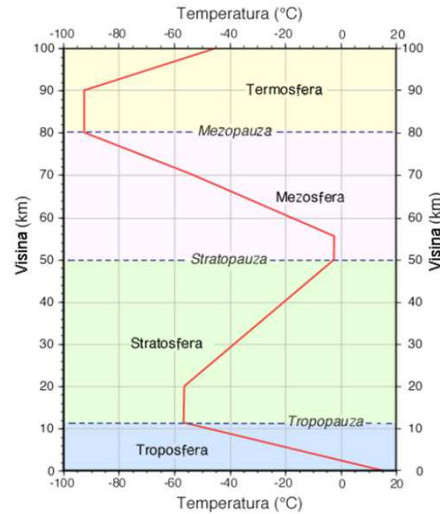
- Spoljašnje sfere su atmosfera, hidrosfera i biosfera, i one se sastoje od vodene, gasovite i organske materije.
- Zemljina atmosfera, koju čine hemijski elementi azot (78,08%), kiseonik (20,95%) i argon (0,93%), predstavlja zaštitni sloj za živi svet jer apsorbuje štetna zračenja i raznovrsne čestice koje dejstvom gravitacione sile Zemlje bivaju privučene iz kosmosa.
- Pored navedenih gasova u atmosferi su prisutni tragovi drugih gasova i čestica kao što su ugljendioksid i ozon.
- Meteorologija – naučna oblast koja se bavi proučavanjem atmosfere, atmosferskih procesa i vremenskom prognozom.

18

Atmosfera

➤ Atmosfera je prema stanju temperature u njoj podeljena na sledeća četiri sloja:

- troposfera sa stalnim smanjenjem temperature do -56°C na gornjoj granici;
- stratosfera sa promenom temperature od -50 do -3°C ;
- mezosfera sa smanjenjem temperature od -3 do -95°C ;
- termosfera sa naglim porastom temperature od -95 do preko 1000°C .



19

Atmosfera

- Troposfera obuhvata oko 80% ukupne mase atmosfere i u njoj nastaje većina meteoroloških procesa.
- Temperatura opada do tropopauze uniformno po stopi od $-6,5^{\circ}\text{C} / \text{km}$.
- Troposfera se zagreva posredno – zračenjem toplote iz tla, koje zagreva Sunce u toku dana.
- Jonosfera – poseban atmosferski sloj koji čine gornji deo mezofere i donji deo termosfere.
- Ovaj sloj nazvan je jonosfera jer sadrži veliku količinu jona (opšti naziv za atom ili molekul nekog elementa koji je izgubio ili dobio jedan ili više negativno naelektrisanih elektrona).

20

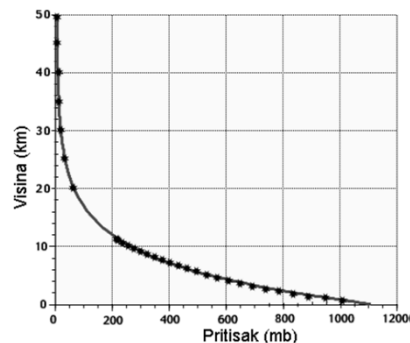
Atmosfera

- Joni se stvaraju kada molekuli gasa kiseonika ili azota preuzmu veliku količinu energije iz ultravioletnih zraka koji dopiru sa Sunca.
- U sloju atmosfere koji se prostire od 15 do 55 km iznad površi Zemlje koncentrisan je gas ozon.
- Ozon je veoma značajan za živi svet na Zemlji, pošto apsorbuje štetno ultravioletno zračenje sa Sunca.
- Metan, ugljen-dioksid i azotni oksid, koji u minornom obliku učestvuju u građi atmosfere, imaju svojstvo upijanja infracrvenog dela zračenja sa Zemljine površi, stvarajući efekat “staklene bašte”.

21

Atmosfera

- Efekat “staklene bašte” uslovljava povećanje temperature u atmosferi.
- Bez prisustva metana, ugljen-dioksida i azotnog oksida prosečna temperatura na Zemlji bi bila -18°C umesto sadašnjih 15°C .
- Pritisak u atmosferi opada od Zemljine površi, gde na nivou mora iznosi u proseku 1013 milibara, pa praktično do nule na visini od blizu 500 kilometara.



