

Dinamična Zemlja



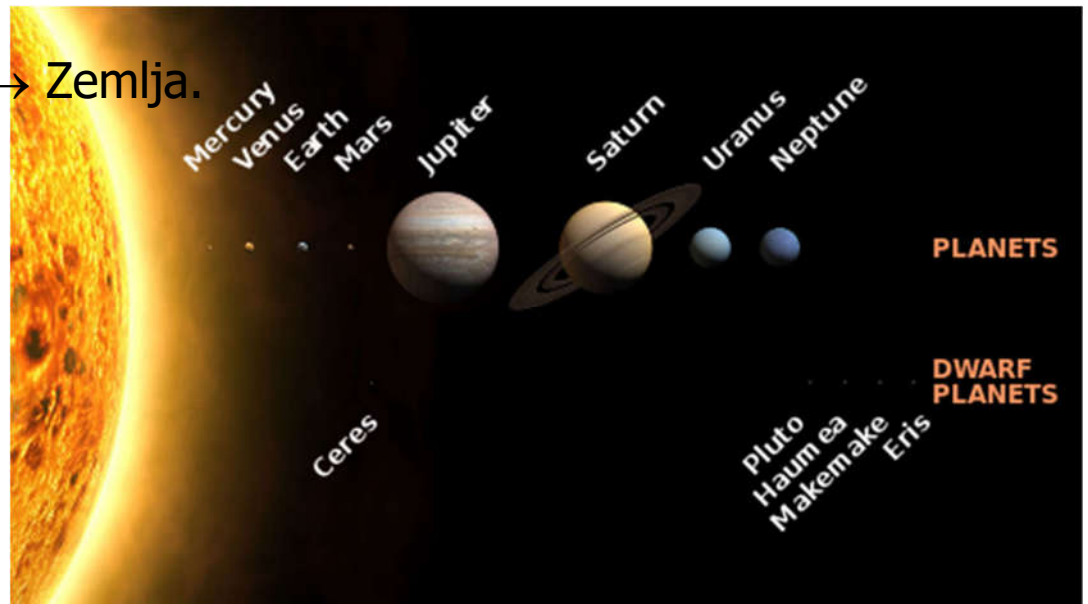
Zemlja v Vesolju (1)

- Vesolje:
 - galaksija – ogromna skupina zvezd, planetov in drugih zvezdnih teles, povezanih skupaj s gravitacijo.
 - Mlečna cesta (druga največja galaksija) "Milky way" → notranji obroč zvezdovega kraka (Sonce trenutno v njem*) → "Via Lactea"
 - "galactos" – mleko,
 - "via lactea" – mlečna cesta.
- Mlečna cesta: premer 100 000 sv. let, razširjena od središča ~ 26 000

Hitrost gibanja Sonca okoli središča galaksije 225 km/s;
Čas gibanja Sonca 250 mio. let (doslej 20 obhodov).

Zemlja v Vesolju (2)

□ → Osončje → Zemlja.



□ Zemlja:

- tretji planet od Sonca in peti po velikosti,
- stara približno 4,5-4,6 mrd. let.

Zemlja – osnovne lastnosti

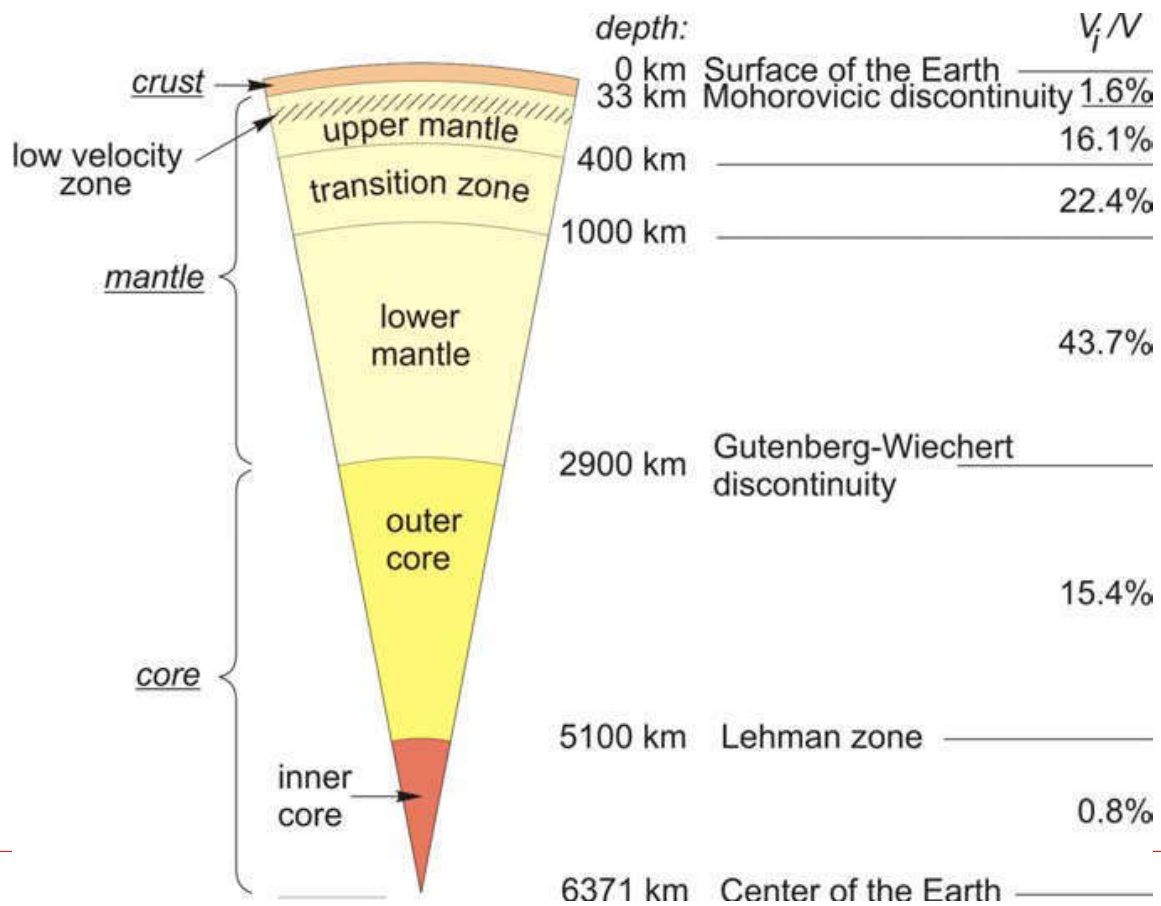
Bulk parameters

Mass (10^{24} kg)	5.9736
Volume (10^{10} km ³)	108.321
Equatorial radius (km)	6378.1
Polar radius (km)	6356.8
Volumetric mean radius (km)	6371.0
Core radius (km)	3485
Ellipticity (Flattening)	0.00335
Mean density (kg/m ³)	5515
Surface gravity (m/s ²)	9.798
Surface acceleration (m/s ²)	9.780
Escape velocity (km/s)	11.186
GM ($\times 10^6$ km ³ /s ²)	0.3986
Bond albedo	0.306
Visual geometric albedo	0.367
Visual magnitude V(1,0)	-3.86
Solar irradiance (W/m ²)	1367.6
Black-body temperature (K)	254.3
Topographic range (km)	20
Moment of inertia (I/MR ²)	0.3308
J ₂ ($\times 10^{-6}$)	1082.63
Number of natural satellites	1
Planetary ring system	No

Orbital parameters

Semimajor axis (10^6 km)	149.60
Sidereal orbit period (days)	365.256
Tropical orbit period (days)	365.242
Perihelion (10^6 km)	147.09
Aphelion (10^6 km)	152.10
Mean orbital velocity (km/s)	29.78
Max. orbital velocity (km/s)	30.29
Min. orbital velocity (km/s)	29.29
Orbit inclination (deg)	0.000
Orbit eccentricity	0.0167
Sidereal rotation period (hrs)	23.9345
Length of day (hrs)	24.0000
Obliquity to orbit (deg)	23.45

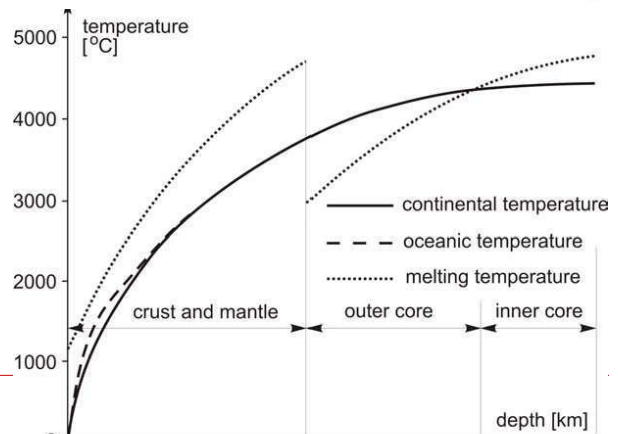
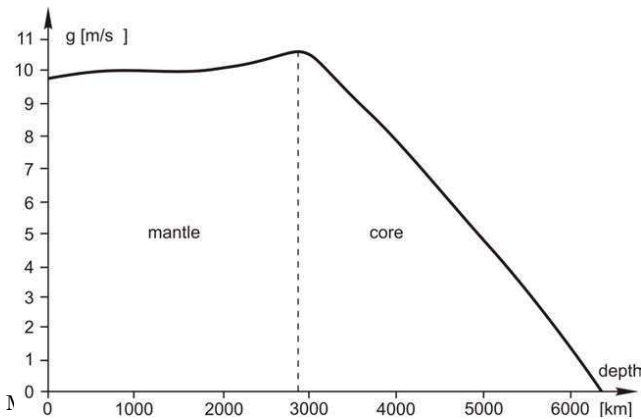
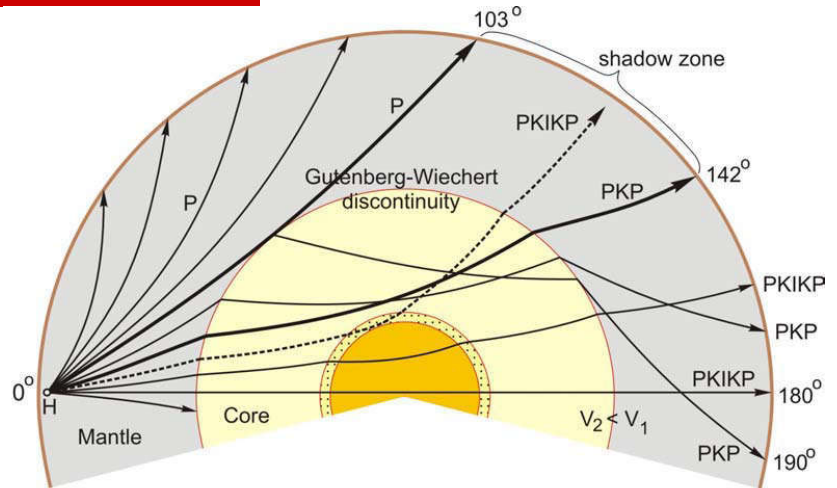
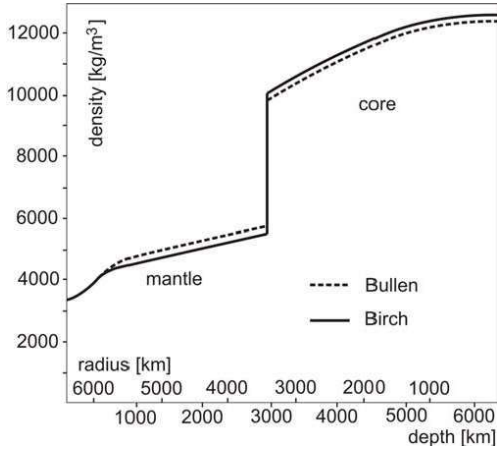
Zemlja - sestav



