

Astrobiologija Ultrakratka istorija Zemlje

2012

14. 9. 2012.

Prva nastanjiva planeta

- Istorija Zemlje se **ne može** razdvojiti od istorije biosfere
- Zašto je Zemlja nastanjiva?
- Zašto Zemlja danas izgleda ovako?



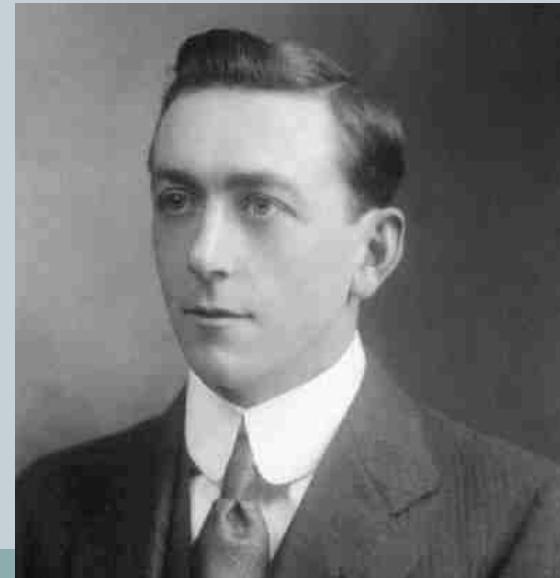
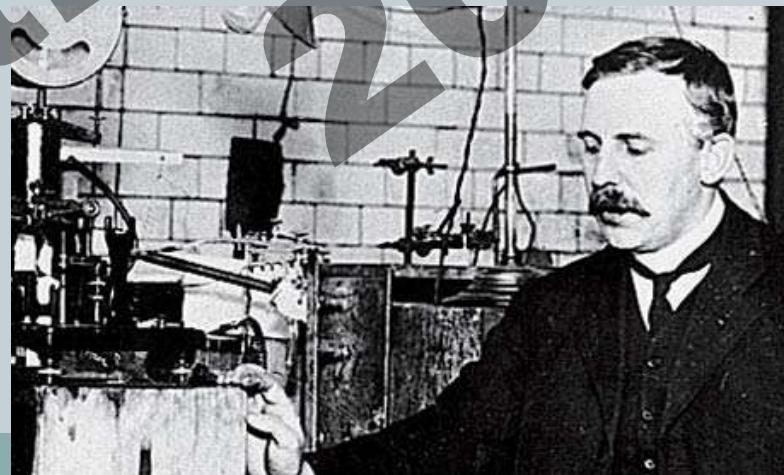
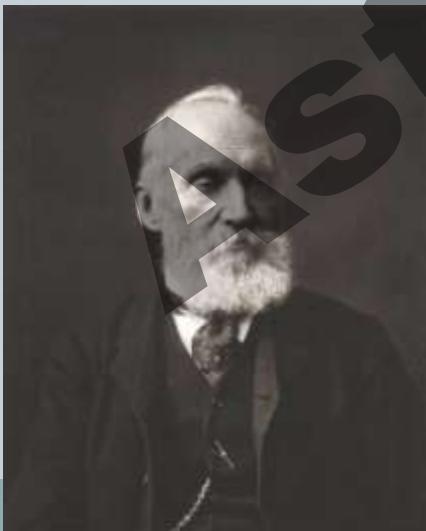
Šta je bitno?



- Kondenzacija Zemlje (-4540 ± 50 Ma)
- Nastanak Meseca (-4527 ± 10 ili -4480 ± 20 Ma)
- Kasno teško bombardovanje ($-[4100-3800]$ Ma)
- Biogeneza (-3800 Ma)
- „Snežna grudva“ (-2400, -650, ? Ma)
- Ediakarska fauna ($-[635-542]$ Ma)
- Kambrijska eksplozija (-540 Ma)
- „Velikih šest“ masovnih izumiranja ($-542?$,
 $-443/450?$, $-374?$, -251 , -205 , -65.5 Ma)
- Noogeniza (-2 Ma ???)

Starost Zemlje?

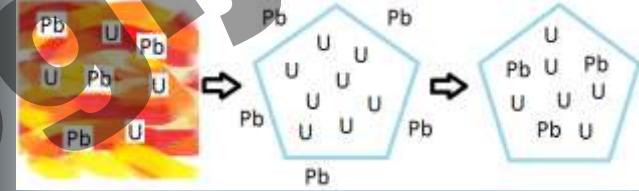
- Bifon (1779): 75 000 god (!)
- Lord Kelvin (1862-1897): 20-40 Ma
- Raderford (1904): „Baš jutros sam utvrdio da je ova pehblenda stara preko 700 Ma!“
- Holms (1913): 1600 Ma
- Patterson (1956): 4500 Ma (Sunčev sistem!)
- + mala poboljšanja...