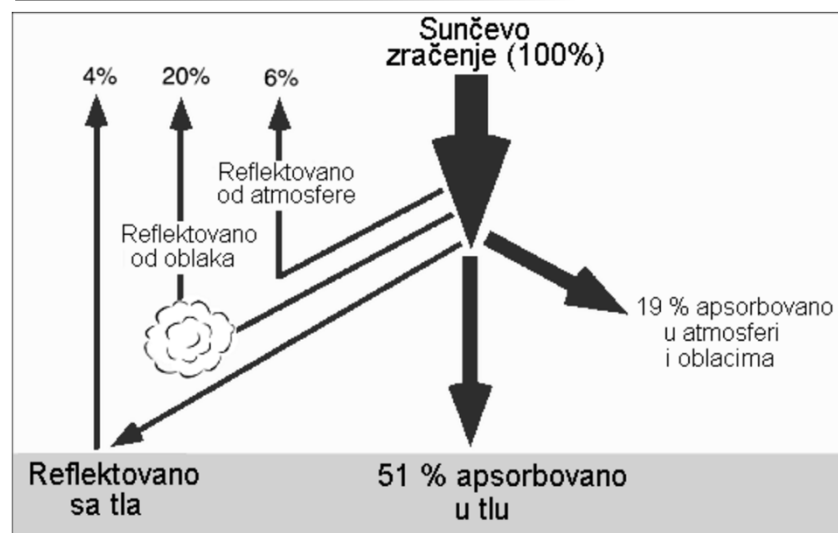
22

Atmosfera

- Količina sunčevog zračenja koje prima Zemlja varira, zavisno od brojnih faktora vezanih za međusoban položaj i rastojanje Sunca i Zemlje, zemljinu rotaciju, kao i razliku u prozračnosti zemljine atmosfere.
- Posebno je značajno ciklično smenjivanje osunčanja zbog promene položaja ose rotacije Zemlje u odnosu na Sunce, što uslovljava godišnje klimatske cikluse.
- Ulaskom sunčevog zračenja u atmosferu, nastaje proces njegovog:
 - rasipanja;
 - apsorpcije;
 - reflektovanja.

23

Atmosfera



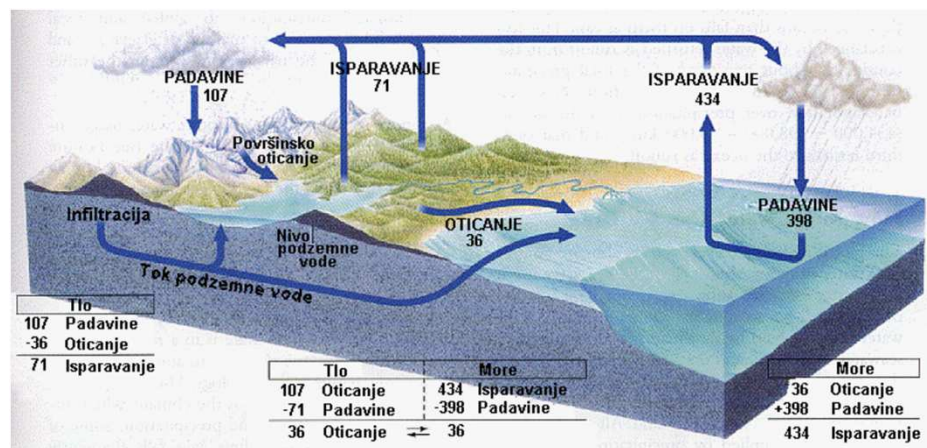
24

Hidrosfera

- Hidrosfera je deo Zemlje u kojem dominira voda, okeani morske, jezerske i rečne površine i relativno plitki deo Zemljine kore natopljen podzemnom vodom.
- Postoje samo tri velika okeana: Tihi, Atlantski i Indijski, koji se zajednički posmatrano nazivaju i svetski okean.
- Okeani pokrivaju čitavih 71% ukupne zemljine površi, a njihova prosečna dubina iznosi 3,8 kilometara.
- Hipoteze on nastanku vode na Zemlji.
 - Voda na Zemlji nastala je najvećim delom kondenzovanjem iz vrele magme i njenih gasova tokom prvih nekoliko stotina miliona godina.
 - Vodu je na Zemlju donela neka veća kometa u nekom davnom bliskom kontaktu sa Zemljom.