Globina Moho plasti v Evropi



Zemlja – sprememba lastnosti v notranjosti



7

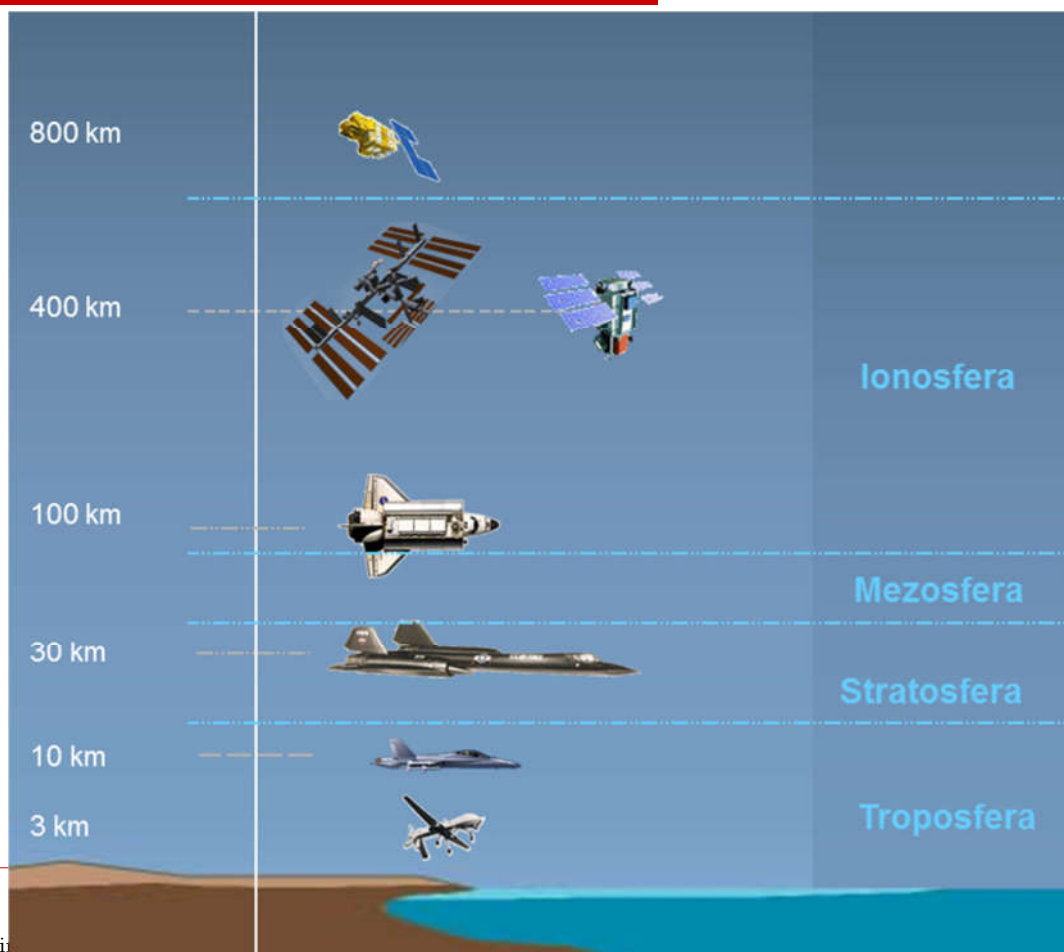
Zemljine plasti v notranjosti

- Plasti v notranjosti Zemlje so medsebojno ločeni s ploskvami nezveznosti oz. "diskontinuitetami" (angl. "transition zones").
 - Na meji med diskontinuitetami prihaja do spremembe v gostoti, prožnosti in tlaku (odraža se v spremembi hitrosti razširjanja potresnih valov).
- Skupaj je pet diskontinuitet:
 - Conradova (meja v litosferi med ploskvami sial in sima);
 - Mohorovičičeva diskontinuiteta (Moho), med skorjo in plaščem;
 - (Andrija Mohorovičić, hrv. geofizik, 1857 – 1936);
 - Repiti ploskev (meja med zgornjim plaščem in spodnjim plaščem);
 - Gutenbergova ploskev (meja med plaščem in jedrom);
 - (Beno Gutenberg, nem.-amer. seizmolog 1889 – 1960);
 - Lehmanova ploskev (meja med zunanjim in notranjim jedrom);
 - (Inge Lehman, danska seizmologinja, 1908 – 1993).

Mohorovičićeveva (Moho) diskontinuiteta

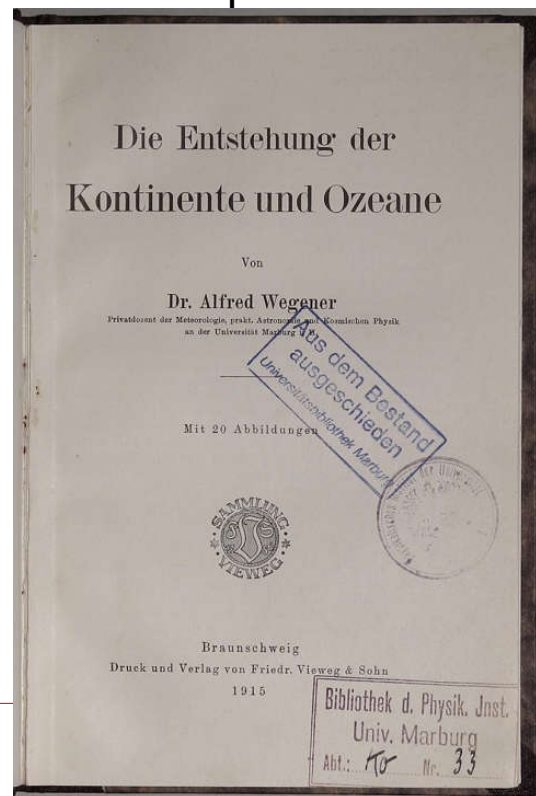
- Zemeljska skorja sega do **Mohorovičićeve diskontinuitete**:
 - (35–40 km globoko pod celinami, pod gorstvi do 70 km), pod oceani 5–10 km). Pod Panonsko in Jadransko kotlino je pribl. 25 km globoko, pod Alpami prek 55 km, pod Himalajo do 80 km globoko.
- Skorja in zgornji del plašča tvorita **litosfero**.
- Pod njo je zgornji del plašča **astenosfera**,
 - napol tekoča gnota do okoli 350 km globoko (vir magme, izostatičnih premikov, konvekcijskih tokov).
 - Moho plast leži skoraj v popolnosti znotraj litosfere, edino vzdolž sredoceanskega atlantskega hrpta je na meji.
- Dve popolnoma različni reliefni območji:
 - oceansko območje (po starosti mlada, venomer se obnavljajoča); največja starost 200 mio. let);
 - kontinentalno območje (milijone let izpostavljena eksogenim procesom); nešteti sledovi preteklosti, od kamnin, fosilov do reliefnih oblik.

Atmosfera- plasti



Dinamična Zemlja – ploščna tektonika

- Litosfera razdeljena na kakšnih 25 večjih in manjših segmentov, ki sestavljajo mozaiku podobno strukturo → tektonske plošče.
- Teorijo "premikov kontinentov" je predlagal A. Wegener leta 1915. Takrat ni bila sprejeta med geofiziki; kaj je vzrok za gibanje?
- V šestdesetih letih teorija obujena z imenom "tektonika plošč".
- Teorija ni popolna, vendar v veliki meri pojasnjuje lastnosti trdne Zemlje.

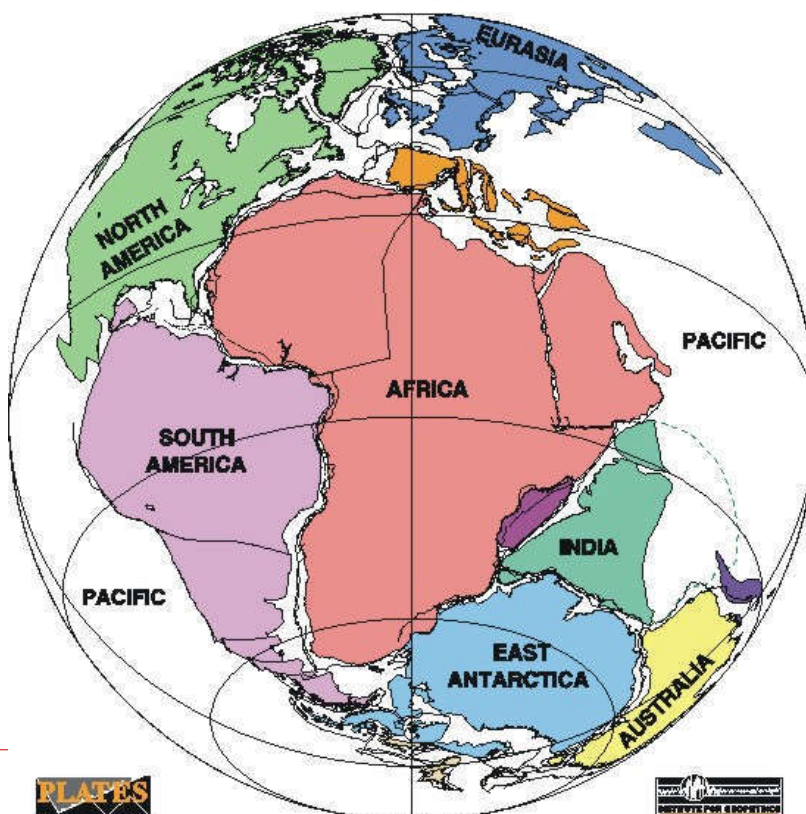


M. Kuhar – FG (Dinamična Zemlja)

Pangea (1)

- Wegenerjeva teorija pravi: vse celine so nastale iz enega prakontinenta "Pangea".
- Kako pojasniti teorijo in obnašanje same Zemlje?

PANGEA

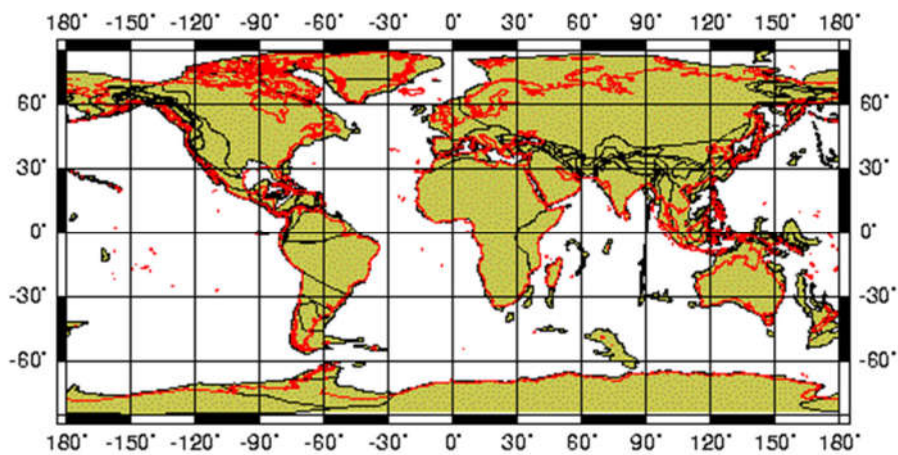


M. Kuhar – FG (Dinamična Zemlja)

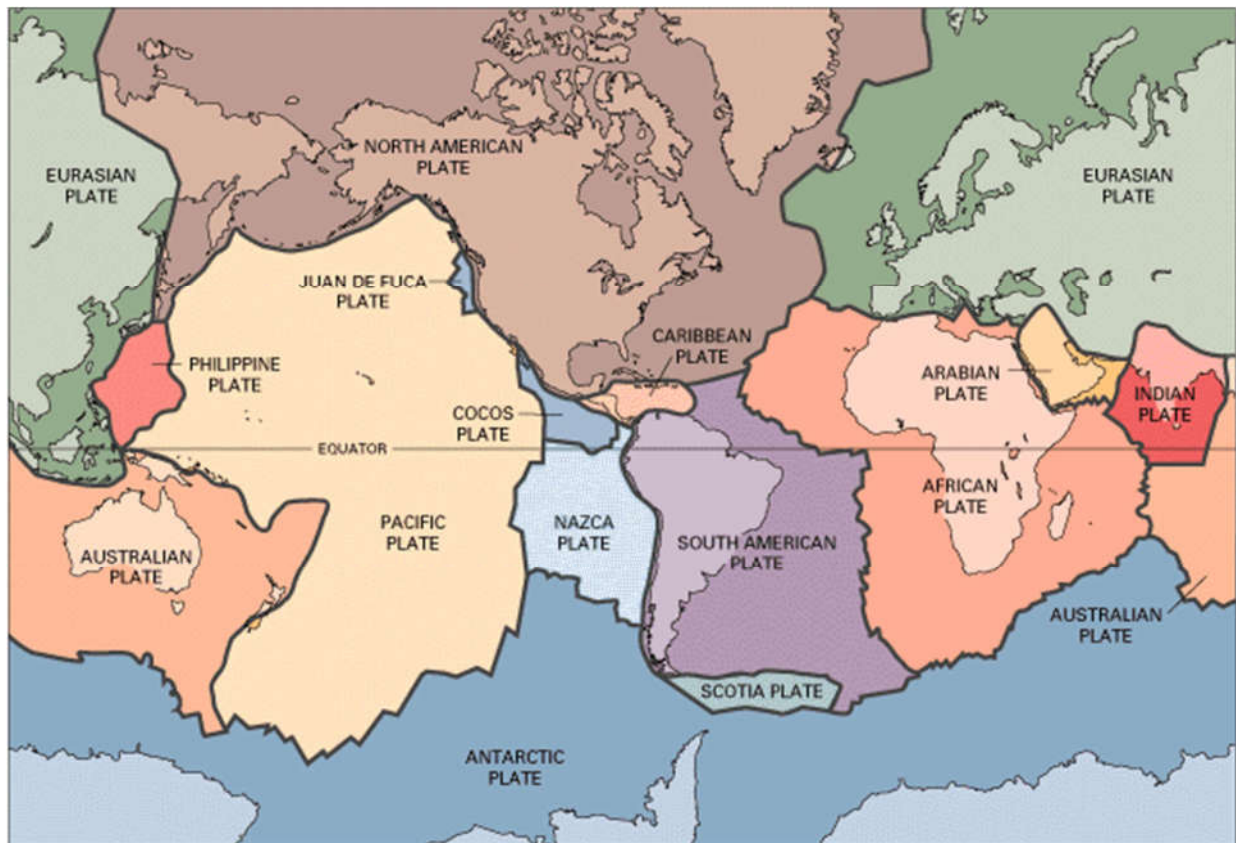
Pangea (2)