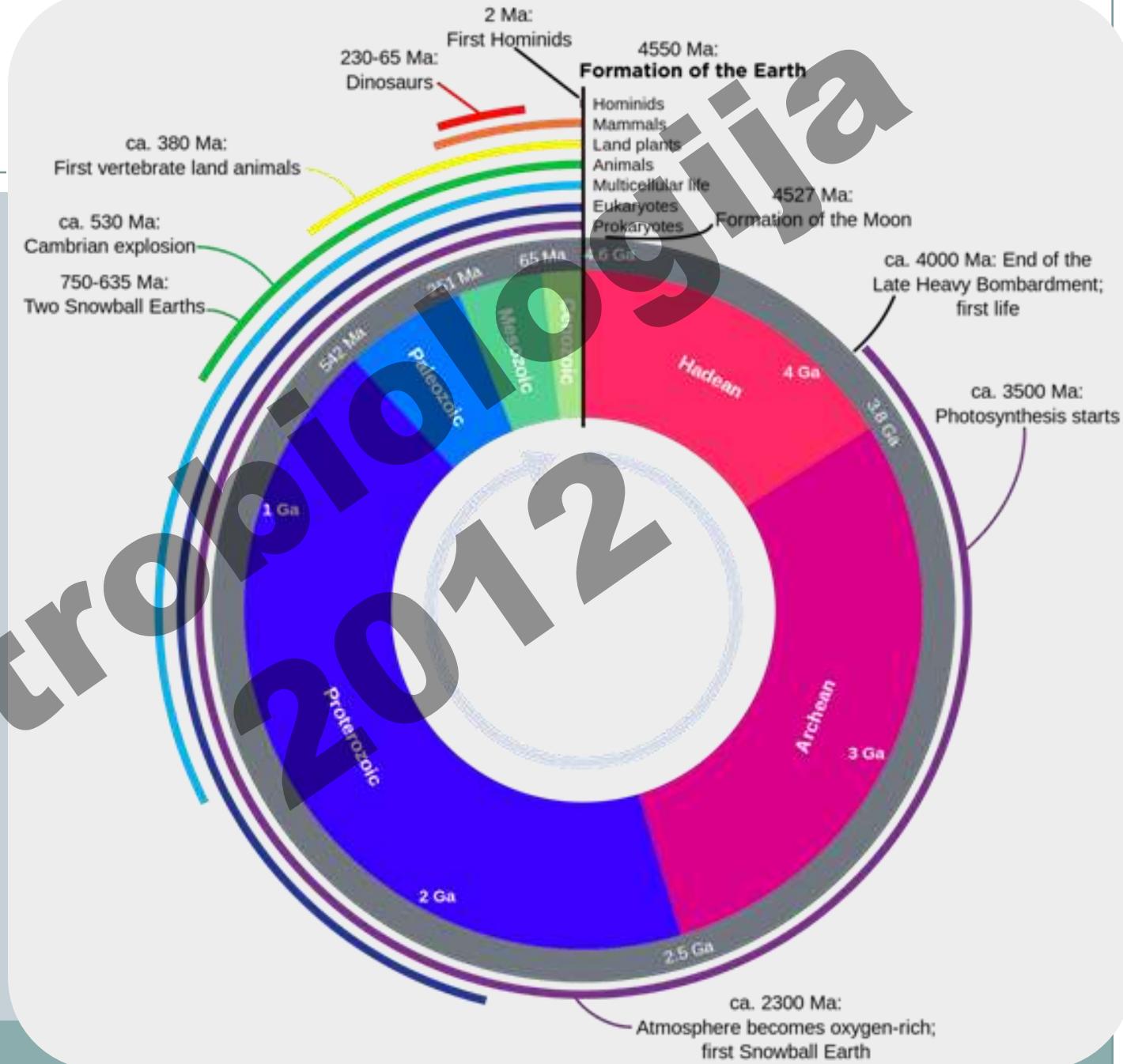
Astrogeologia
2012

Cirkon i U-Pb
metod:



„History matters...“

- „duboko vreme“
- Geološka vremenska skala:
 - supereon
 - eon
 - era
 - period
 - epoha
 - doba

