

GRAĐA ZEMLJE I POSTANAK STIJENA

Dr. sc. Marijan Kovačić – nastupno predavanje

LITERATURA

- Thompson, G.R. & Turk, J. (1999): *Earth Science and the Environment*. Saunders College Publishing, pp. 589, New York.
 - Poglavlja
 - *I - Earth Materials and Time (15 – 82 str.)*
 - *II - Internal Processes (83-174 str.)*

SADRŽAJ

- **stijene**
 - definicije
 - značaj
 - vrste
 - rasprostranjenost

- **građa Zemlje**
 - građa geosfere
 - izvori energije
 - tektonika ploča

- **stijenski ciklus**

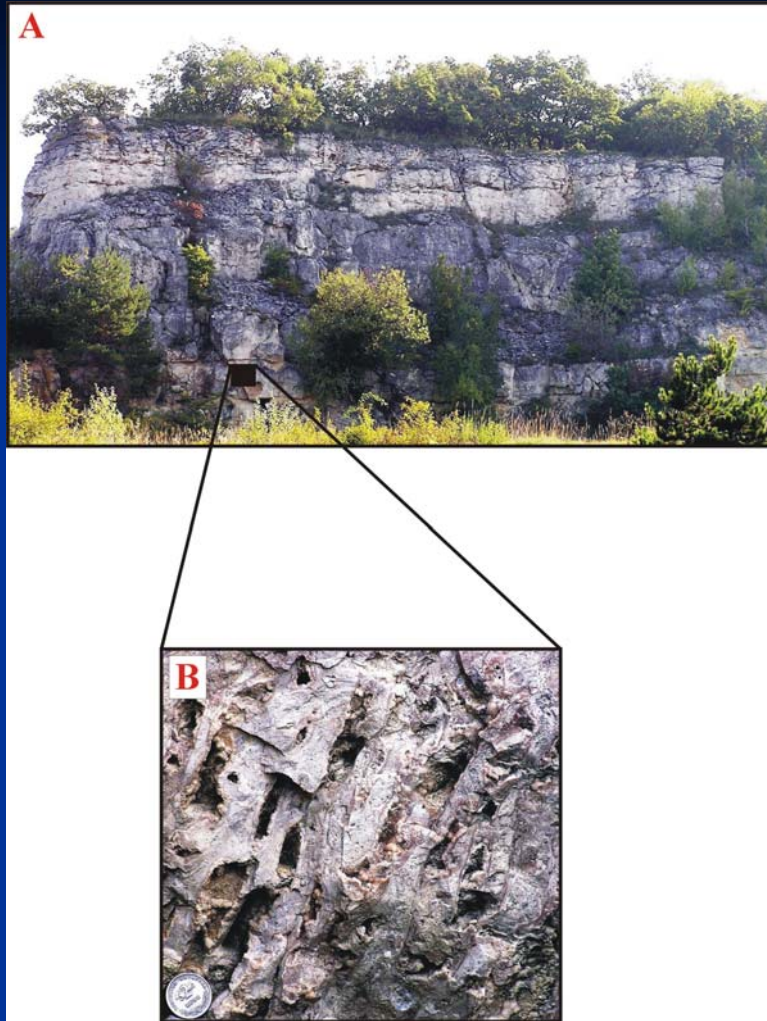
1 STIJENE

1.1 DEFINICIJE

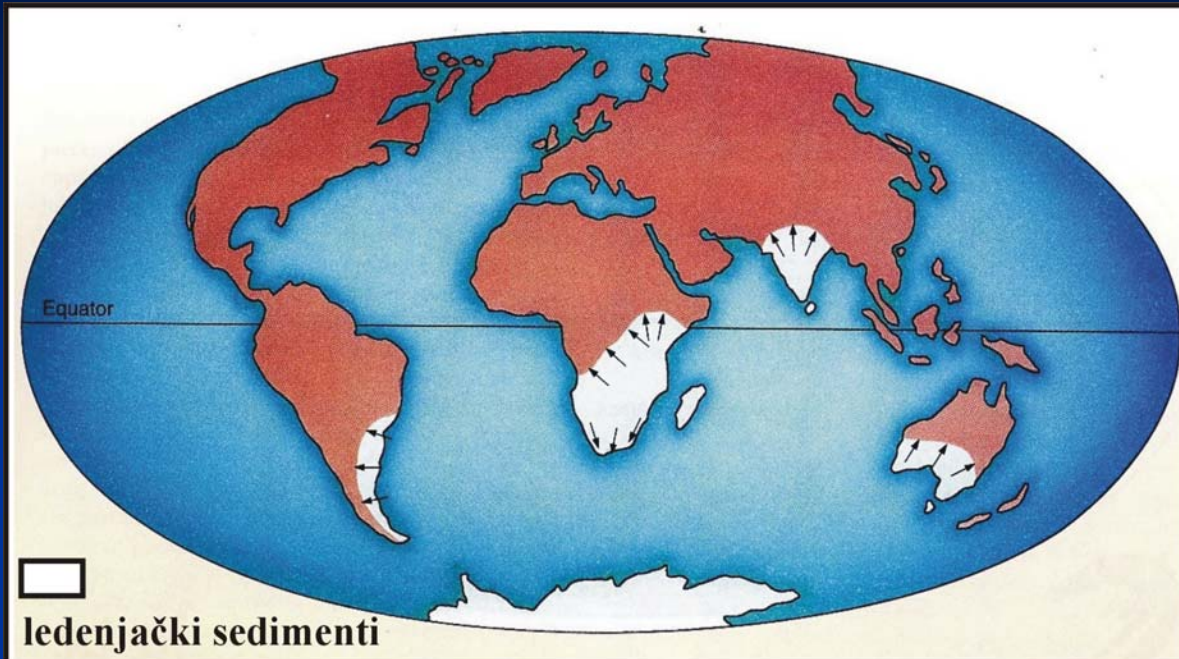
- **STIJENA** – čvrsta prirodna smjesa sastavljena od minerala, stakla, izmjenjene organske tvari i kombinacije tih komponenti
- ***petros*** (gr.) - *stijena*
- **PETROLOGIJA** – znanost o stijenama (sastav, struktura, način postanka, klasifikacije)

1.2 ZNAČAJ

- *zašto proučavamo stijene?*
 - ekonomska važnost
 - proučavanje Zemlje
 - razvoj života
 - starost Zemlje
 - klimatske promjene
 - promjene rasporeda kontinenata