Razvoj skozi čas

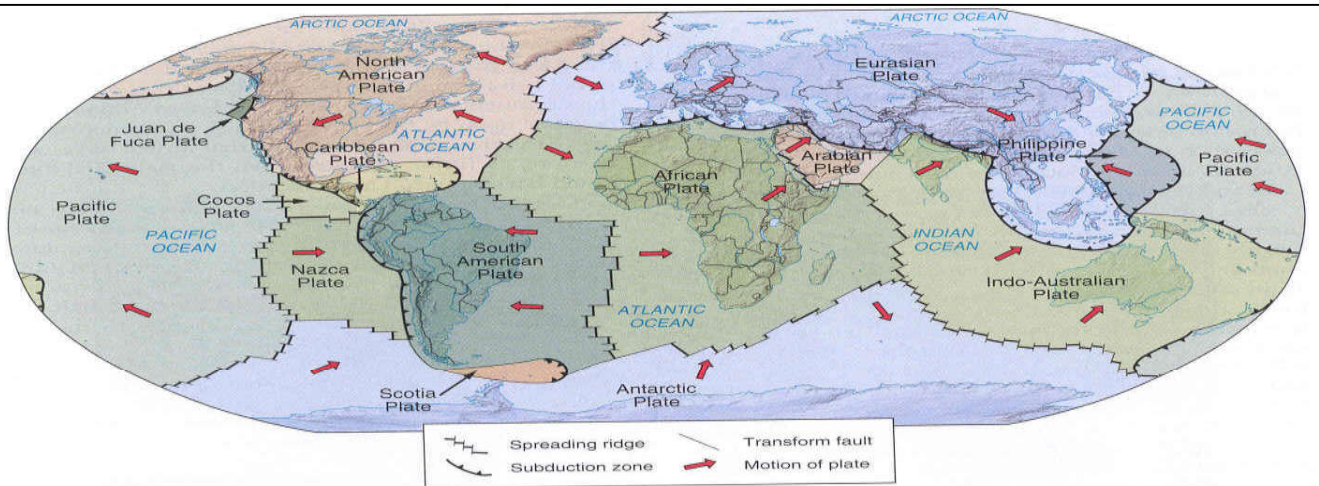


Osnovne tektonske plošče

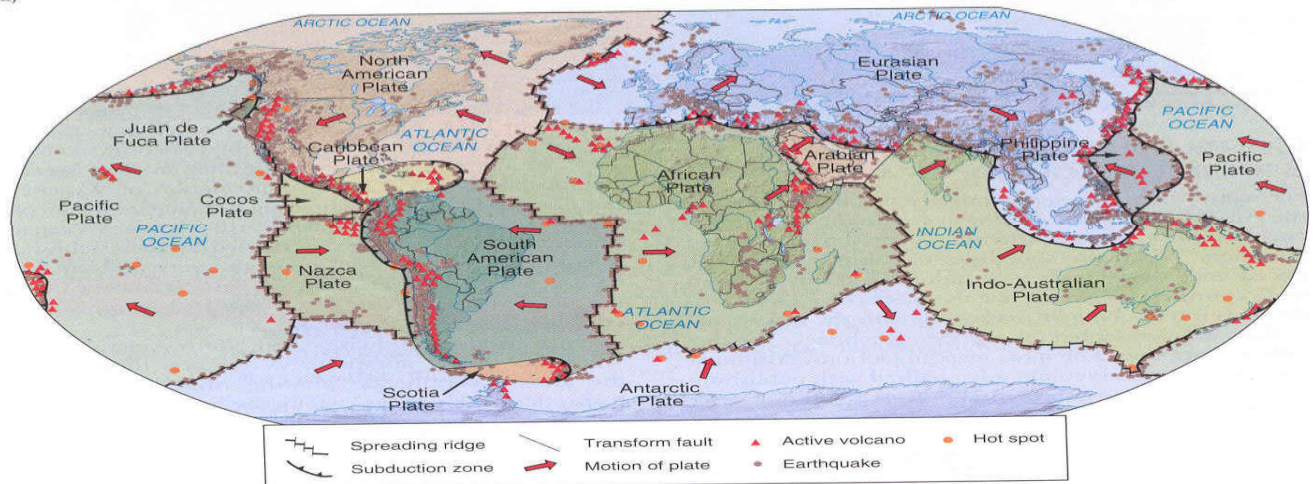


M. Kuhar – FG (Dinamična Zemlja)

15



(a)



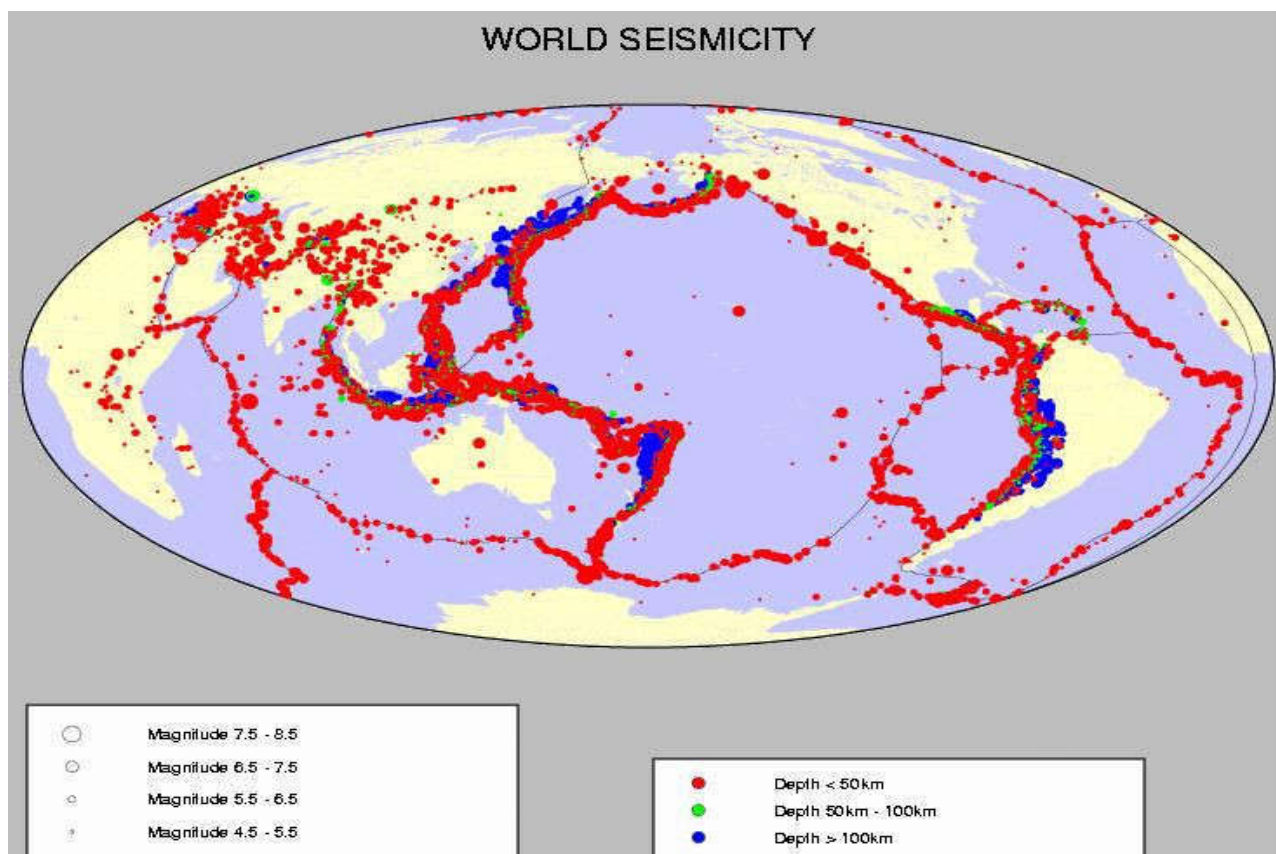
(b)

FIGURE 6.1 (a) A world map of the lithosphere plates. The boundaries are defined by subduction zones, by spreading ridges, or by transform faults. (b) The same map showing hot spots, active volcanoes, and areas of abundant seismic activity. (Submarine volcanoes are not shown here.)

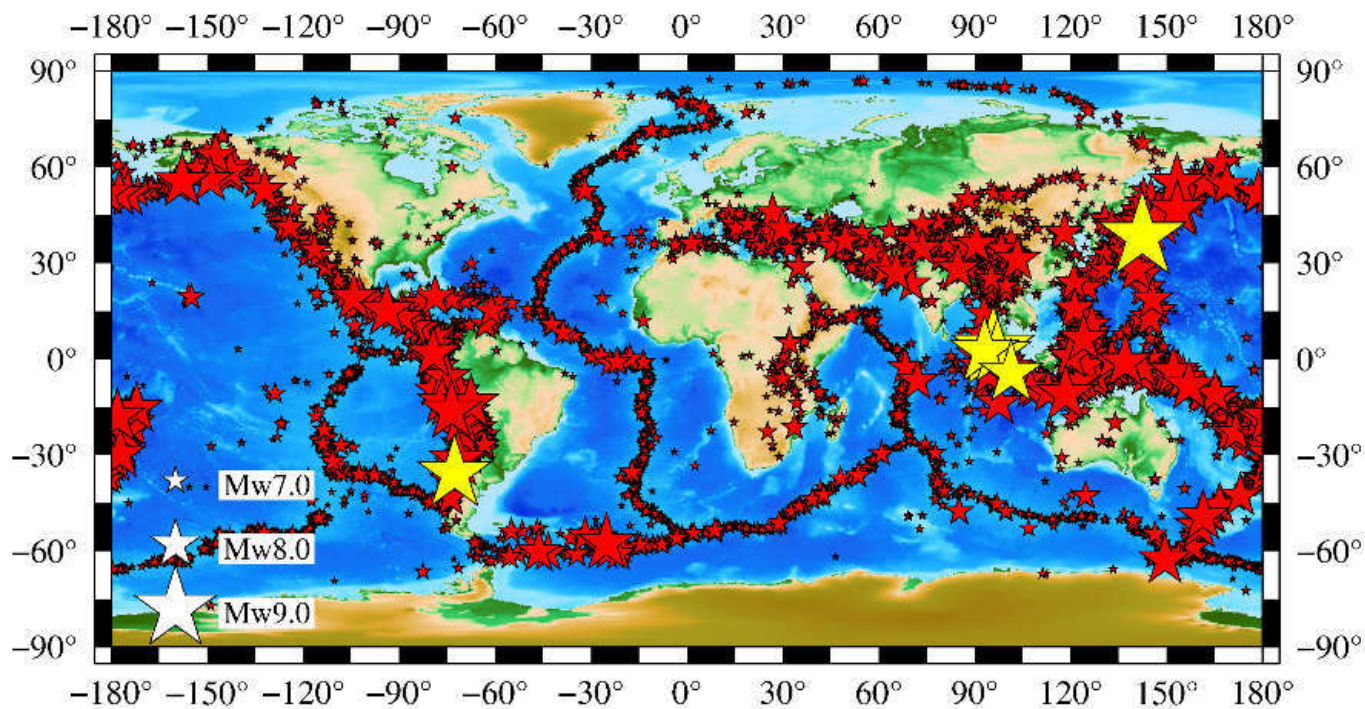
Osnovne značilnosti dinamične Zemlje

- Opazovanja – značilnosti, ki kažejo na tektoniko plošč:
- Topografija:
 - gorske verige, ravnice, oceani (dno)...
- Mešanica starih in mladih kamnin (fosili).
- Aktivni dinamični procesi na Zemlji:
 - seizmičnost (katalogi potresov),
 - vulkani (več kot 500 aktivnih vulkanov, ki so izbruhnili enkrat v času pisane zgodovine).

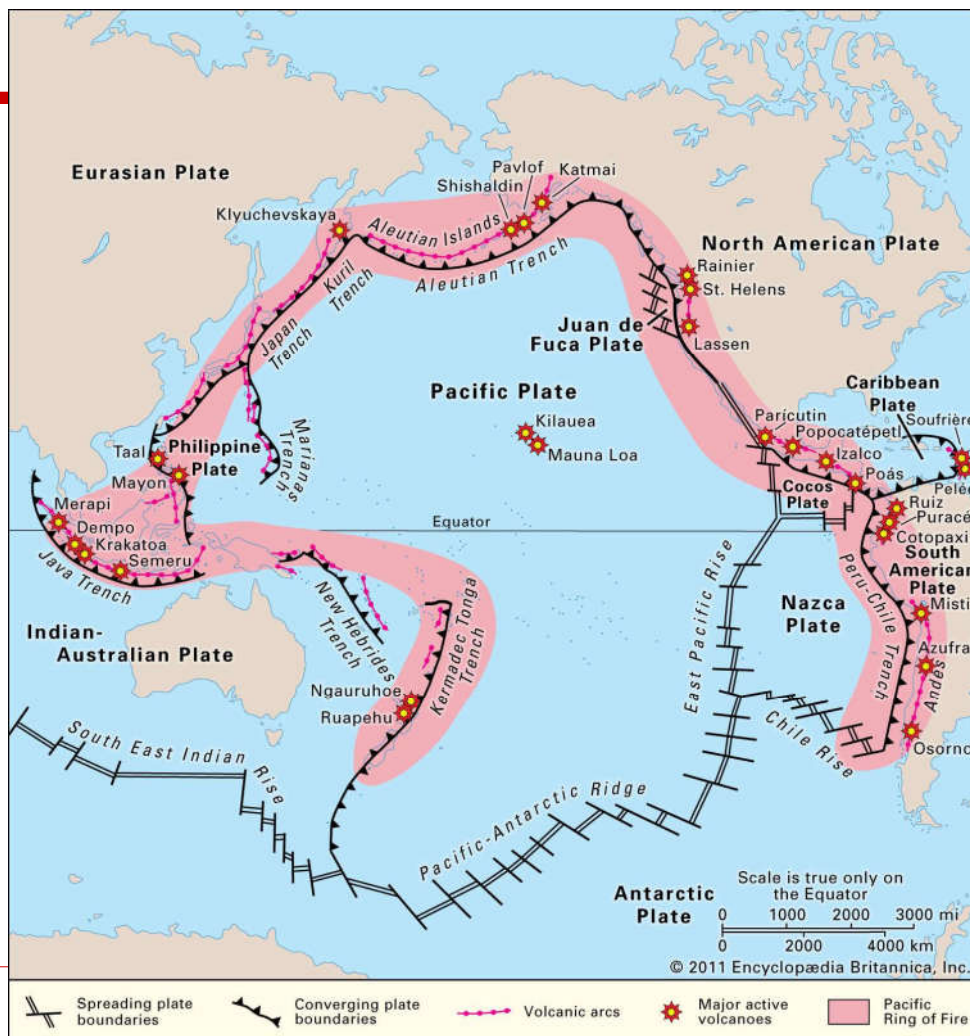
Seizmična aktivnost po svetu (katalog potresov)



Seizmična aktivnost po svetu (katalog potresov)