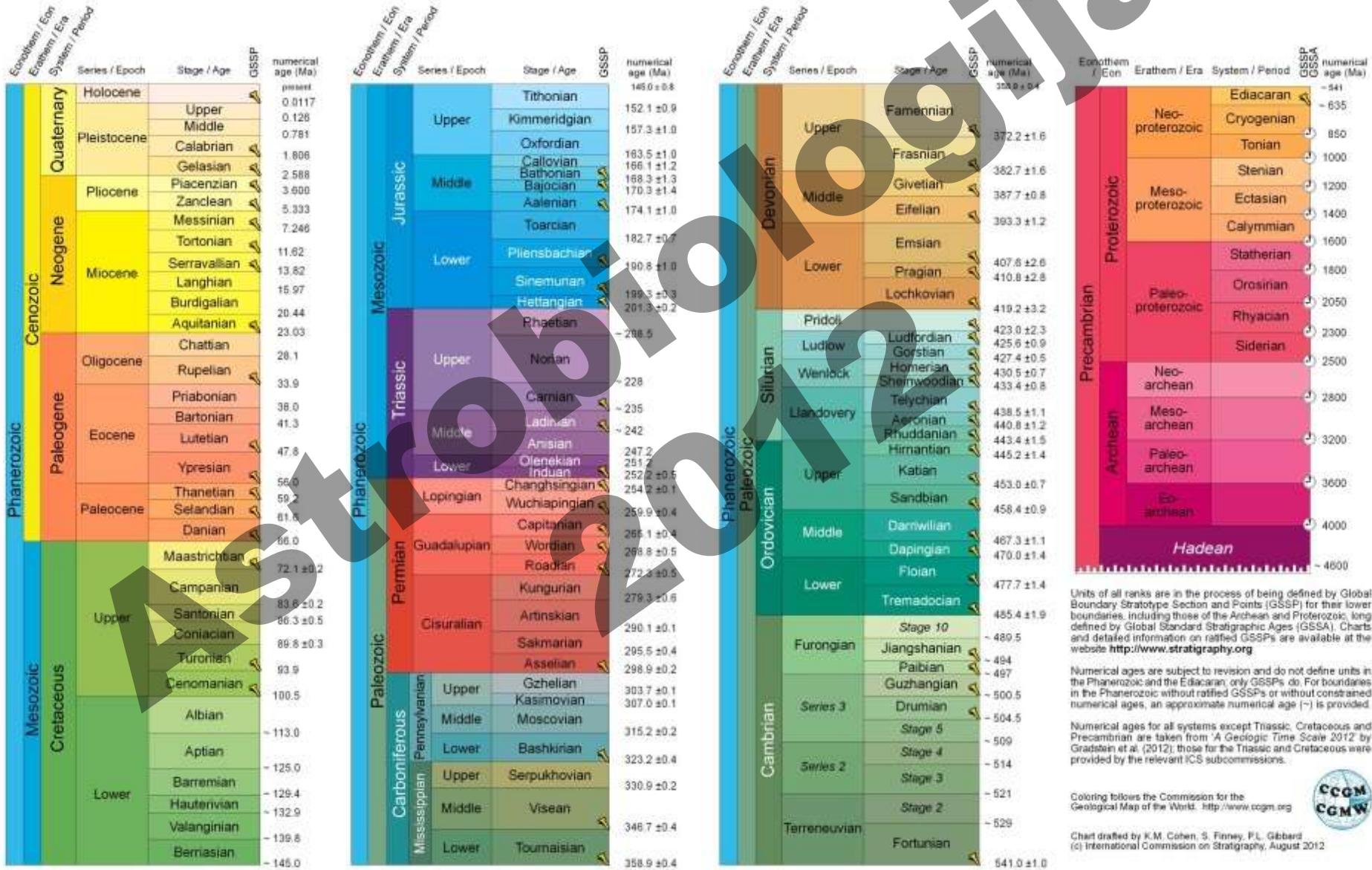




INTERNATIONAL CHRONOSTRATIGRAPHIC CHART

www.stratigraphy.org

International Commission on Stratigraphy
August 2012

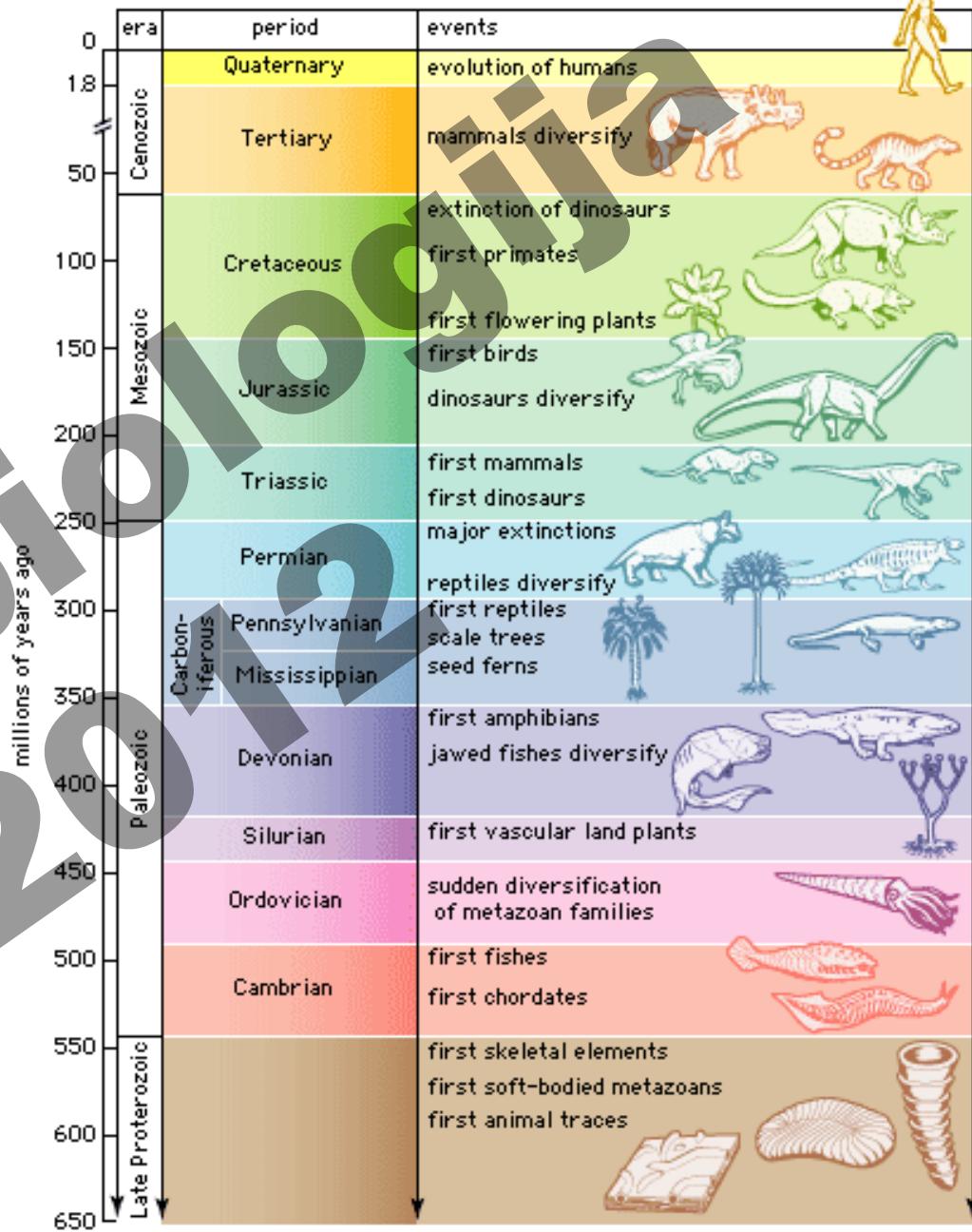






Geologic time scale, 650 million years ago to the present

ERA	my	PERIOD	EPOCH
CENOZOIC	2	QUATERNARY	HOLOCENE
			PLEISTOCENE
	65	TERTIARY	PLIOCENE
			MIocene
	140	CRETACEOUS	NEogene
MESOZOIC		JURASSIC	OLIGOCENE
	210		EOCENE
	250	TRIASSIC	PALEOCENE
PALEOZOIC	280	PERMIAN	PENNSYLVANIAN
	320	CARBONIFEROUS	MISSISSIPPIAN
	360	DEVONIAN	
	400	SILURIAN	
	440	ORDOVICIAN	
	500	CAMBRIAN	
	570	PRECAMBRIAN	



Procesi, procesi...

Kontinuirani

- Tektonika ploča
- Porast Sunčevog sjaja
- Evolucija Zemljine orbite
- Usporavanje rotacije
- Promena albeda
- Promene atmosferske hemije
- Promene nivoa okeana
- Ugljenično-silikatni ciklus

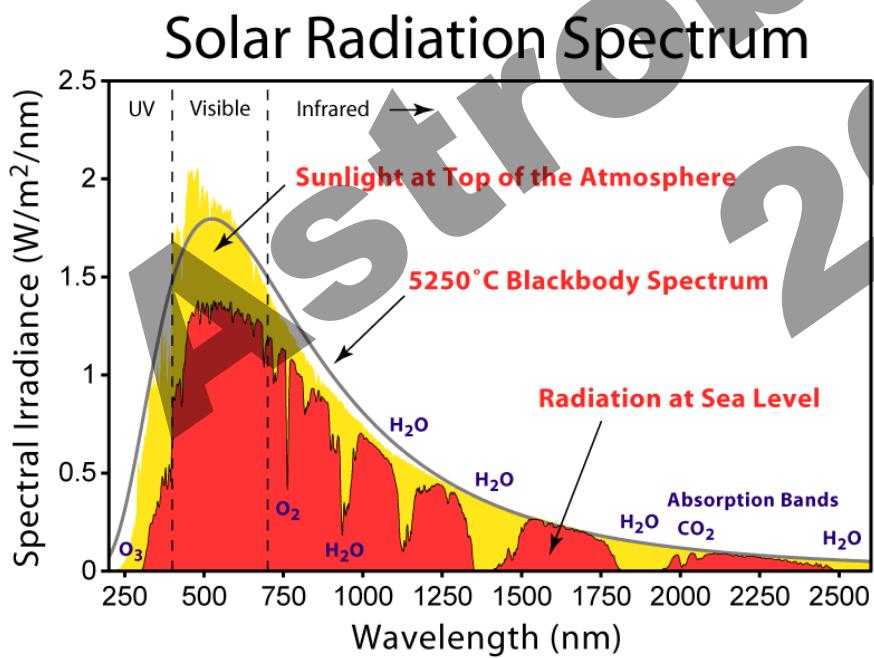
Diskretni

- Nastanak Meseca
- Kasno teško bombardovanje
- Sudari (pojedinačni)
- Masovna izumiranja
- “Eksplozije” diverziteta
- Ledena doba
- Superledena doba („snežne grudve“)
- Preokretanja magnetskog polja