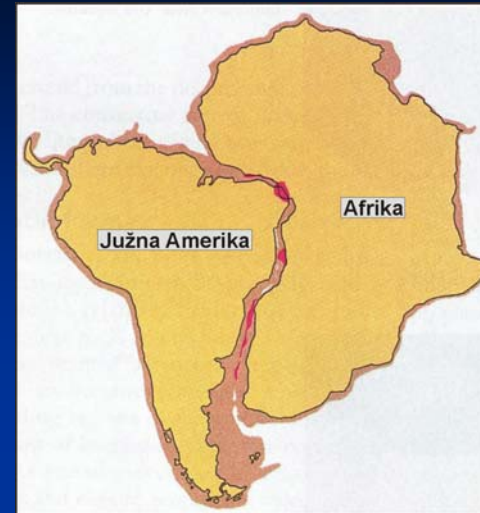


Sl. 1 *Napušteni kamenolom Leitha vapnenca Fenk, Grosshoeflein, Austrija (A). Vapnenac je najvećim dijelom izgrađen od fosilnih ostataka crvenih algi i koralja koji ukazuju na badensku starost (14 my) i plitkovodni marinski okoliš taloženja (B).*

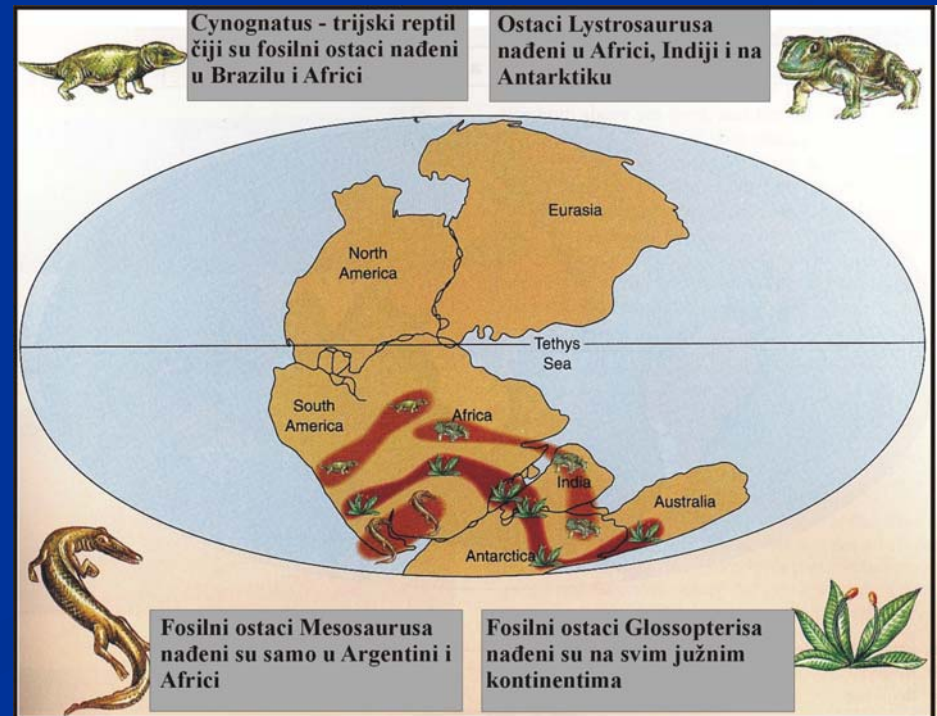


Sl. 2 *Ledenjački sedimenti stari 300 milijuna godina koji ukazuju na klimatske promjene tijekom razvoja Zemlje! Preuzeto iz Thompson & Turk (1999).*

Sl. 3 Prijanjanje obalnih linija Afrike i Južne Amerike. Slučajnost ili nešto drugo? Preuzeto iz Thompson & Turk (1999).

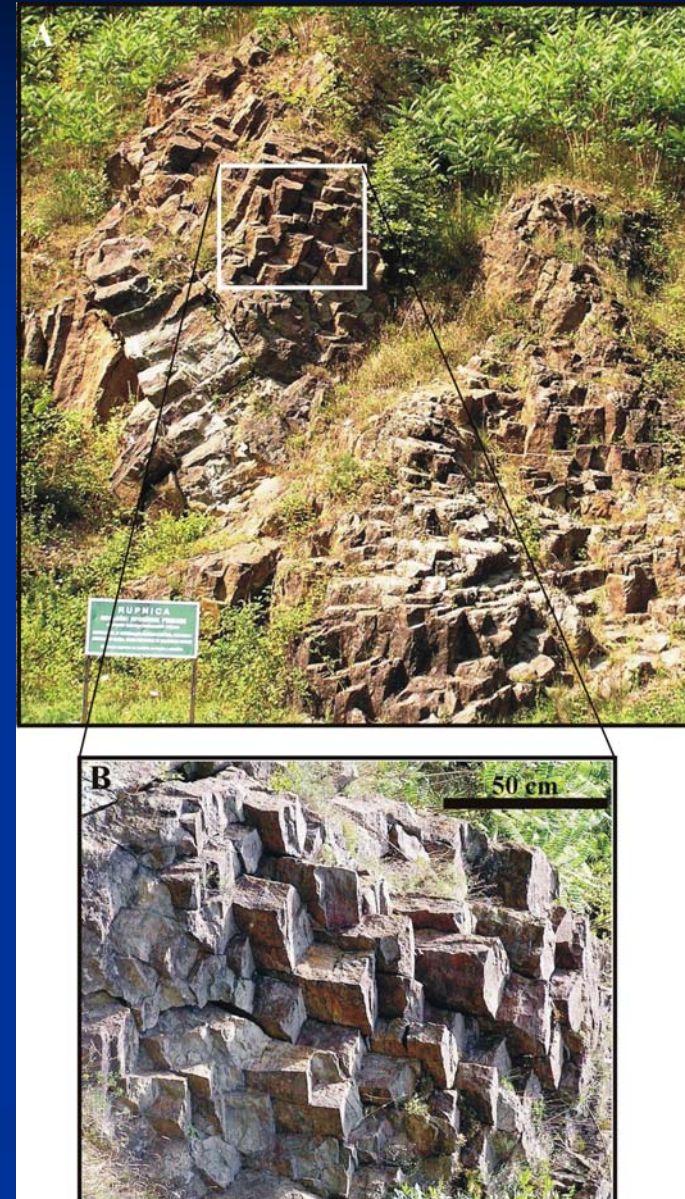


Sl. 4 Geografska distribucija fosilnih ostataka biljaka i životinja koja pokazuje da je prije cca 200 milijuna godina egzistirao jedinstveni kontinent (Pangea). Preuzeto iz Thompson & Turk (1999).