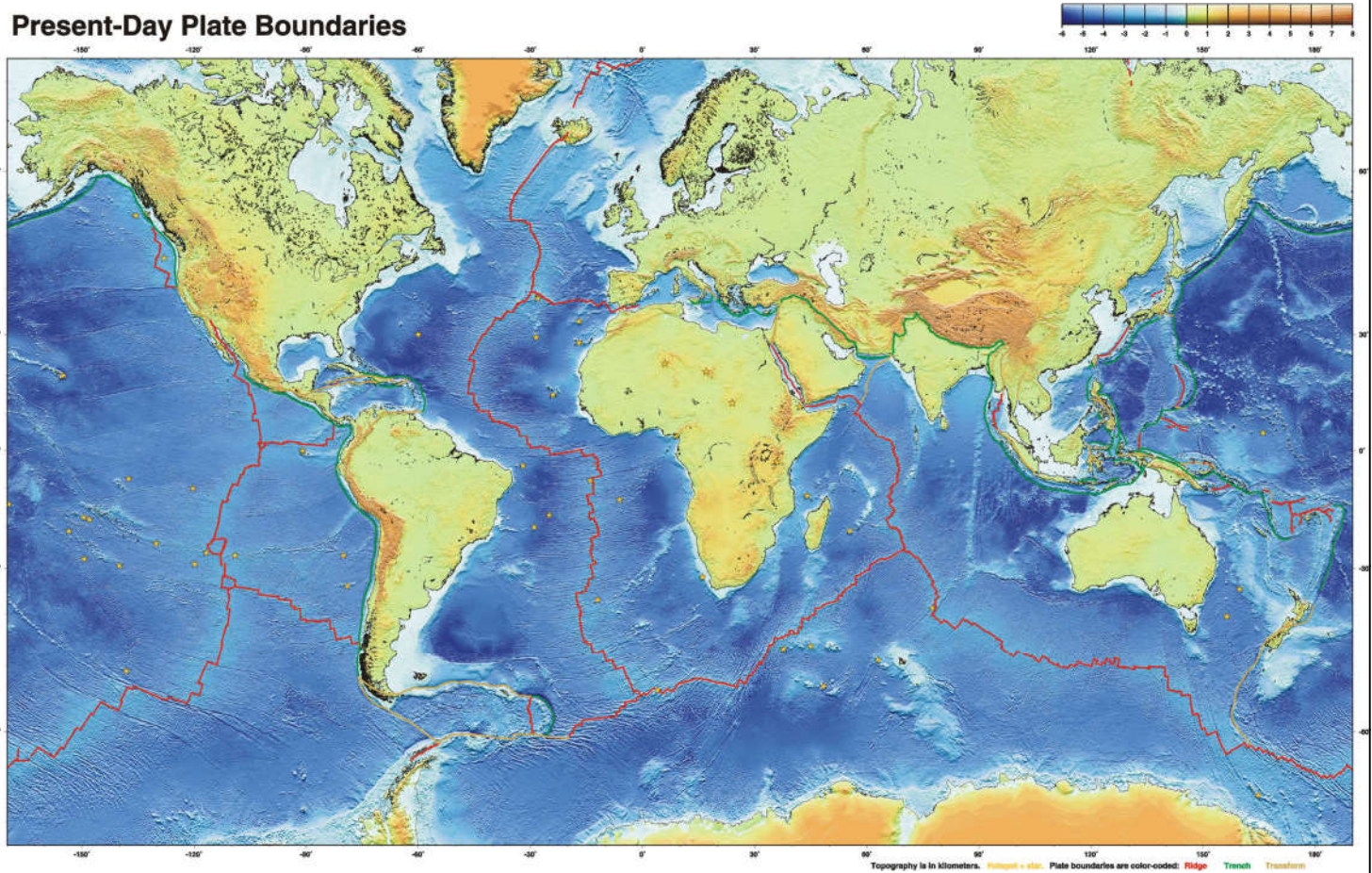


"Ring of fire": prstan aktivnih vulkanov in mej med ploščami



Topografija in batimetrija Zemlje

Present-Day Plate Boundaries



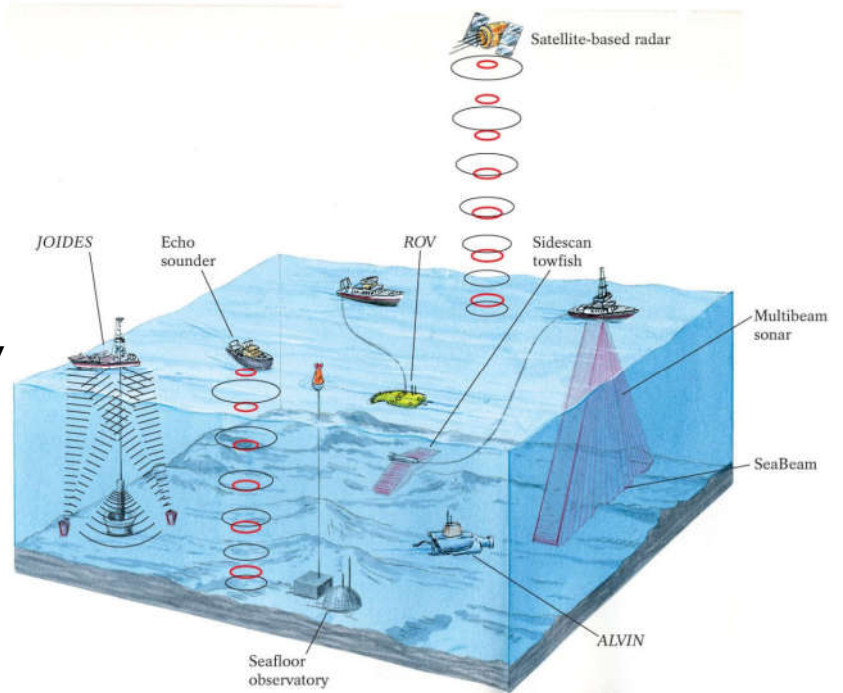
M. Kuhar – FG (Dinamična Zemlja)

21

Narava oceanskega dna

Raziskave morskega dna:

- sonarske meritve,
- seizmične meritve,
- vrtanje,
- fotografiranje morskega dna,
- satelitski posnetki



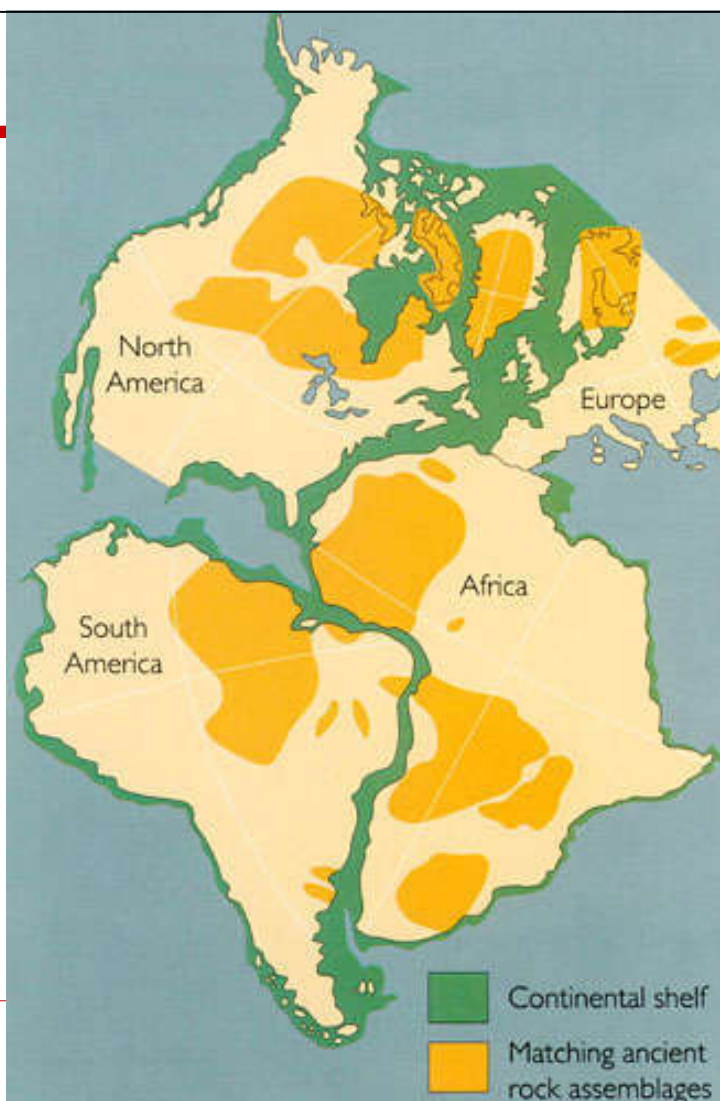
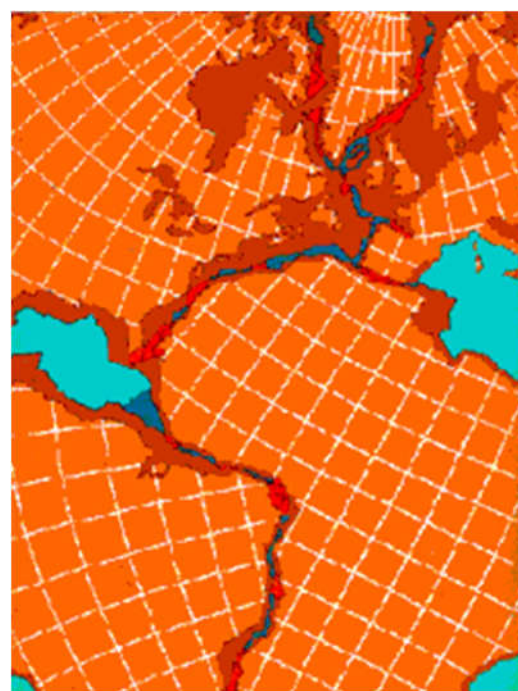
Copyright © 2007 Pearson Prentice Hall, Inc.

M. Kuhar – FG (Dinamična Zemlja)

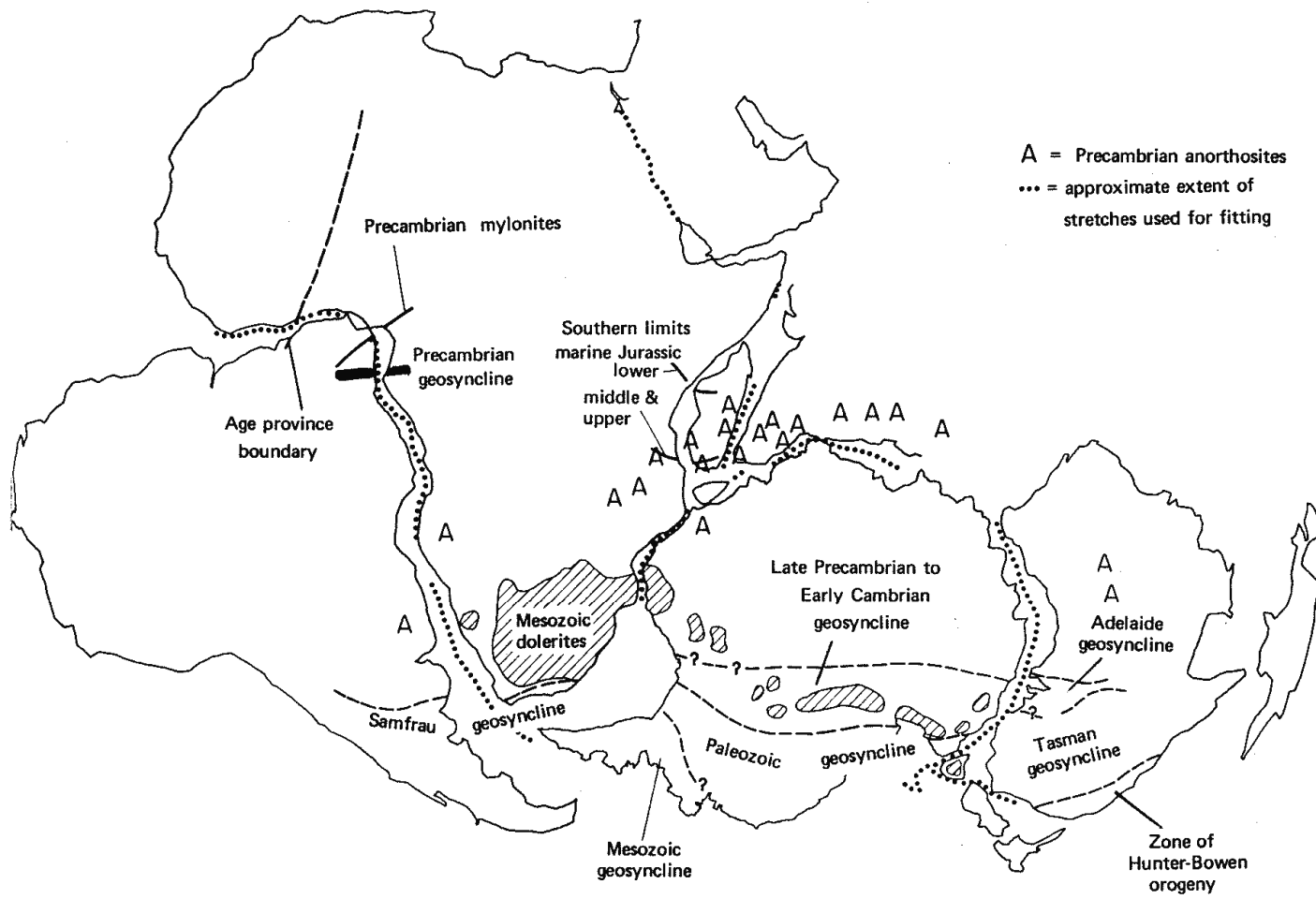
22

Ploščna tektonika – dokazi (1)

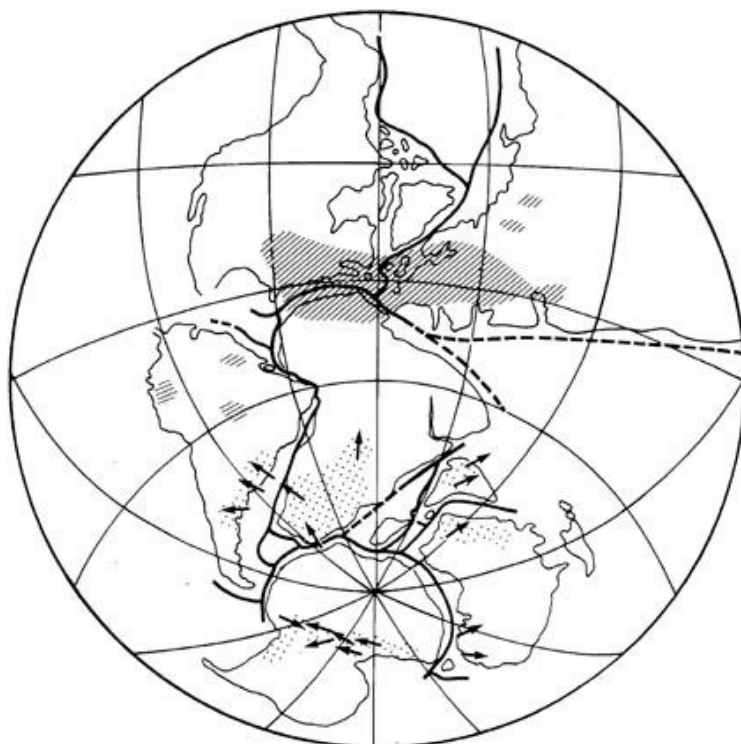
- Geometrijska skladnost obal zahodne Afrike in Južne Amerike.