Izvori energije

Sunce

- Fuzija vodonika na Glavnom nizu

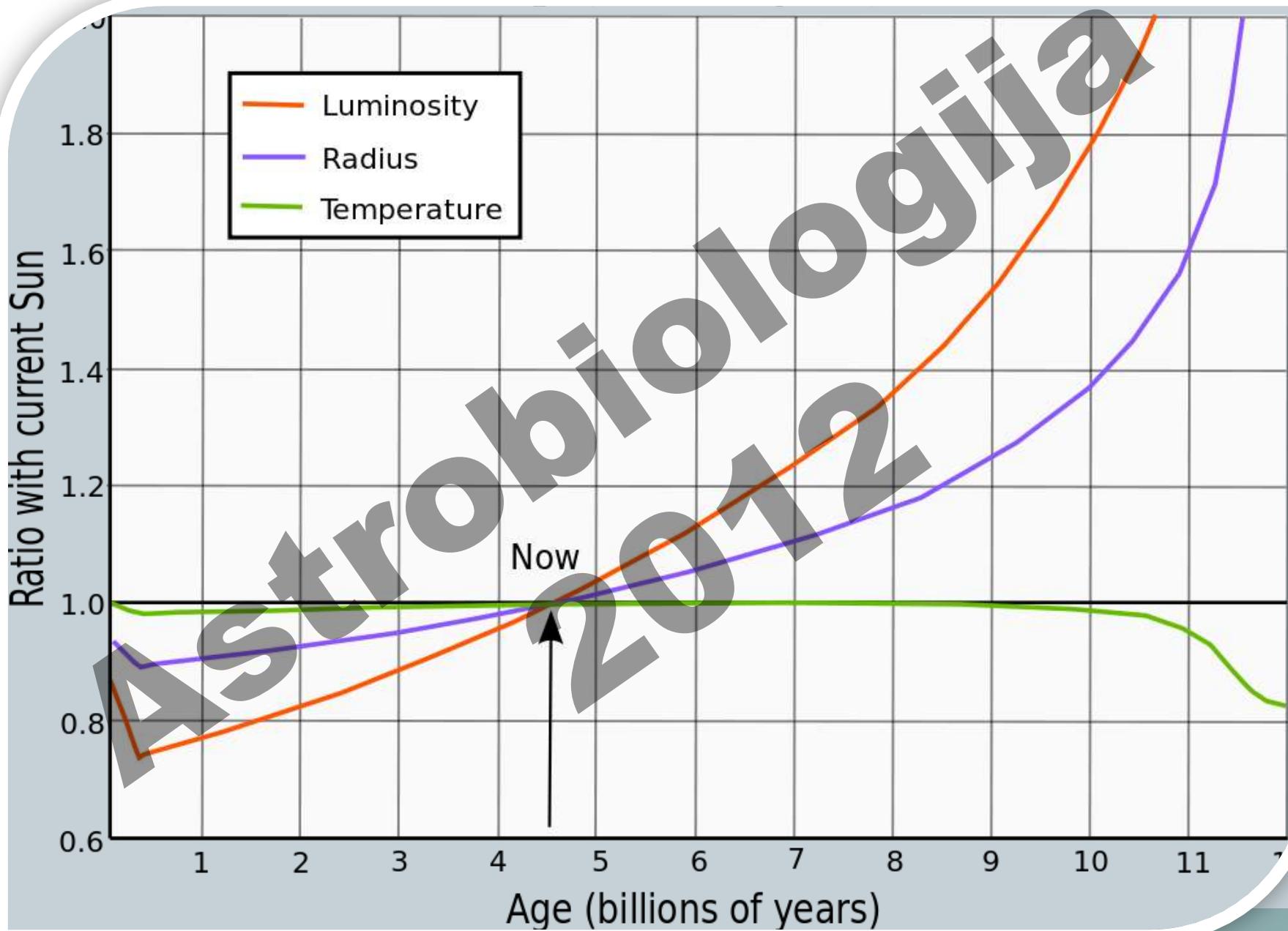


Raspad radionuklida

- Fisija izotopa iz protoplanetarne magline
 - ^{232}Th (poluraspad 14100 Ma)
 - ^{238}U (poluraspad 4470 Ma)
 - ^{40}K (poluraspad 1250 Ma)

Astrofizika 2012





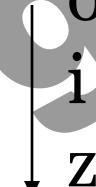
Cirkumstelarna nastanjiva zona



Suviše toplo,
voda isparava,
nemoguće ukloniti CO₂



Suviše hladno,
ako se zagreva
viškom CO₂
on formira oblake
i blokira Sunčeve
zračenje



Baš kako treba,
stabilna temperatura
na ~273 K
(tečna voda)



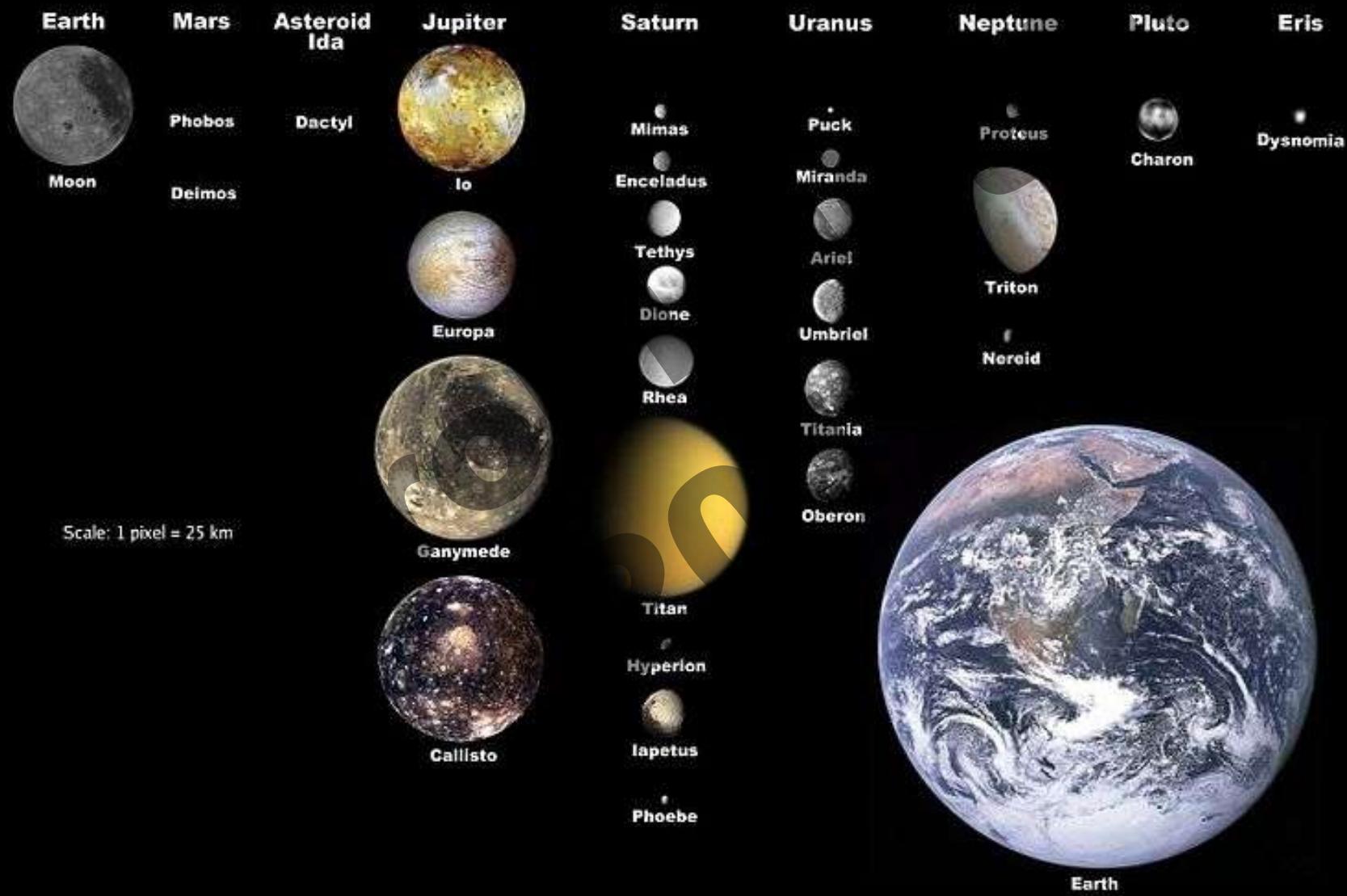
CNZ je...