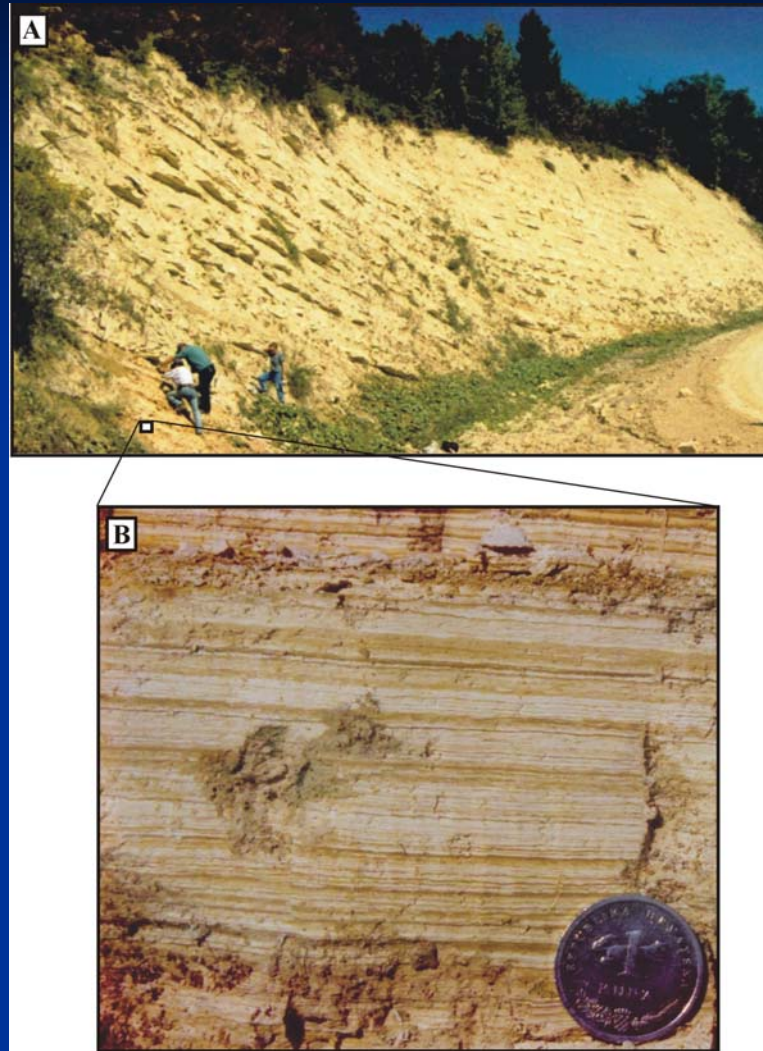


1.3 VRSTE STIJENA

- stijene su vrlo raznolike po svojim svojstvima, izgledu, načinu postanka



Sl. 5 Zelenosiva, čvrsta, tvrda stijena (riolit). (A).
Jasno izraženo stubasto lučenje (B). Rupnica –
geološki spomenik prirode, Papuk.



Sl. 6 *Svijetložuti i sivi, mekani lapori i vapnenci s jasno izraženom slojevitošću (A).
Submilimetarski horizontalno laminirani lapor (B). Tupinolom Vranović kod Našica.*

Podjela prema načinu postanka

- magmatske
- metamorfne
- sedimentne

magmatske stijene

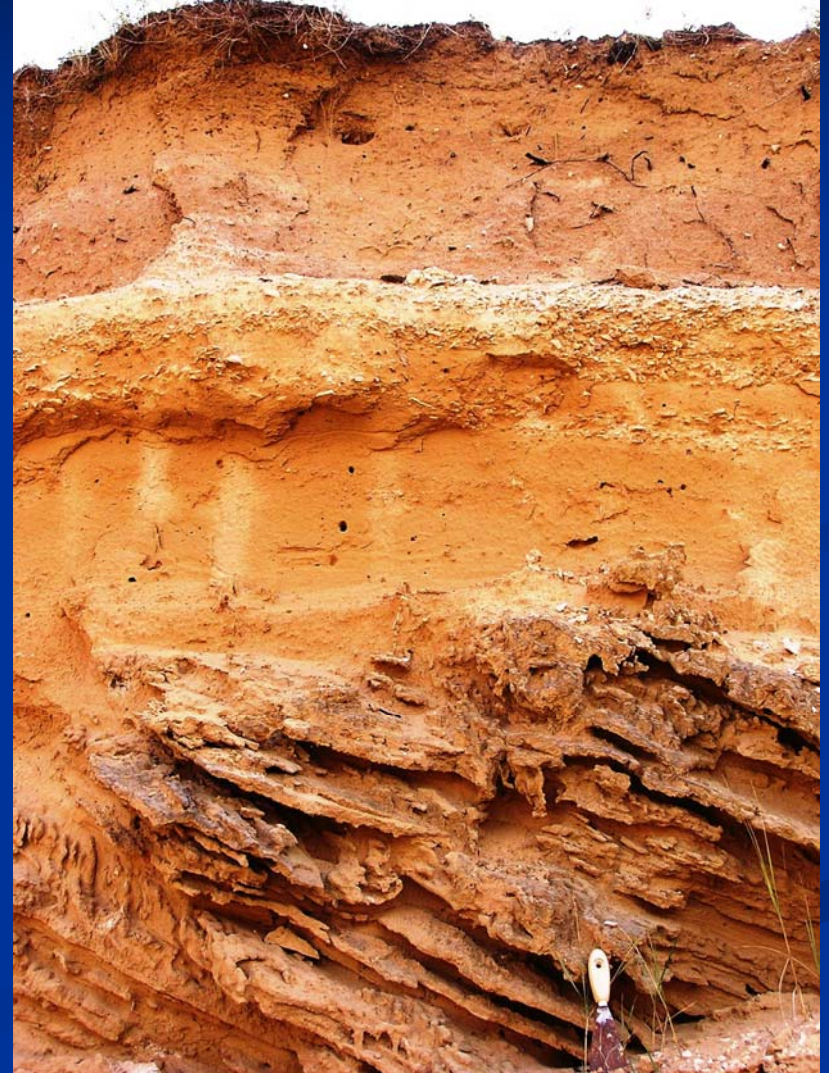
- nastaju skrućivanjem taljevine zvane magma (lava)
- **intruzivne**
 - sporo hlađenje duboko ispod površine Zemlje
 - primjer: granit
- **efuzivne**
 - brzo hlađenje na površini ili blizu površine Zemlje
 - primjer: bazalt

Sl. 7 Primjeri magmatskih stijena: **A) granit** – intruzivna stijena (potok Pakra, Papuk); **B) bazalt** – efuzivna stijena (kamenolom Djedovica, Papuk).



sedimentne stijene

- nastaju na površini ili vrlo blizu površine Zemlje
- **klastične**
 - trošenje → transport → taloženje → litifikacija
 - primjer: pješčenjak, konglomerat



Sl. 8 Pjeskoviti sedimenti u Velom Zlom Polju (otok Vis) koji su u donjem dijelu izdanka već dijelom litificirani.