Kontinenti na južni celini



Paleoklimatološki dokazi premikov plošč (kontinentov)



-  Areas of tropical coal forests at 300 Ma which some 50 Ma later became vast hot deserts
-  Areas of glaciation between 300 and 250 Ma with arrows indicating known directions of ice movement

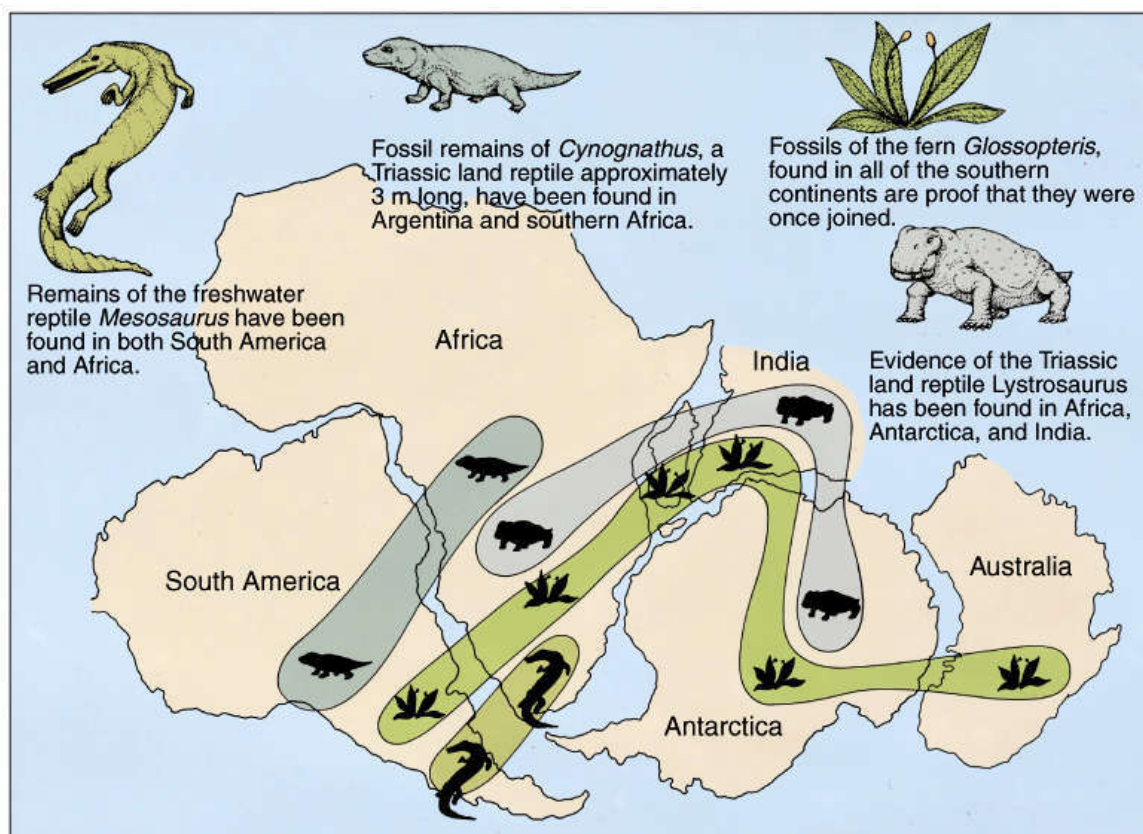
Ploščna tektonika – dokazi

- Kraji, ki so sedaj v toplim pasu, kažejo ostanke poledenitve v preteklosti.
- Poledenitev v poznem Paleozoiku.



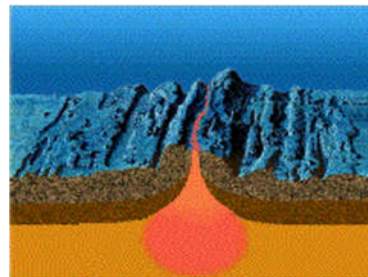
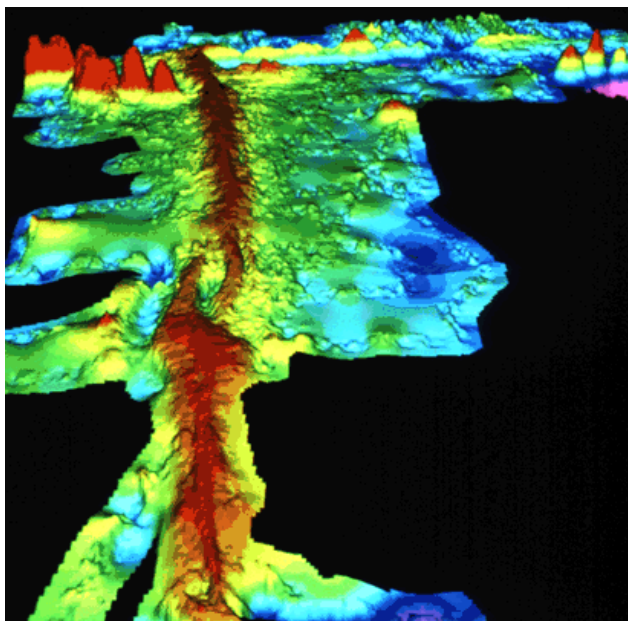
□ Glaciated area.
Arrows indicate the direction of glacial movement based on striations preserved in bedrock.

Ploščna tektonika – dokazi



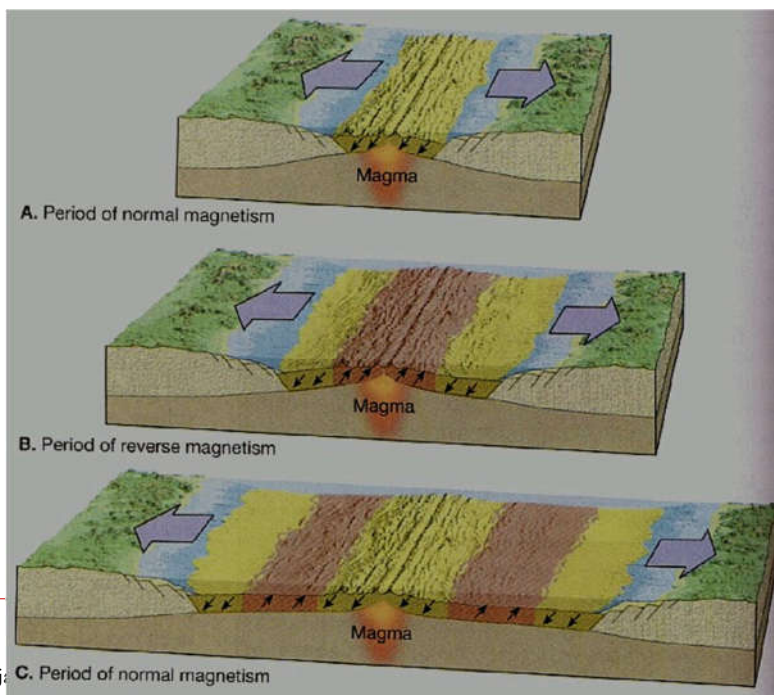
Ploščna tektonika – dokazi

- Sredoceanski atlantski hrbet → razširjanje morskega dna ("seafloor spreading").

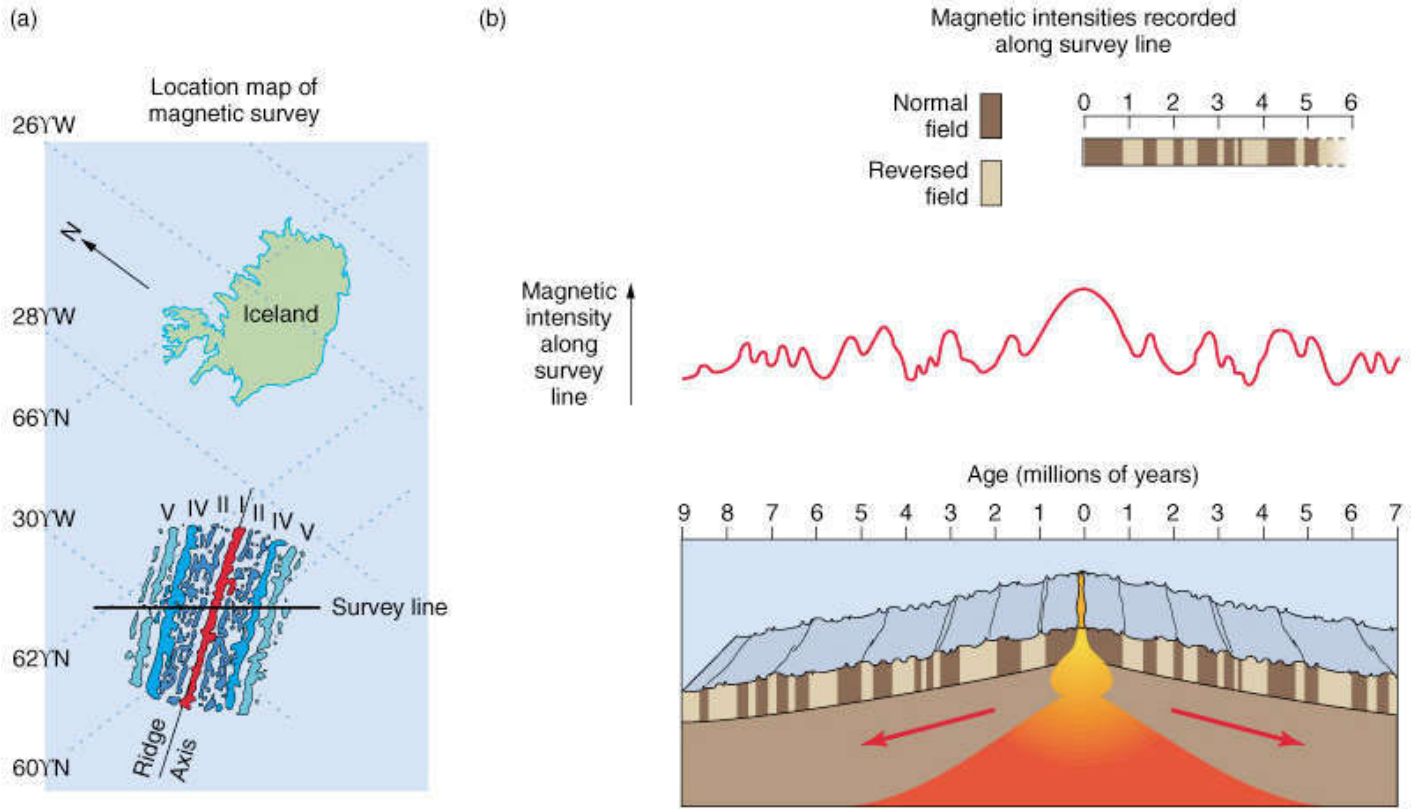


Ploščna tektonika – dokazi

- Zemljin magnetizem - v zgodovini je večkrat prihajalo do obračanja Zemljinih magnetnih polov. V kamninah se je obdržala takratna polariteta. Pri magnetnih meritvah se pojav odraža v obliki magnetnih trakov ("magnetic stripes") → izmenične plasti s severno in južno polariteto.