- ...zastareo, ali još uvek koristan koncept (drugi izvori energije mogu obezbititi tečnu vodu)
- ...antropocentričan koncept (površinska biosfera, zasnovana na oksido-redukciji ugljenika, itd.)

Astrobiologija
2012

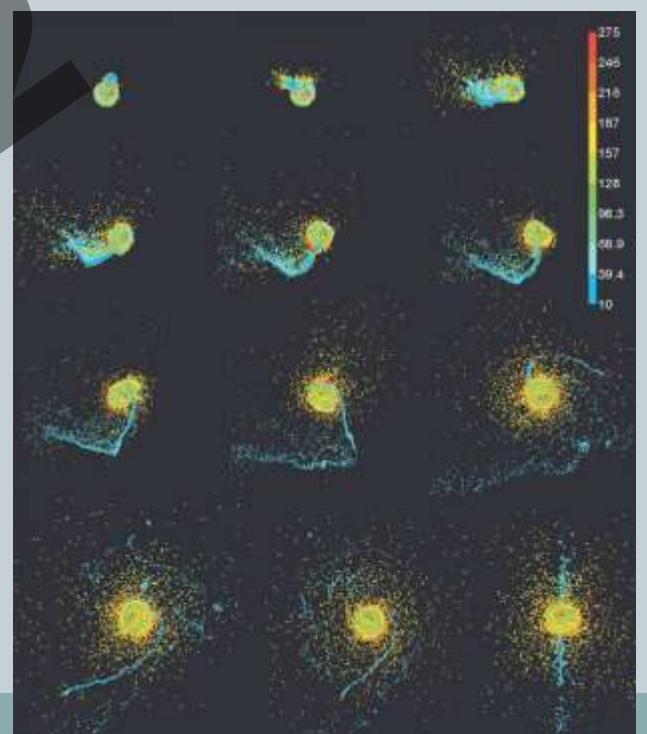
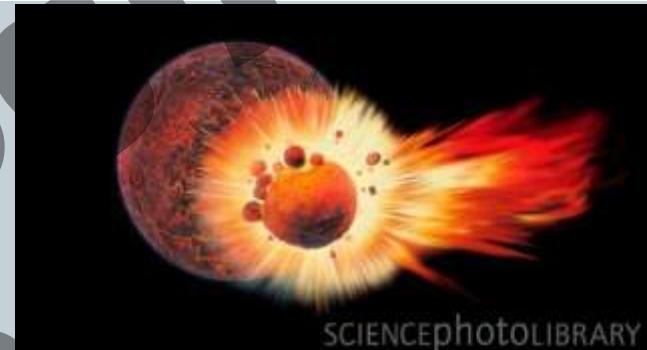
Selected Moons of the Solar System, with Earth for Scale

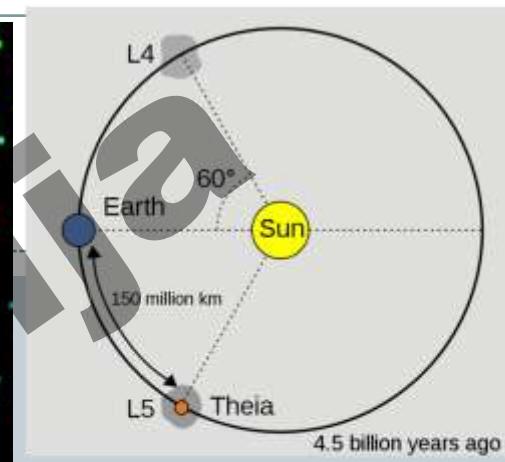
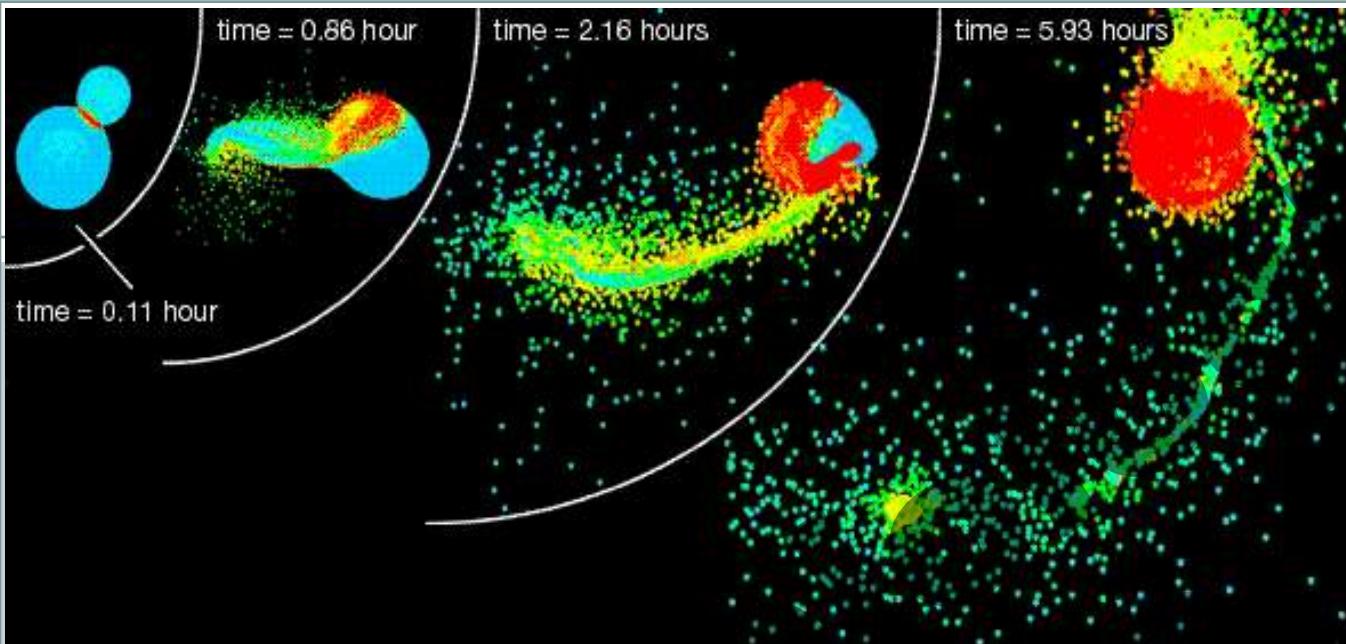