- **organske**

- litifikacija ostataka biljaka i životinja
- prim: ugljen

Sl. 9 Ugljen - organska sedimentna stijena nastala raspadanjem i kompakcijom biljne organske tvari. Širina slike 10cm.
(wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b6/Coal.jpg/250px-Coal.jpg)



- **kemijske**

- precipitacija minerala iz otopine
- prim: gips, halit

Sl. 10 Gips - kemijska sedimentna stijena nastala precipitacijom iz vodene otopine. Zbirka HGI-CGS.



metamorfne stijene

- nastaju djelovanjem povišenog tlaka, temperature i vrućih fluida na već postojeće čvrste stijene u dubini Zemlje (**metamorfoza**)
- promjena u sastavu (mineralnom i/ili kemijskom) i/ili strukturi već postojećih stijena

■ ortometamorfit

- magmatska stijena → metamorfna stijena

Sl. 11 Eklogit – ortometamorfna stijena nastala metamorfozom magmatskih stijena (gabro, bazalt).

(http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/9d/100_5860.JPG/350px-100_5860.JPG)

■ parametamorfit

- sedimentna stijena → metamorfna stijena

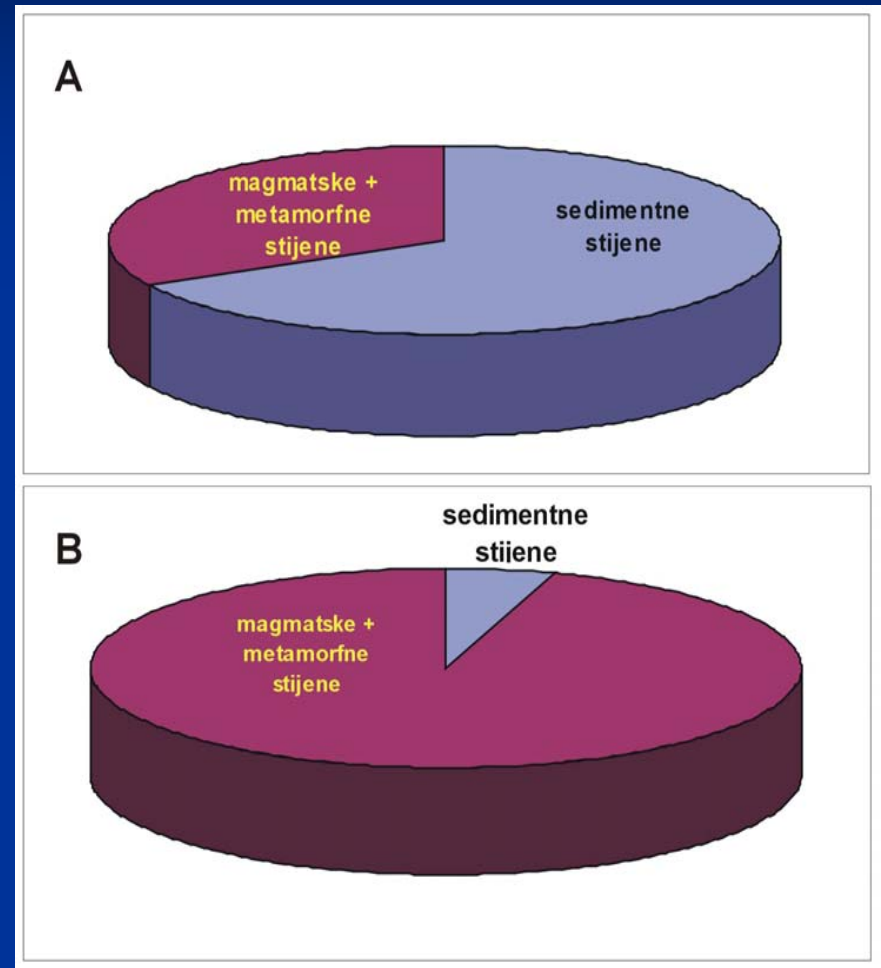
Sl. 12 Mramor - parametamorfna stijena nastala metamorfozom vapnenca. Širina slike 10cm.

(<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/8d/MarbleUSGOV.jpg/225px-MarbleUSGOV.jpg>)



1.3 RASPROSTRANJENOST STIJENA

- nejednaka
- ovisi o mjestu i načinu postanka, te stabilnosti u određenim uvjetima

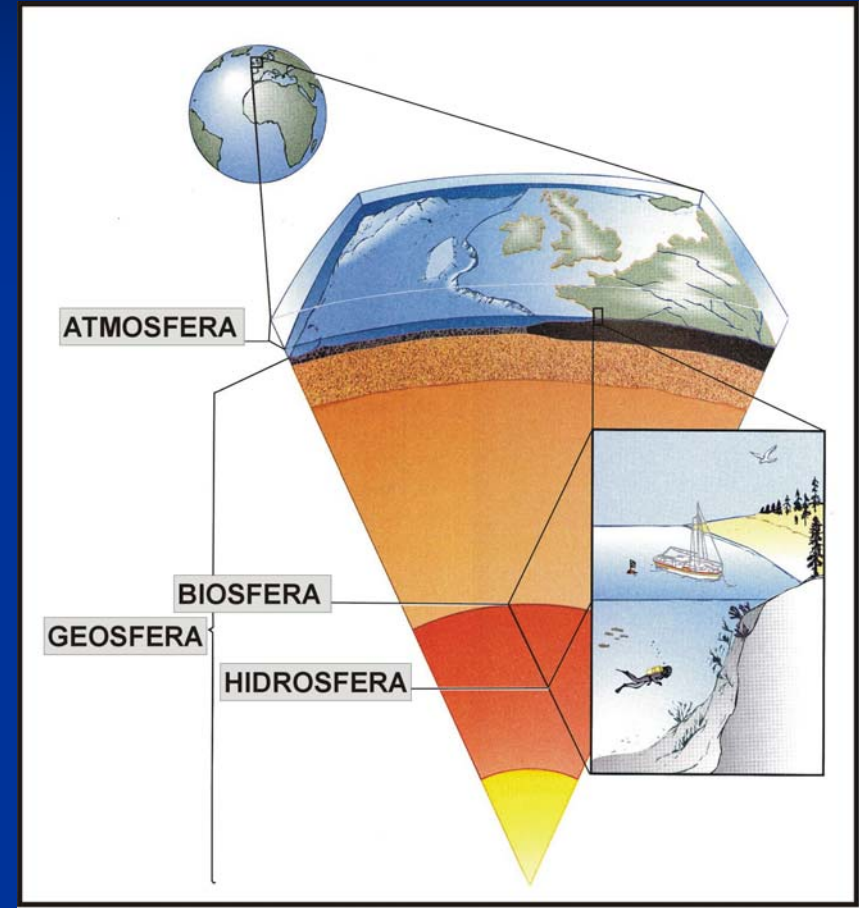


Sl. 13 Rasprostranjenost stijena : A) na površini Zemlje ; B) u Zemljinoj kori

2 GRAĐA ZEMLJE

- **lupinasta (slojevita) građa**
 - atmosfera
 - hidrosfera
 - biosfera
 - **geosfera**
- povezanost i međusobna ovisnost među slojevima Zemlje
- promjene u jednom sloju (sustavu) izazivaju promjene u ostalim sustavima