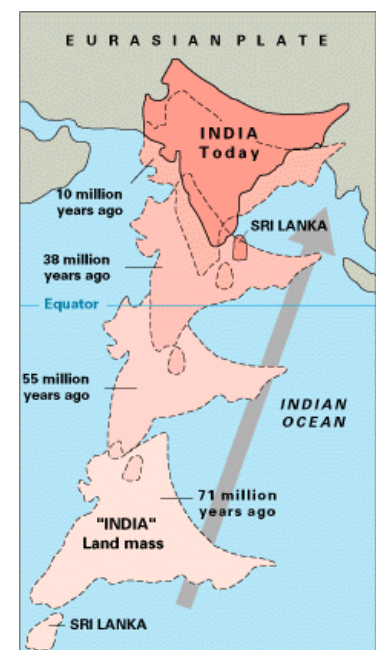
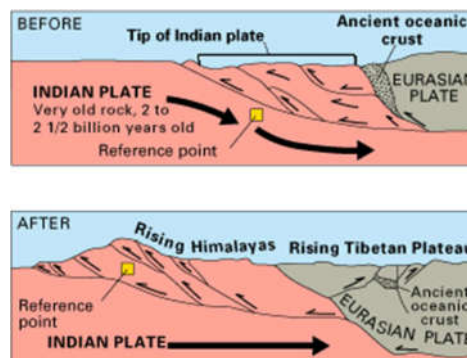


Ploščna tektonika – dokazi - magnetna izmera

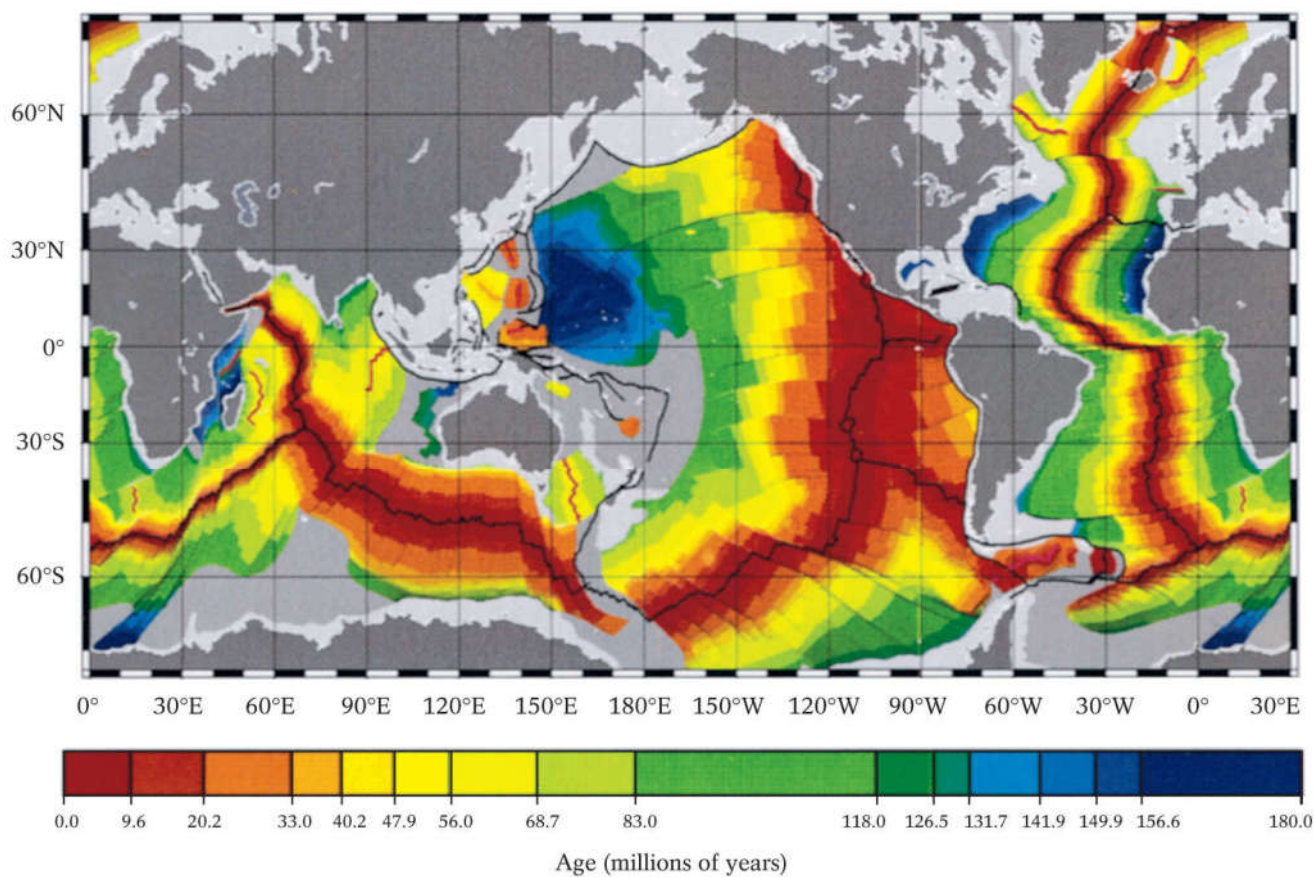


Ploščna tektonika – dokazi

- Procesi na meji med ploščami.



Starost oceanskega dna (1)

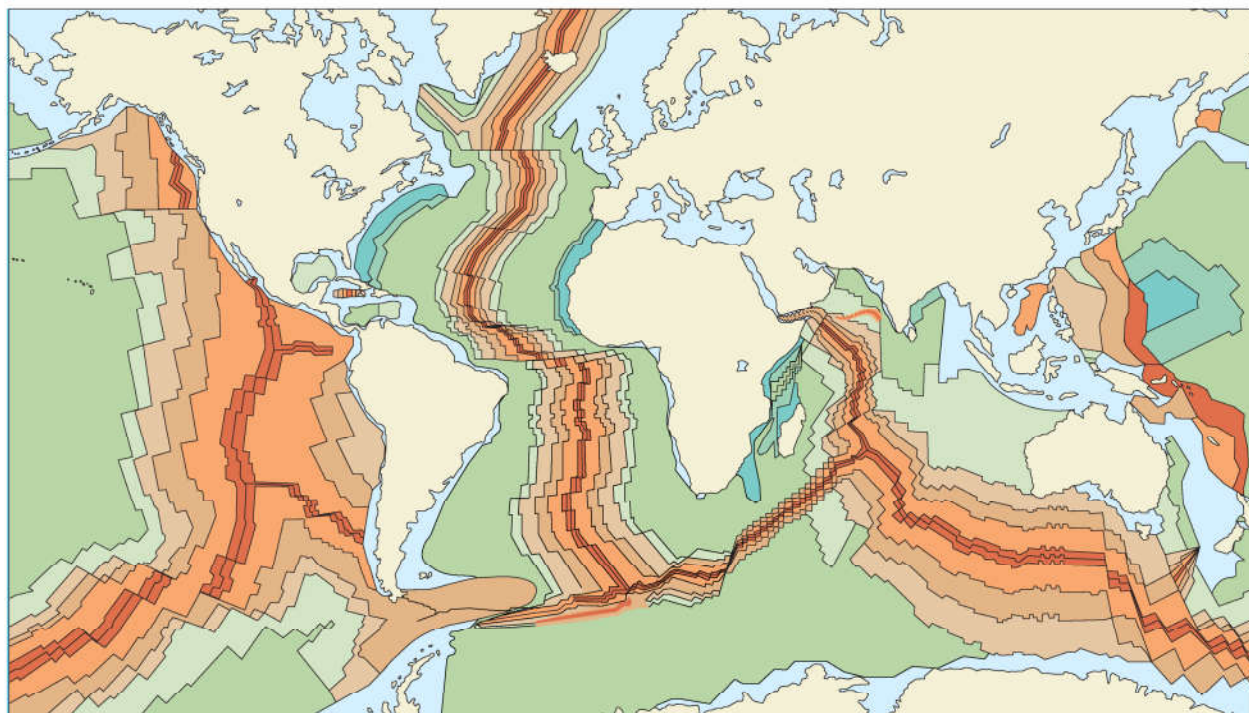


M. K

Copyright © 2007 Pearson Prentice Hall, Inc.

33

Starost oceanskega dna (2)



- Holocene to Pliocene (0–5 MY)
- Miocene (5–23 MY)
- Oligocene (23–35 MY)
- Eocene (35–56 MY)

- Paleocene (56–65 MY)
- Cretaceous (65–146 MY)
- Late Jurassic (146–157 MY)
- Middle Jurassic (157–178 MY)

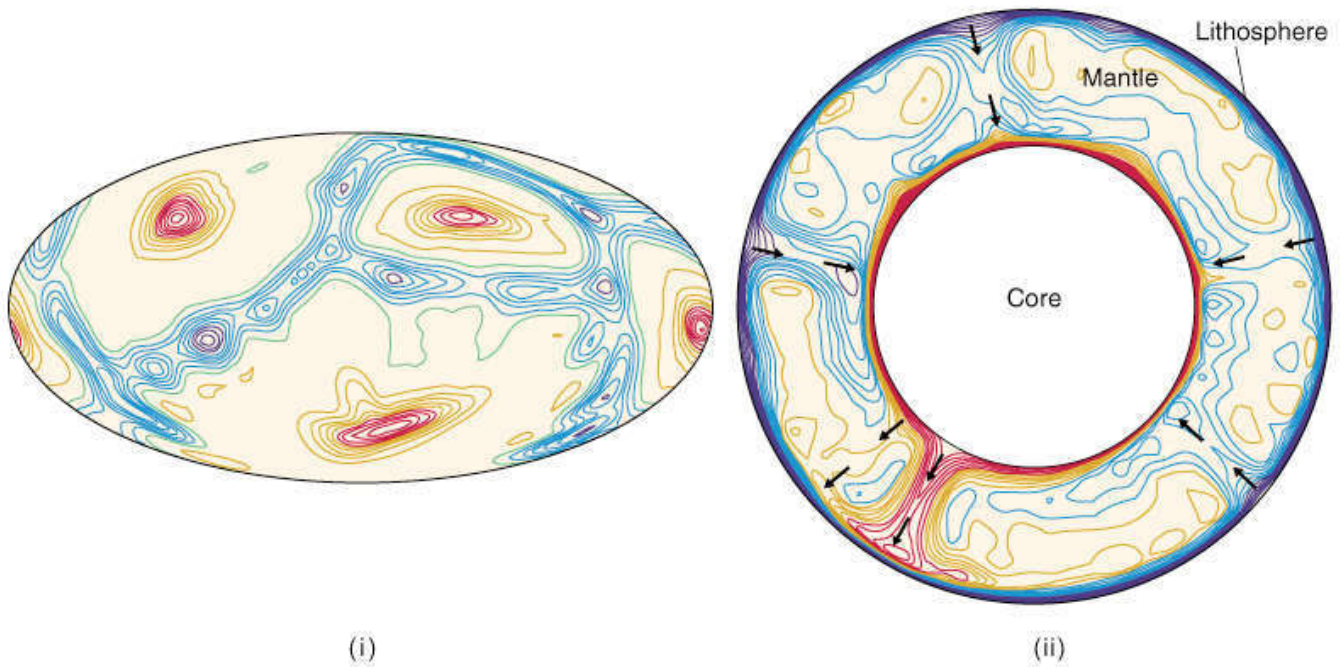
FIGURE 17.11 Ages of the rocks on the seafloor are symmetrical with respect to the oceanic ridge. By correlating magnetic reversals with the age of rocks found on the continents, we can estimate the age of the seafloor. The youngest crust is along the crest of the ridge. Away from the ridge, the crust is progressively older. The oldest oceanic crust is found in the Pacific Ocean and is less than 200 million years old.

M. Kunar – rG (Dinamična zemlja)

34

Zakaj se plošče premikajo?

- Konvekcija (prevajanje toplote) med plastmi znotraj plašča.

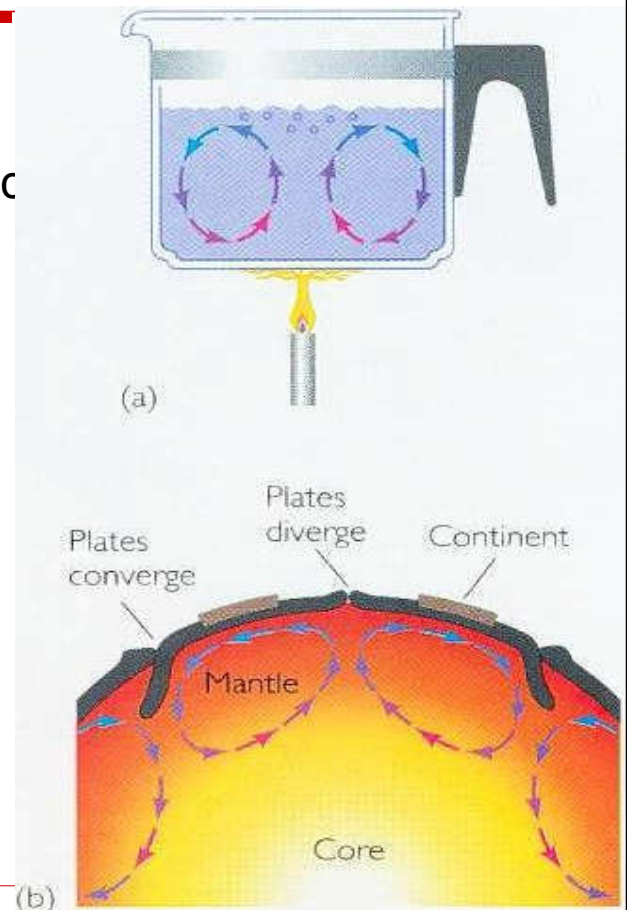


M. Kuhar – FG (Dinamična Zemlja)

35

Konvekcija

- Mehanizem:
 - segrevanje od spodaj in ohlajanje c
 - termično raztezanje \Rightarrow vzgon.
 - Tople kamnine se dvigujejo,
 - ohlajajo se na površju ter,
 - se pogrezajo kot hladne navzdol.