Nastanak Meseca

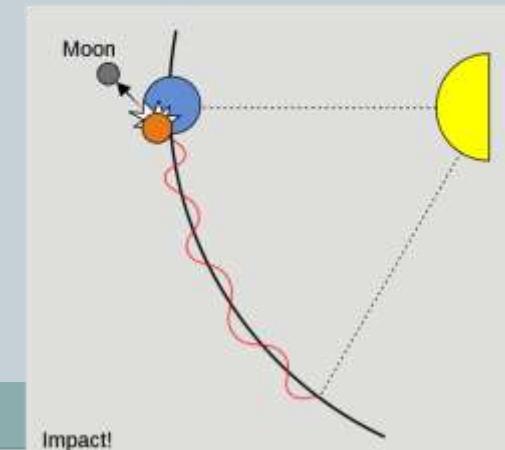
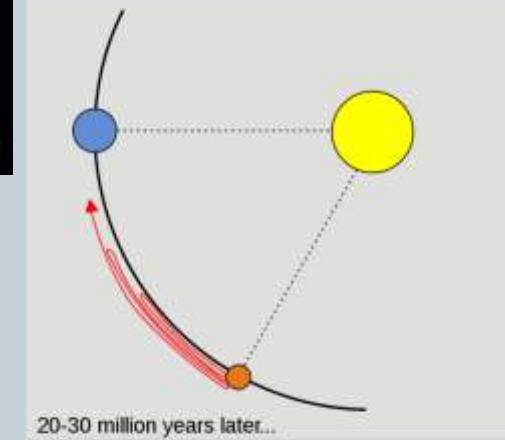


- Klasične, prevazidjene hipoteze:
 - Fisija proto-Zemlje (Darwin 1898!)
 - Zajedničko formiranje kao dvojne planete
 - Zarobljavanje
- Novi standard (cca. 1975–danas):
 - Džinovski sudar (*Big Splat/Splash*) 30-50 Ma nakon formiranja Zemlje (A. G. W. Cameron, W. Hartmann, Don Davis, etc.)
- Theia!
- Sudar pod uglom od 45 ili većim, pri brzini manjoj od 4 km/s
- 20% mase Theie u protolunarnom disku (trajanja ~100 godina)





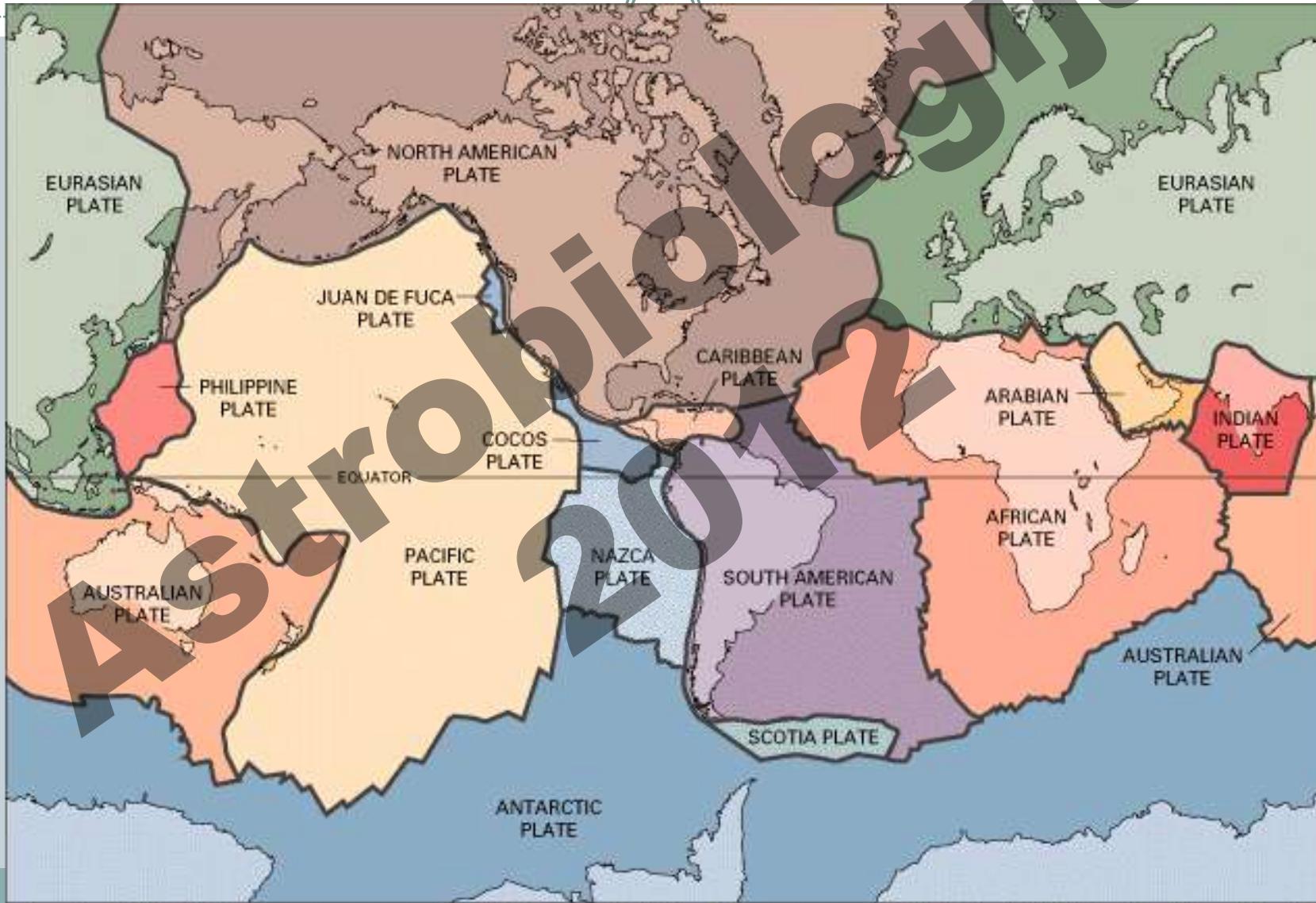
- 2004: Belbruno & Gott sugeriju da je Theia nastala kao Zemljin trojanac
- *Big Splash* mogao da formira više objekata \Rightarrow može da objasni različit izgled Mesečevih strana!