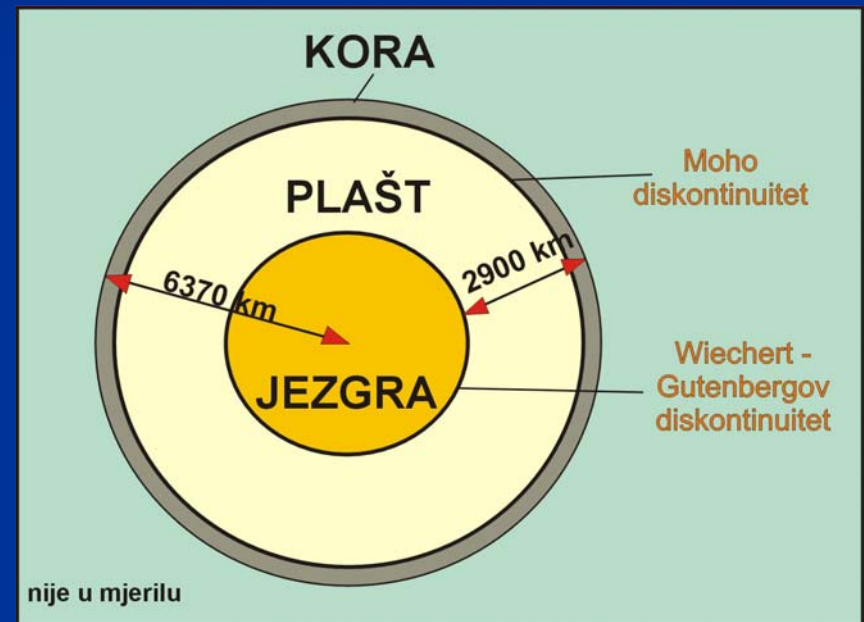
prim: vulkanska erupcija → pepeo u atmosferi
→ refleksija sunčevih zraka → zahlađenje
→ promjena klime → promjene u živom svijetu



Sl. 14 Građa Zemlje. Najveći dio Zemlje sastavljen je od čvrstih stijena koje su okružene hidrosferom, biosferom i atmosferom. Preuzeto iz Thompson & Turk (1999).

2.1 GRAĐA GEOSFERE

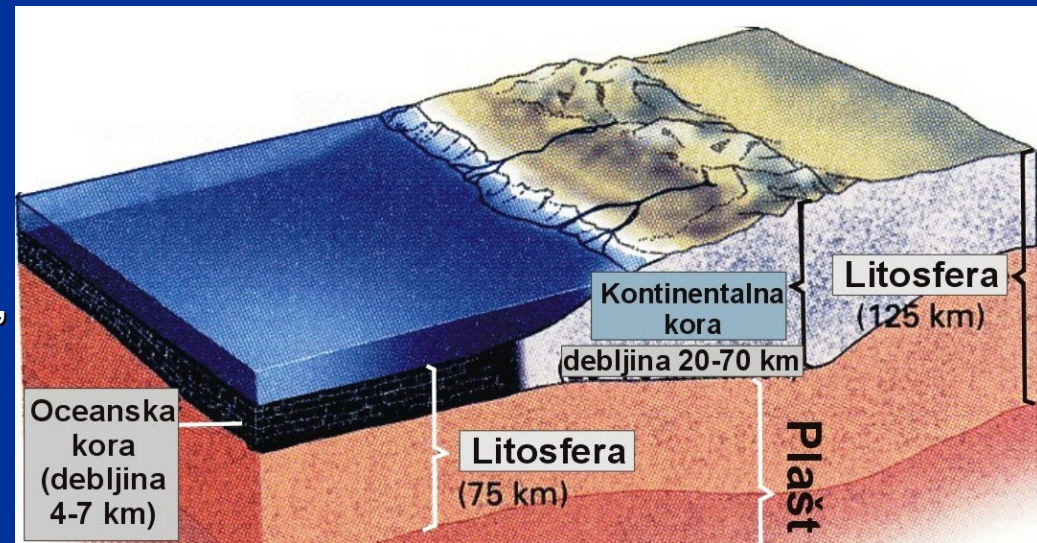
- **lupinasta građa**
 - građa meteorita
 - geofizička istraživanja
 - direktno opažanje (gornjih 10 km)
- **kora**
Moho diskontinuitet
- **plašt**
Wiechert-Gutenbergov diskontinuitet
- **jezgra**
- s porastom dubine ispod površine Zemlje rastu tlak i temperatura



Sl. 15 Građa Geosfere. Geosfera je podijeljena na tri glavna sloja: kora, plašt, jezgra.

KORA

- čvrsti vanjski sloj, lomljiva, vrlo tanka, hladna
- vrste kore:
 - oceanska
 - kontinentalna
- **oceanska kora**
 - ispod oceana
 - bazaltnog sastava
 - debljina ujednačena (4-7 km)
 - gušća od kontinentalne
- **kontinentalna kora**
 - izgrađuje kontinente
 - granitnog sastava
 - debljina nejednaka (20-70 km, prosječno 30 km)