25

Hidrosfera



26

Plima okeana

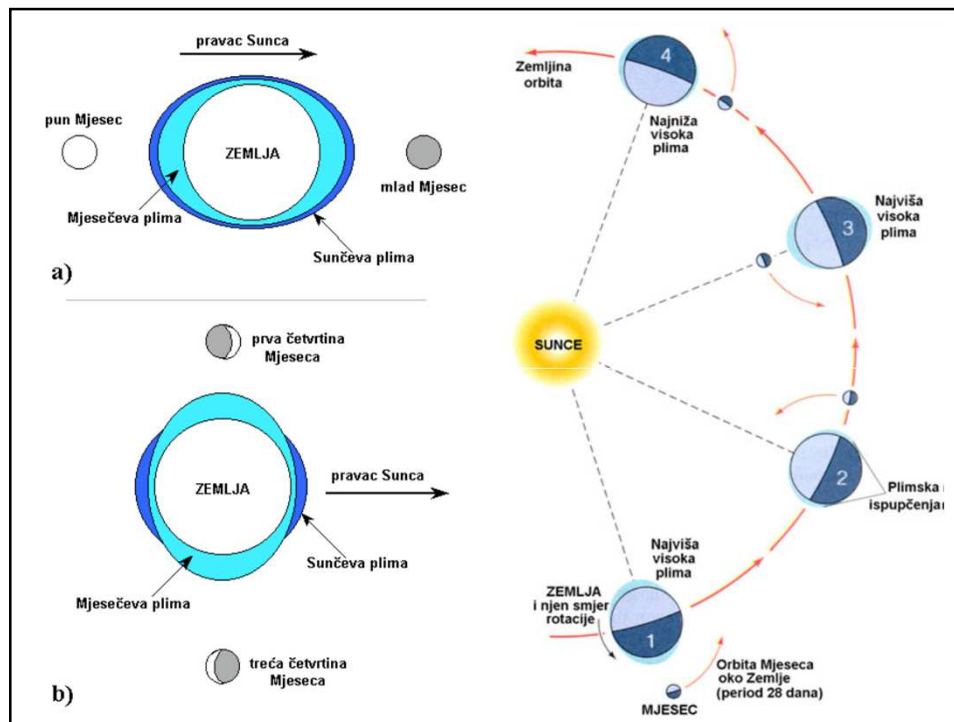
- Plima – ciklično izdizanje vode mora i okeana koje nastaje usled gravitacionog dejstva Meseca i Sunca.
- Vreme pojave plime i njen intenzitet zavisi od:
 - međusobnog odnosa tačke posmatranja na Zemlji u odnosu na položaj Meseca i Sunca;
 - perioda revolucije Meseca oko Zemlje;
 - nagiba Mesečeve orbite u odnosu na Zemlju.
- Uticaj Meseca na formiranje plime dvostruko je veći od uticaja Sunca, zbog njegovog znatno manjeg rastojanja od Zemlje.

27

Plima okeana

- Plime najvećeg intenziteta, tzv. visoke plime, javljaju se kada se poravnaju pravci gravitacionog delovanja Meseca i Sunca u odnosu na Zemlju.
- Plime najmanjeg intenziteta, tzv. niske plime, javljaju se kada gravitacione sile Meseca i Sunca deluju na vodene mase pod pravim uglom u odnosu na Zemlju.
- Kod plima najmanjeg intenziteta, javlja se istovremeno, nešto manje izdizanje vode okeana i na suprotnoj strani Zemlje – zbog gravitacione i centrifugalne kompenzacije procesa premeštanja vodenih masa.
- Ova ispučenja zadržavaju svoj oblik dok se Zemlja okreće oko svoje ose, što rezultira ritmičkim izdizanjem i spuštanjem nivoa u morima i okeanima, dobro uočljivim na njihovim obalama.

28



29

Plima okeana

- Plime se smenjuju po vrlo pravilnom, ritmičkom ciklusu, sa periodom od 24 časa i 50 minuta.
- Kada Mesec rotira u ravni zemljinog ekvatora (ekliptike), javljaju se dve "visoke" i dve "niske" plime, svakih 12 časova i 25 minuta, kao rezultat prolaska svakog dela plimskog ispupčenja preko svake tačke na Zemlji.
- Zbog najčešćeg položaja Meseca na putanji koja je nagnuta u odnosu na ravan ekliptike i zavisno od mesta na Zemlji, plime će se u većini slučajeva različito manifestovati po svojoj učestanosti i intenzitetu.
- Amplitudni raspon plime obično iznosi do 2 metra.

30

Plima okeana

- Ukoliko Mesec ne bi rotirao oko Zemlje, glavna plimska ispuščenja vodene mase uvek bi bila orijentisana direktno prema Mesecu, zbog njegovog znatno većeg gravitacionog uticaja u odnosu na Sunce.
- Zbog kretanja Meseca oko Zemlje, on svojim gravitacionim dejstvom “povlači” vodu za sobom, ali zbog trenja vodenih masa u kretanju i zbog njihove inercije, nastaje izvesno kašnjenje od 2.9 lučna stepena između položaja Meseca i maksimalne plime, ili izraženo u vremenu, to kašnjenje iznosi oko 12 minuta.

31

PITANJA?

32