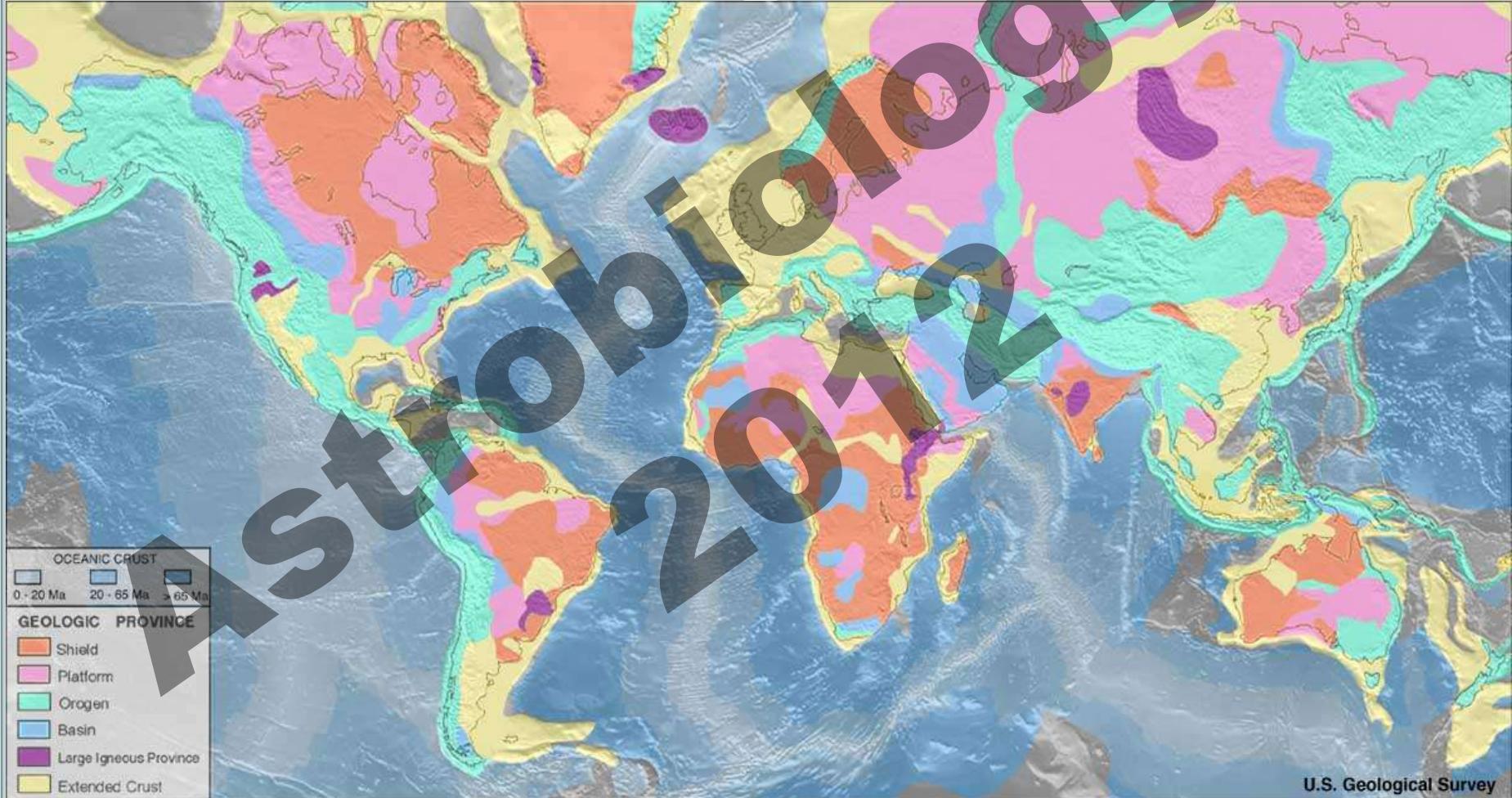
Tektonika ploča

- Osnovna teorija geo- i planetarnih nauka!
- Kao i biološka evolucija, označava **i pojavu u prirodi i teoriju koja je objašnjava**
- Ključni principi:
 - Litosfera (hladna, čvrsta, kondukcija) i astenosfera (vruća, meka, kondukcija **+ konvekcija**)
 - Litosfera izdeljena u diskretne **ploče** koje plutaju po astenosferi (1-15 cm/god)
 - Dve vrste materijala u pločama: **okeanski** („sima“; 6-100 km) i **kontinentalni** („sial“; ~200 km)
 - Granice ploča: vulkani, zemljotresi, subdukcija, itd.
- Izvori energije: konvekcija u omotaču, plimne sile, centrifugalne/Koriolisove sile, gravitacija...

Današnja situacija...