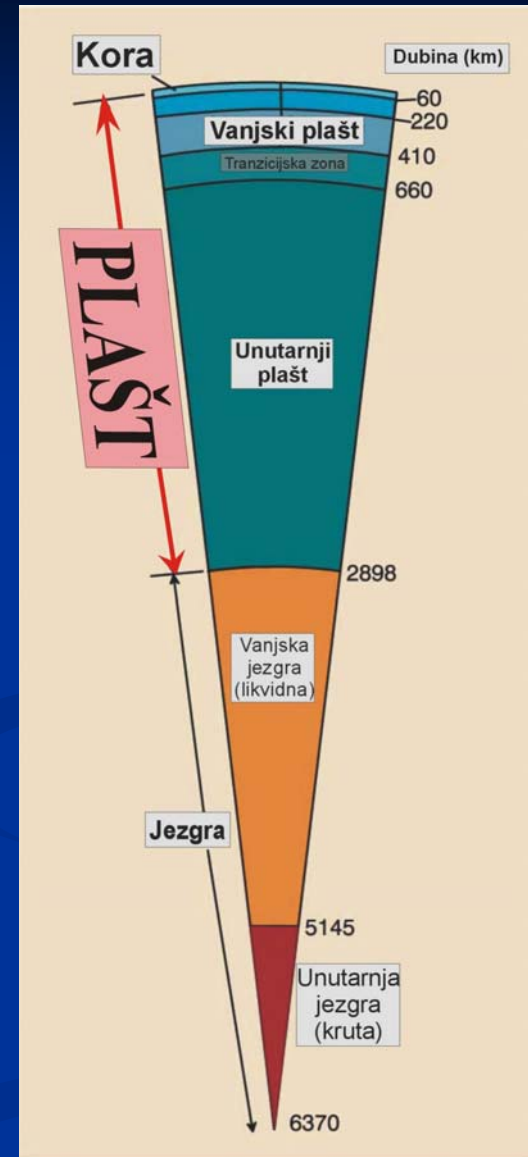


Sl. 16 Građa kore. Preuzeto i dijelom prilagođeno iz Thompson & Turk (1999).

PLAŠT

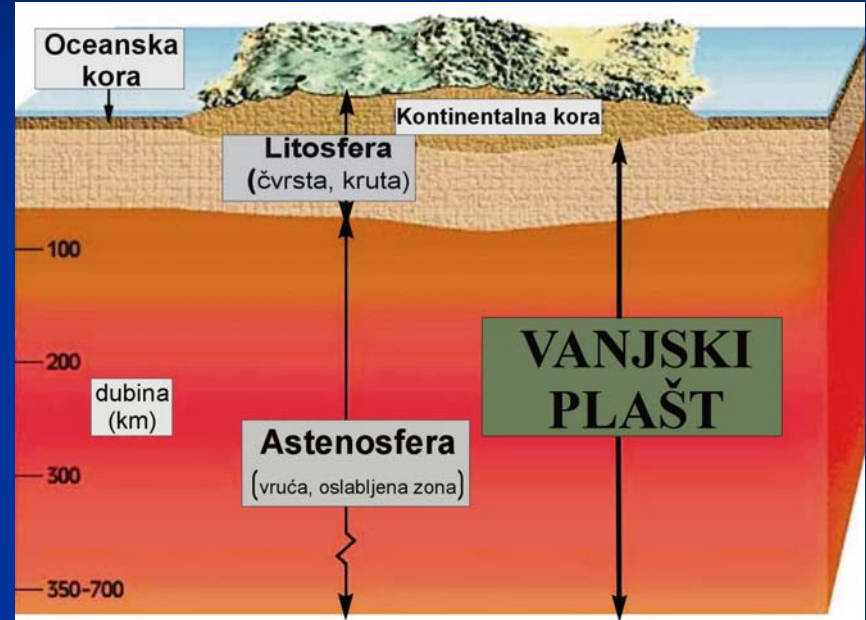
- središnji sloj
- sastavljen od čvrstih stijena bogatih s Fe i Mg, manji dio u rastaljenom stanju (magma)
- mineralni sastav i mehanička svojstva variraju s dubinom
- podjela plašta
 - vanjski
 - unutarnji

Sl. 17 Osnovna građa unutrašnjosti Zemlje.
Preuzeto iz Winter (2001): An Introduction to Igneous and Metamorphic Petrology. Prentice Hall.
([http://www.whitman.edu/geology/winter/Petrology/Ch%2001%20Intro.ppt#266,3,Slide 3](http://www.whitman.edu/geology/winter/Petrology/Ch%2001%20Intro.ppt#266,3,Slide%203))



vanjski plašt

- najgornji dio vanjskog plašta je relativno hladan, čvrst, u krutom stanju, mehanički se ponaša slično kori
- **litosfera**
 - kora + najgornji dio plašta
 - debljina 75-125 km
 - pluta na astenosferi
- **astenosfera**
 - stijene mehanički oslabljene, plastične
 - 1-2 % rastaljeno → magma
- ostatak vanjskog plašta je u krutom stanju zbog visokih pritisaka



Sl. 18 Građa kore i vanjskog plašta.

(<http://www.whitman.edu/geology/winter/Petrology/Ch%2001%20Intro.ppt#276,2,The Earth's Interior>)

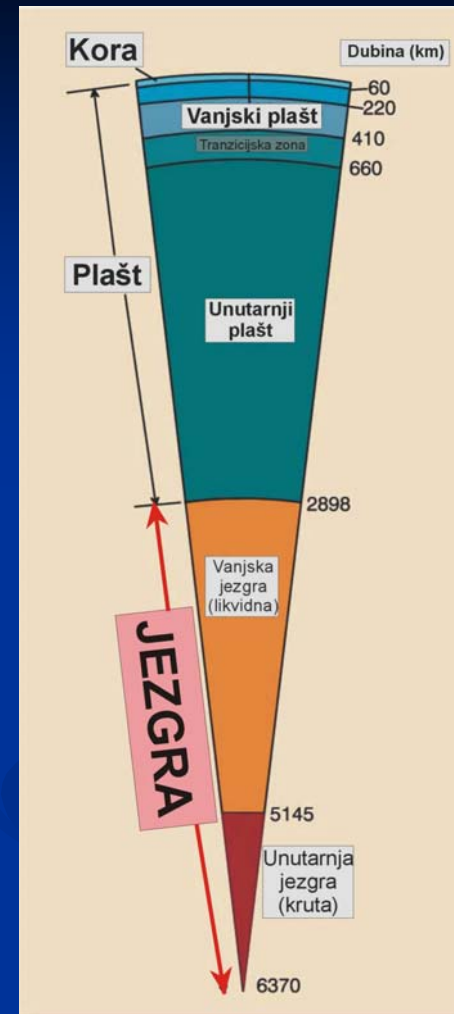
unutarnji plašt

- minerali iz v. plašta (olivin, pirokseni) prelaze u visokotlačne modifikacije
- najdonji dijelovi vjerojatno parcijalno taljeni