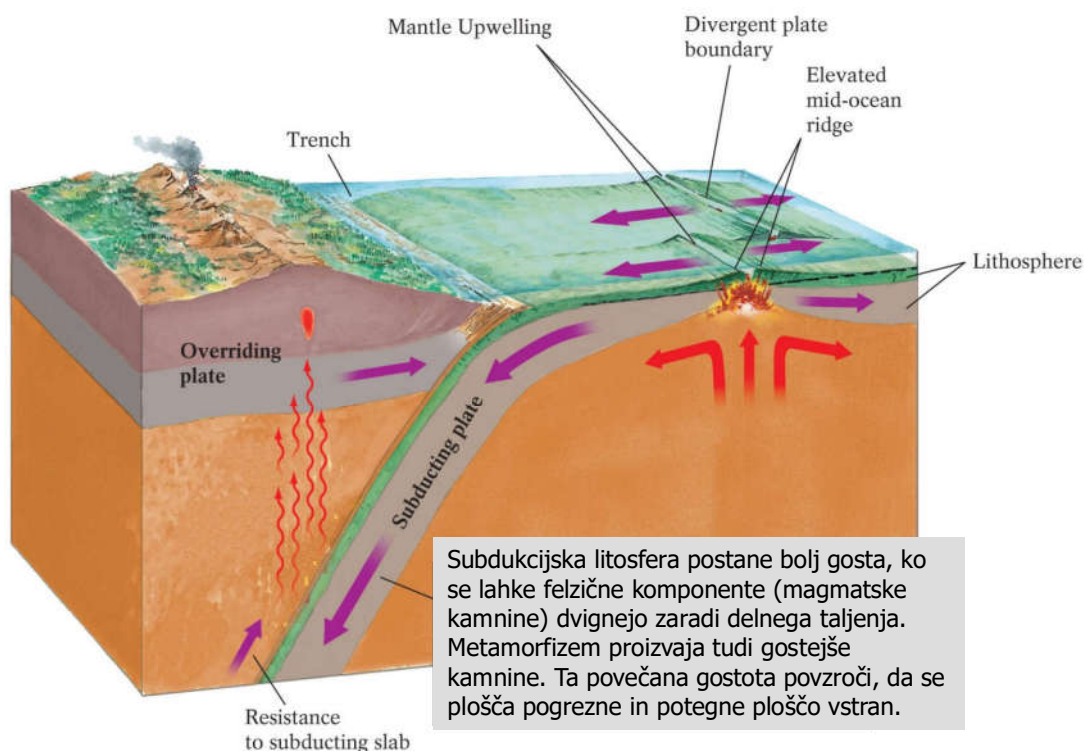
M. Kuhar – FG (Dinamična Zemlja)

36

Premikanje plošč

- Plošče se premikajo po vroči astenosferi, ki je del plašča in sega do globine približno 400 km. Astenosfero sestavljajo kamnine, ki so segrete skoraj do svojega tališča, tako da je astenosfera deloma v plastičnem deloma v tekočem stanju, kar omogoča premikanje plošč nad njo.
- Litosfera nastaja na srednjeoceanskih hrbtih, nato potuje po Zemlji ter na koncu v coni subdukcije potone v vročo astenosfero, kjer se raztopi in se tako reciklira.

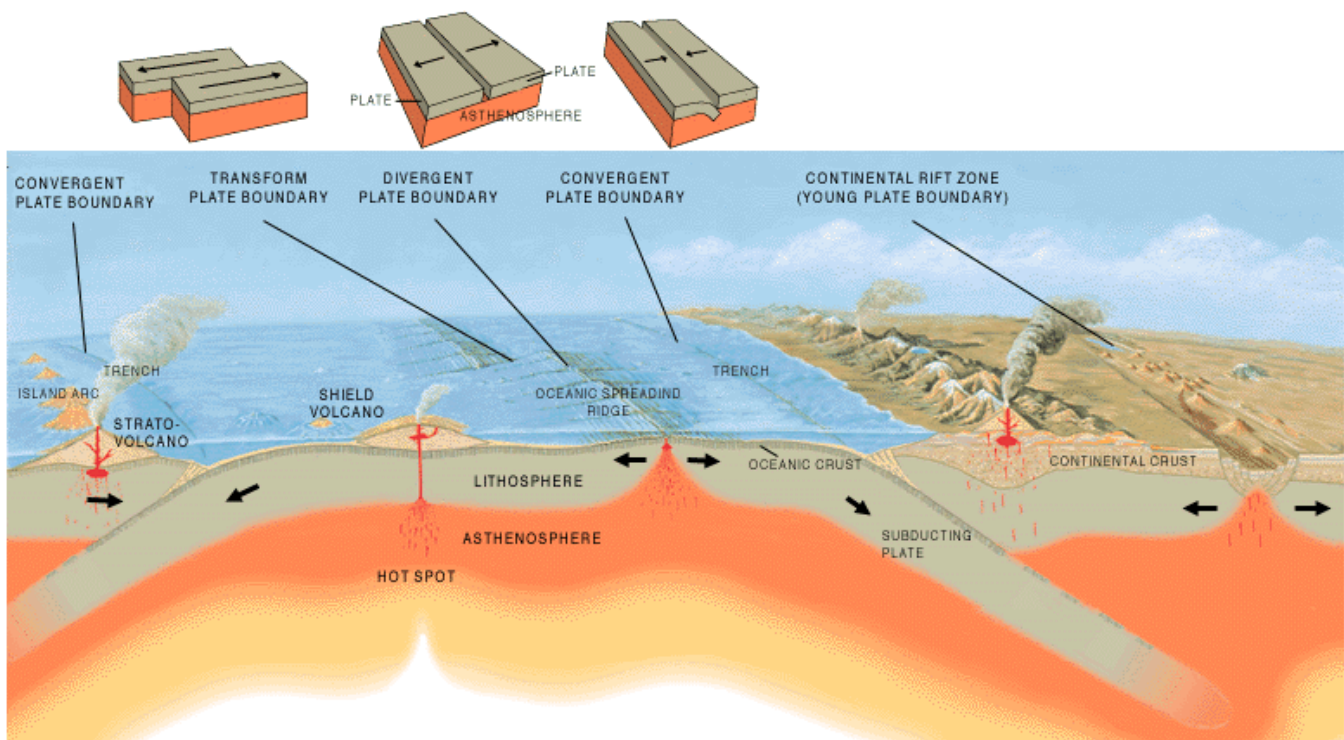
Sile, ki povzročajo premike plošč



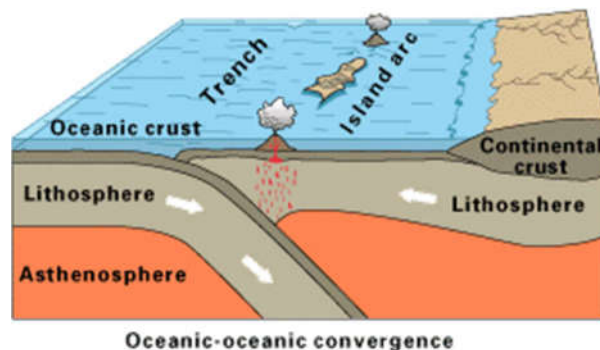
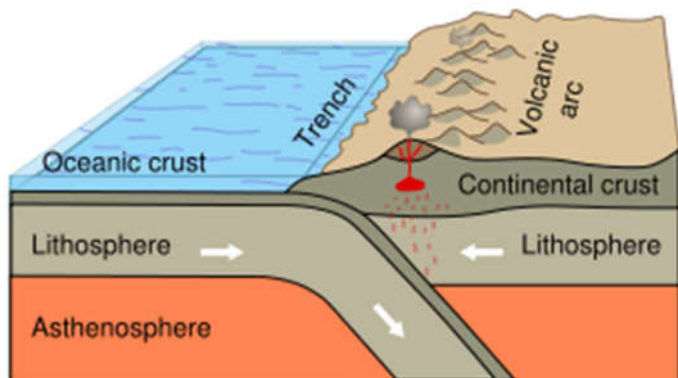
Meje (stiki) med ploščami

- Plošče se medsebojno premikajo mirno in zvezno. Tri vrste mej med ploščami:
- divergentne:
 - plošče se razmikajo (sredoceanski hrbti, Islandija, Kalifornijski zaliv, vzhodno afriška razpoka);
- transformne:
 - dve plošči se premikata ena ob drugi (prelom Sv. Andreja, Mrtvo morje, Turčija);
- konvergentne:
 - plošči se stikata in ena podriva drugo (lahko oceanska pod kontinentalno (zahodna stran J. Amerike), ali dve kontinentalni (afriška in evrazijska plošča v Sredozemlju).
- Z vidika geološkega časa so premiki litosferskih plošč izjemno hitri (do več kot 10 cm/leto).

Meje med ploščami



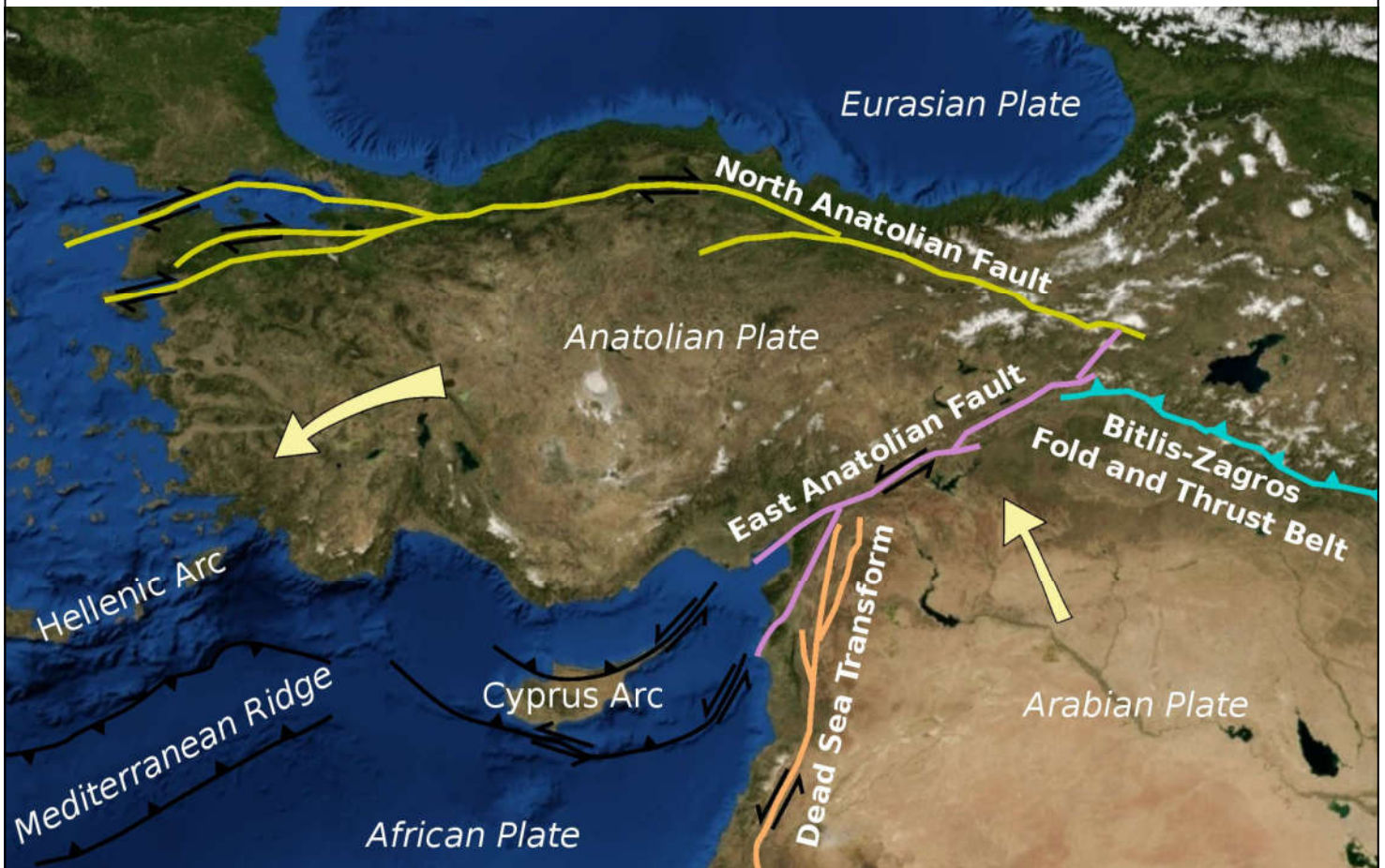
Meje med ploščami



Stiki med ploščami

- Pri premikanju oceanskih plošč nastanejo različni stiki in z njimi povezane oblike:
 - Na območju podrivanja oceanske pod kontinentalno ploščo nastanejo globokomorski jarki in nova gorstva.
 - Na stiku dveh kontinentalnih plošč lahko nastane nagubano gorstvo (npr. alpsko-himalajski pas mlado nagubanih gorstev).