JEZGRA

- zauzima središnji dio Zemlje
- legura Fe i Ni
- dva puta gušća od plašta

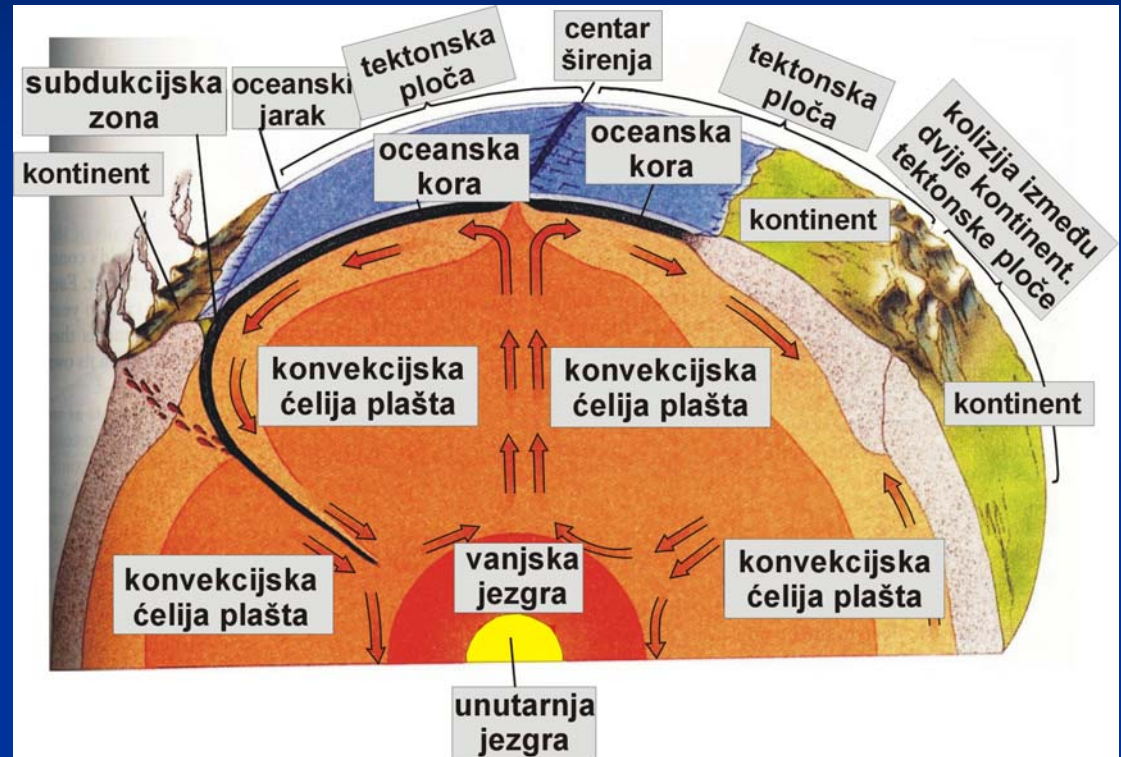
- podjela
 - **vanjska jezgra**
 - likvidna
 - **unutarnja jezgra**
 - kruta (zbog velikog pritiska)



*Sl. 19 Osnovna građa unutrašnjosti Zemlje. Preuzeto iz Winter (2001): An Introduction to Igneous and Metamorphic Petrology. Prentice Hall
(<http://www.whitman.edu/geology/winter/Petrology/Ch%2001%20Intro.ppt#267,4,Slide 4>)*

2.2 IZVORI ENERGIJE

- rezidualna toplina
 - zaostala iz vremena formiranja Zemlje
- radioaktivni raspad
- konvekcijsko gibanje plašta



Sl. 20 Građa Zemlje. Strelice pokazuju konvekcijska gibanja u plaštu koja prenose toplinu iz unutrašnjosti prema površini Zemlje, a uzrokuju pomicanja u litosferi. Preuzeto iz Thompson & Turk (1999).

2.3 TEKTONIKA PLOČA

■ tektonske ploče

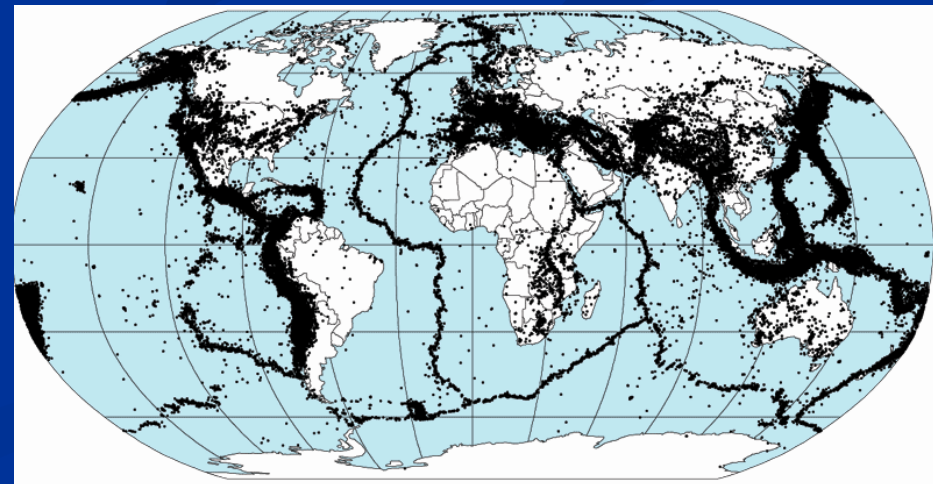
- fragmenti litosfere koji klize po astenosferi (1-16 cm/god)

Sl. 21 Zemljina litosfera razlomljena je na 7 velikih i niz manjih tektonskih ploča.

http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Plates_tect2_en.svg

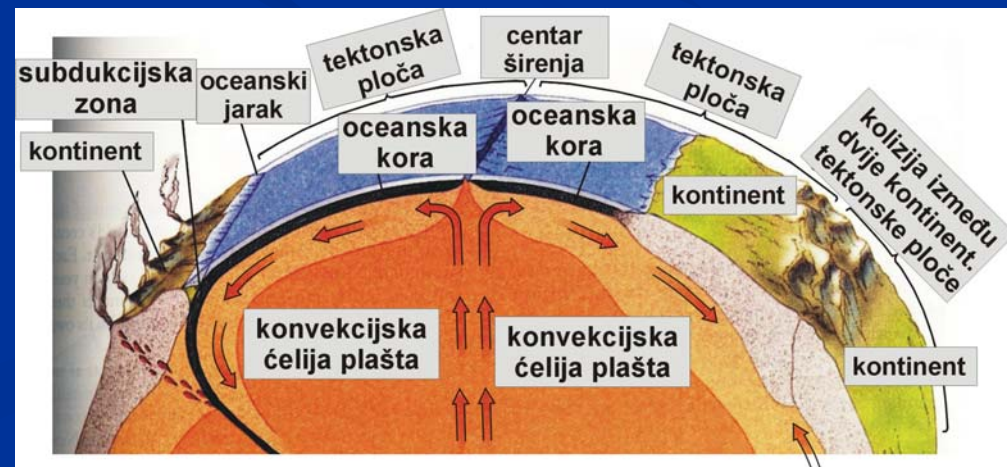
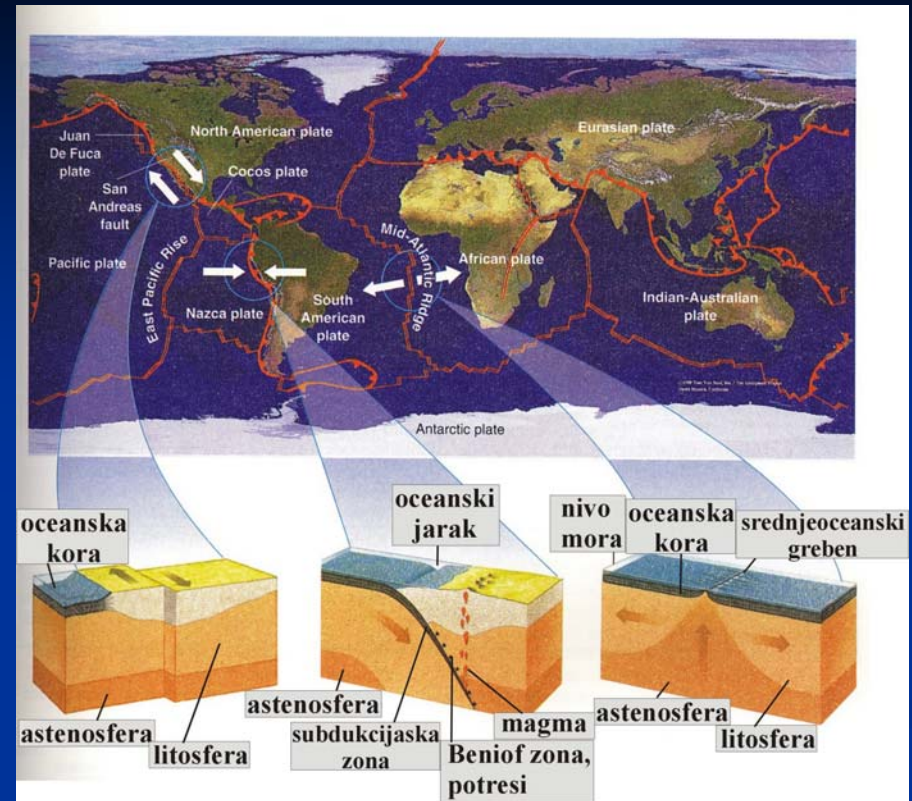
- **unutrašnjost ploča**
 - tektonski stabilna, mirna
- **rubovi ploča**
 - tektonski vrlo aktivni (vulkani, potresi, izdizanje planinskih lanaca)

Sl. 22 Epicentri potresa zabilježenih u razdoblju 1963-1998 god. (http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/thumb/d/db/Quake_epicenters_1963-98.png/350px-Quake_epicenters_1963-98.png)



vrste rubova ploča:

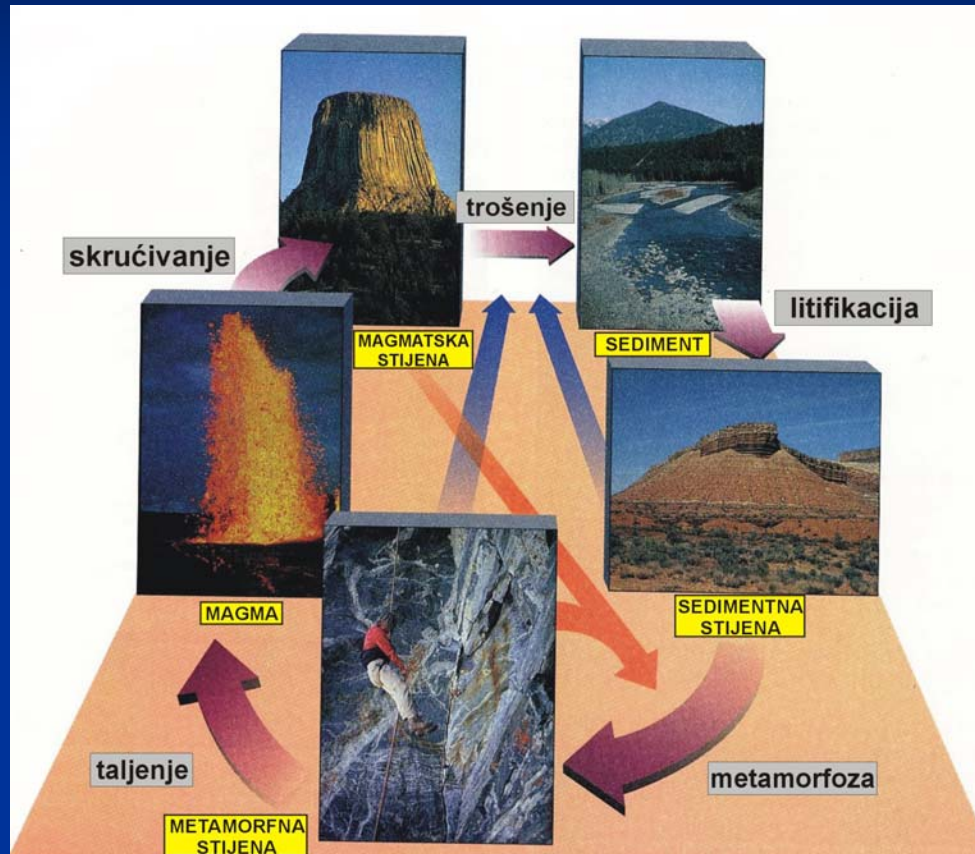
- **divergentni**
 - razmicanje ploča
 - srednjooceanski hrptovi
 - riftne doline
- **konvergentni**
 - primicanje ploča
 - **subdukcija**- podvlačenje gušće kore pod rjeđu
 - **kolizija** – sudar dviju kont. ploča
- **transformni**
 - ploče horizontalno klize jedna uz drugu



Sl. 23 Međusobno kretanje tektonskih ploča. Površinski prikaz i blok dijagrami. Preuzeto iz Thompson & Turk (1999).

3 STIJENSKI CIKLUS

- stijene se kroz geološko vrijeme sporo mijenjaju iz jednog od tri tipa u drugi



Sl. 24 Preobrazbe stijena na površini i ispod površine Zemlje tijekom geološkog vremena. Preuzeto iz Thompson & Turk (1999).