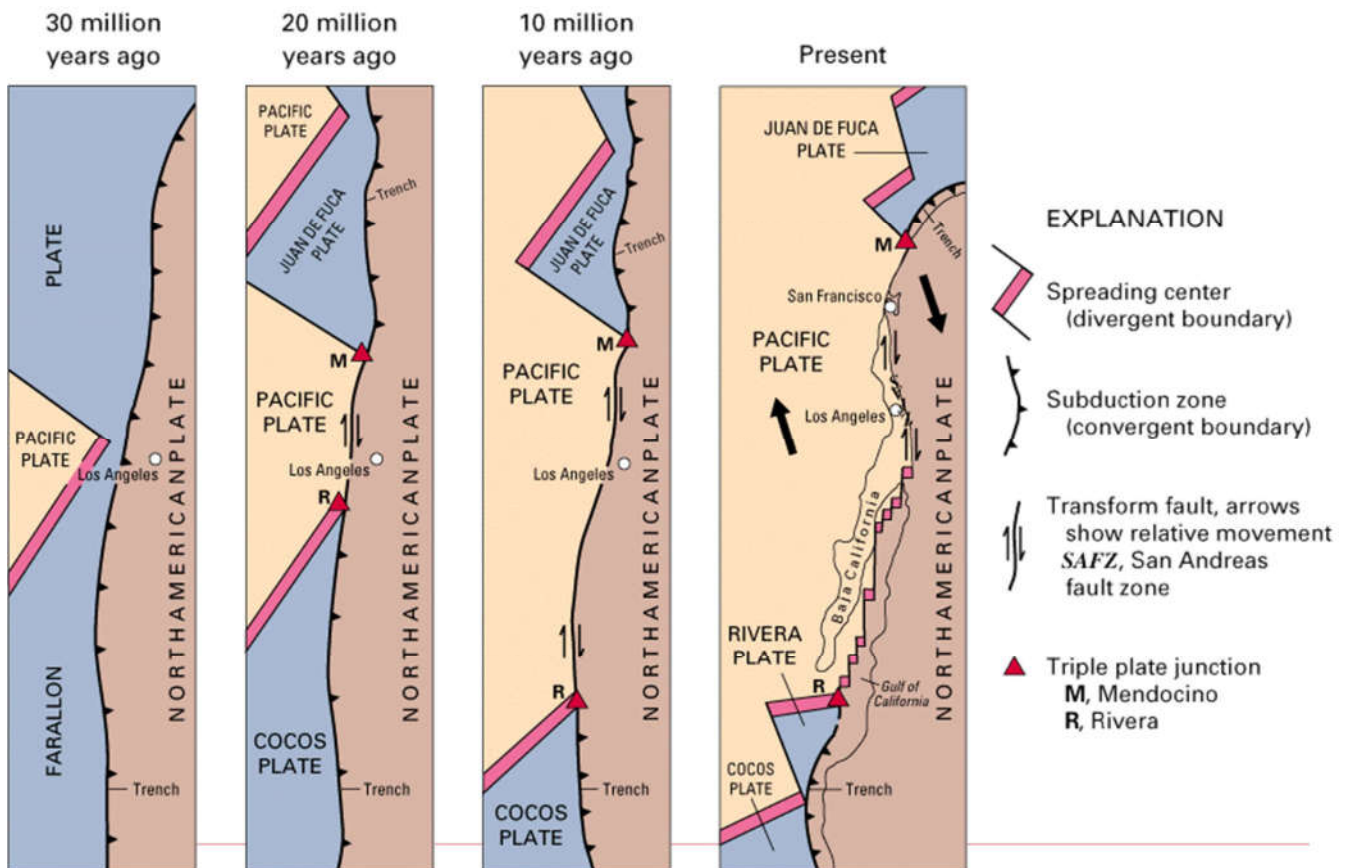
Meje med ploščami (Turčija)



M. Kuhar – FG (Dinamična Zemlja)

43

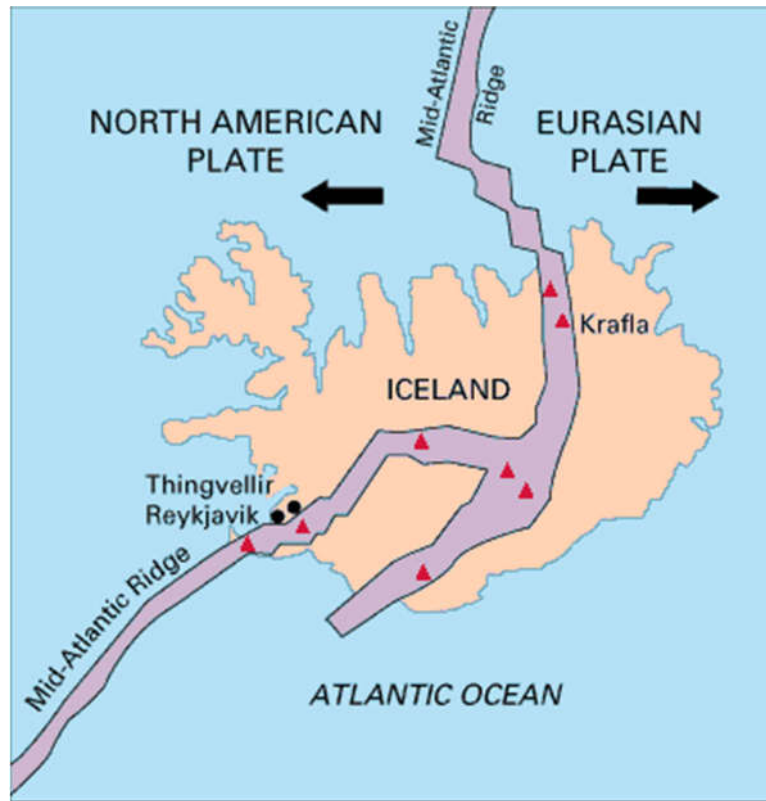
Primer meje med ploščami (1)



M. Kuhar – FG (Dinamična Zemlja)

44

Primer meje med ploščami - Islandija (1)

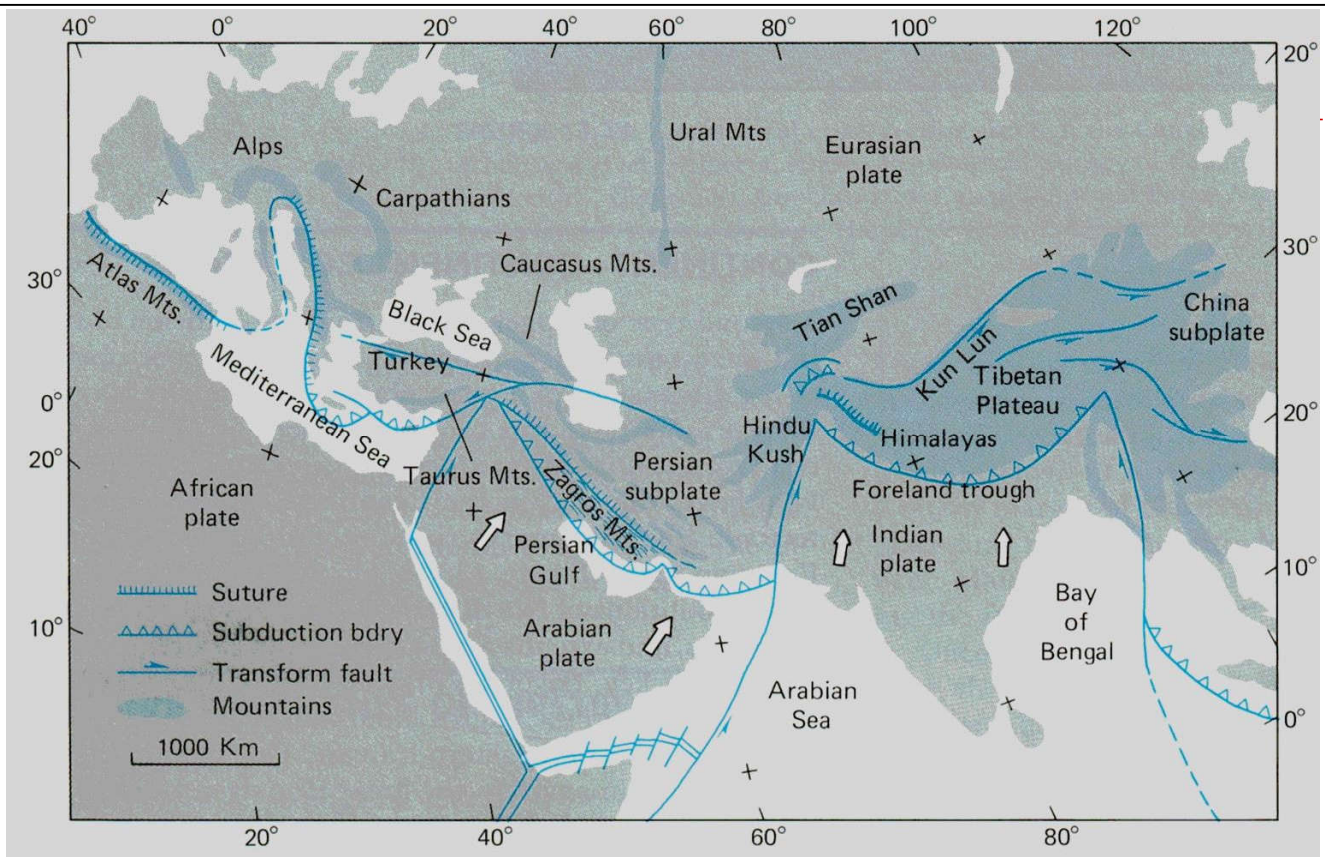


Primer meje med ploščami - Islandija (2)



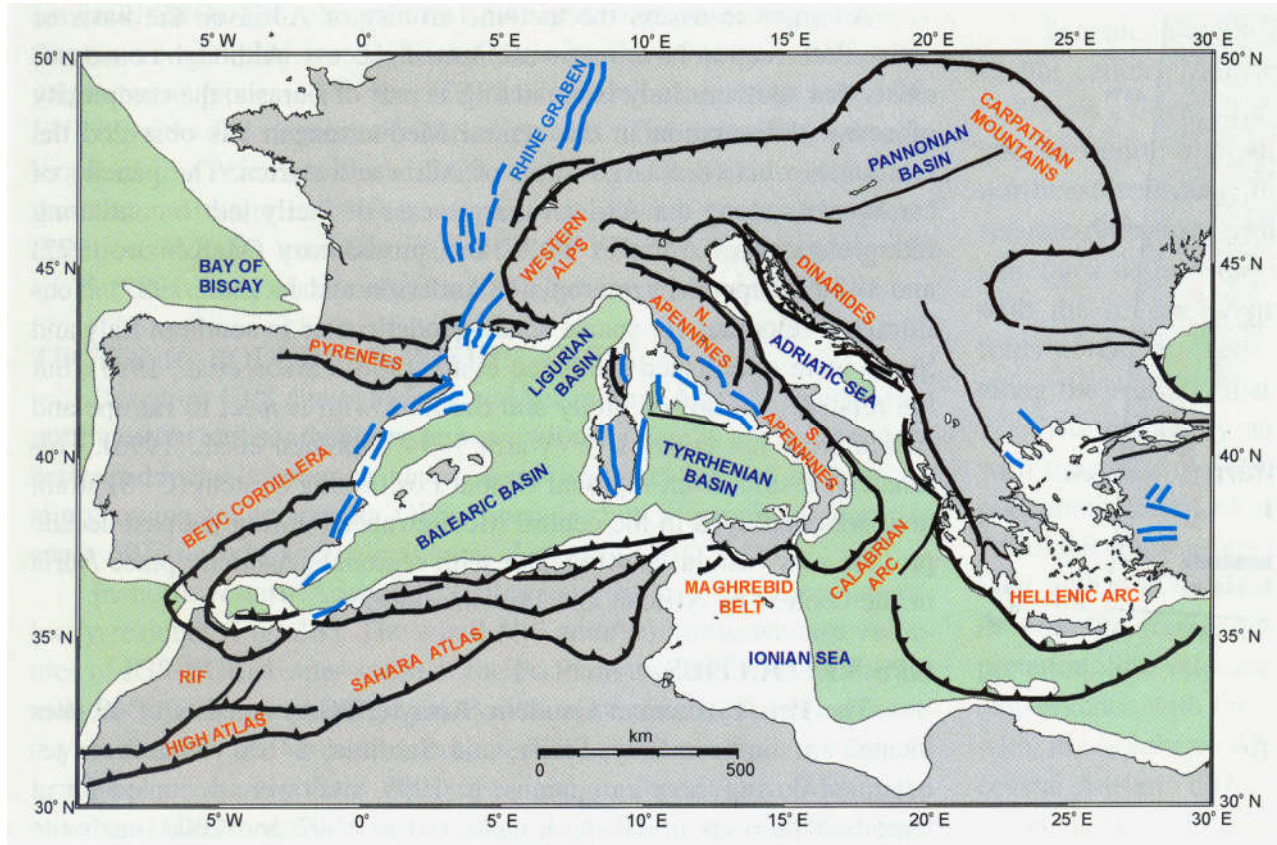


Thingvellir

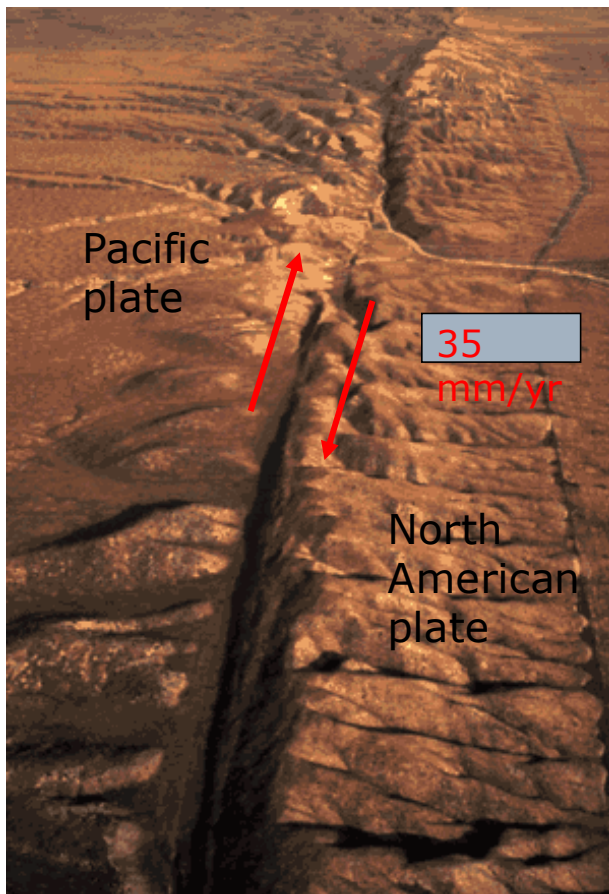


S tektoniko plošč je možno lepo razložiti geološko zgradbo in makrooblike na južnem robu Evrazijske plošče, predvsem dolg niz mlado nagubanih gorstev, ki nastaja že ves kenozoik (3 plošče – 3 segmenti gorstev).

Regionalna tektonika Mediterana



Medsebojno gibanje plošč



North American plate \longleftrightarrow Eurasian plate
20 mm/yr



Islandija

Prelom Sv. Andreja