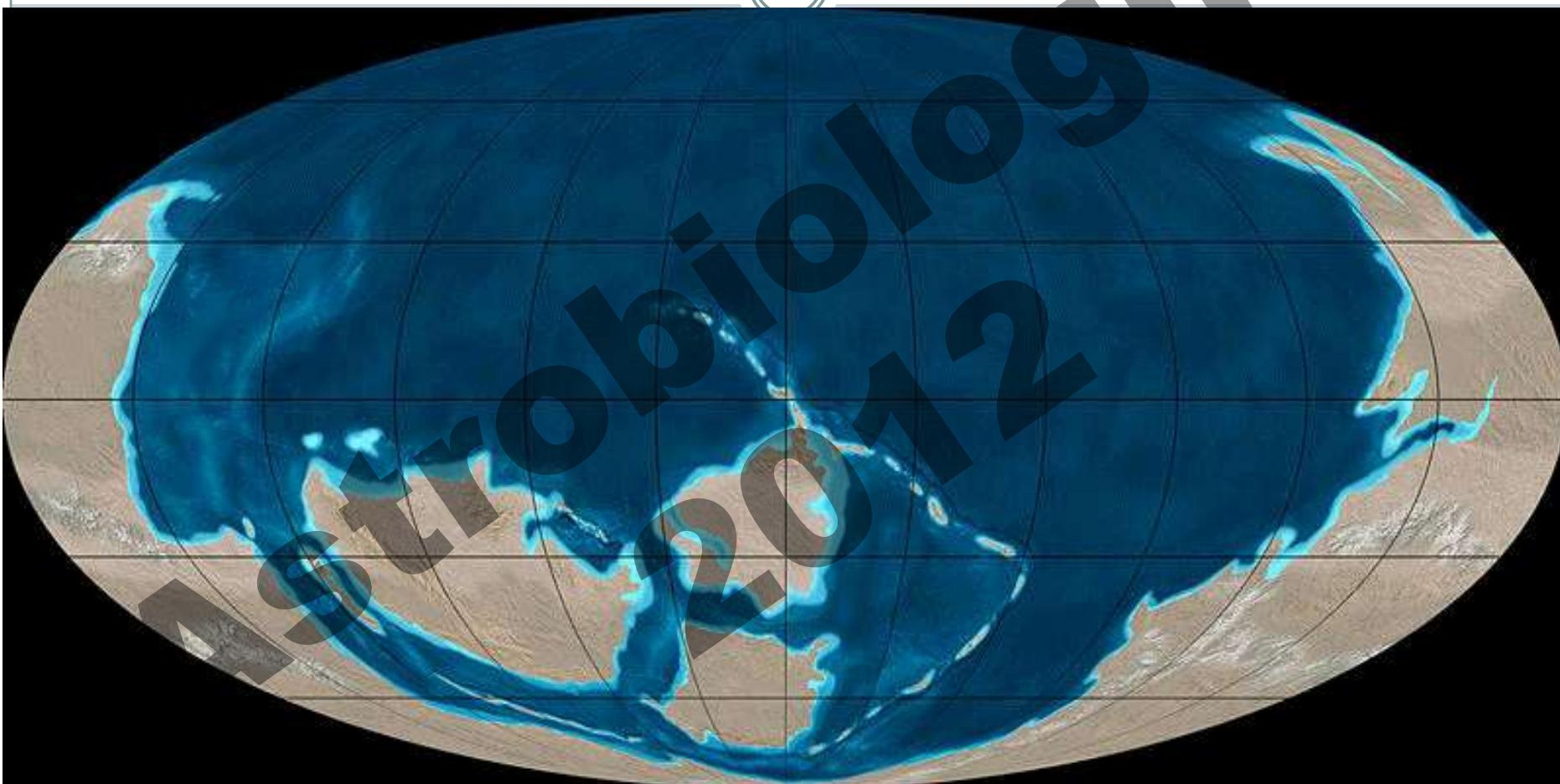


...uz „terenske“ detalje



astrofisi

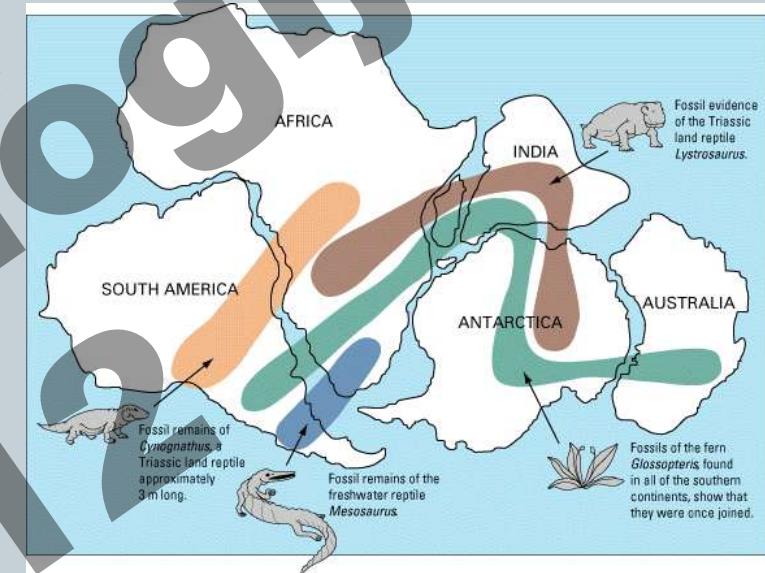
astrophysica



Preteča tektonike ploča: kontinentalni drift



- A. L. Wegener (1912): granitni kontinenti plove kroz more bazalta...
- ...nakon raspada nekada jedinstvenog superkontinenta (Pangee)
- Objašnjava geografske i biološke zagonetke
- Ali odakle energija?



Jedna tužna sudbina...

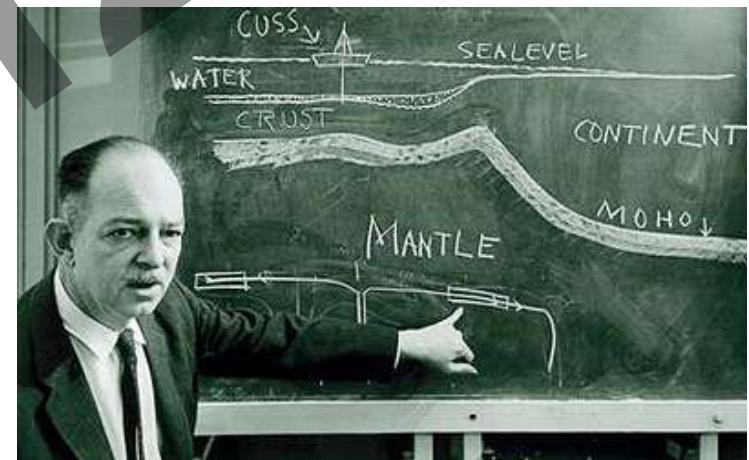
- Vladavina gradualista („fiksista“)...
- Vegenerova teorija bila žestoko ismevana sve do kraja 1950-tih.
- Smrt na skijama na Grenlandu...
- Napredak sonara omogućio otkrivanje grebena duž kojih nastaje okeansko dno

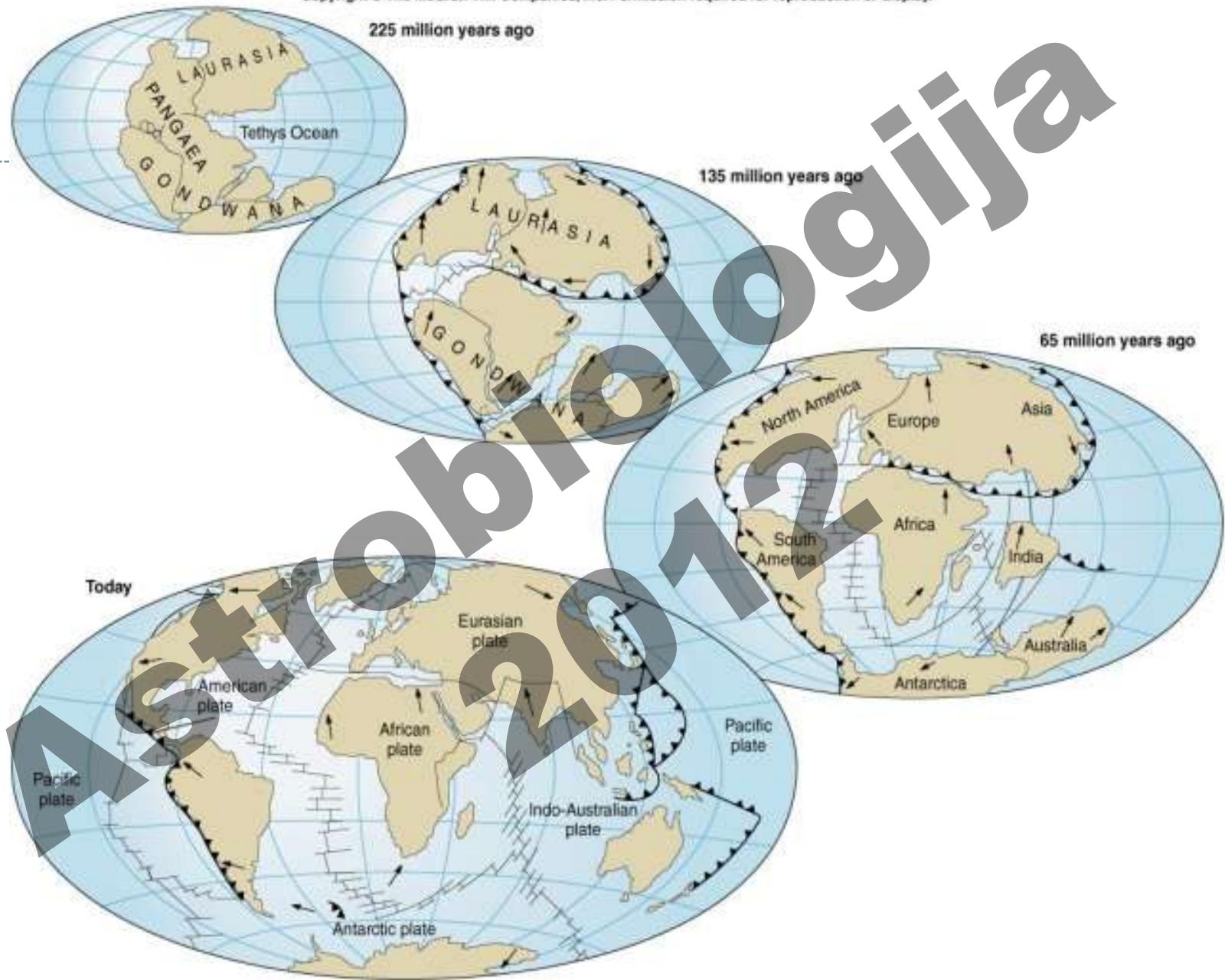


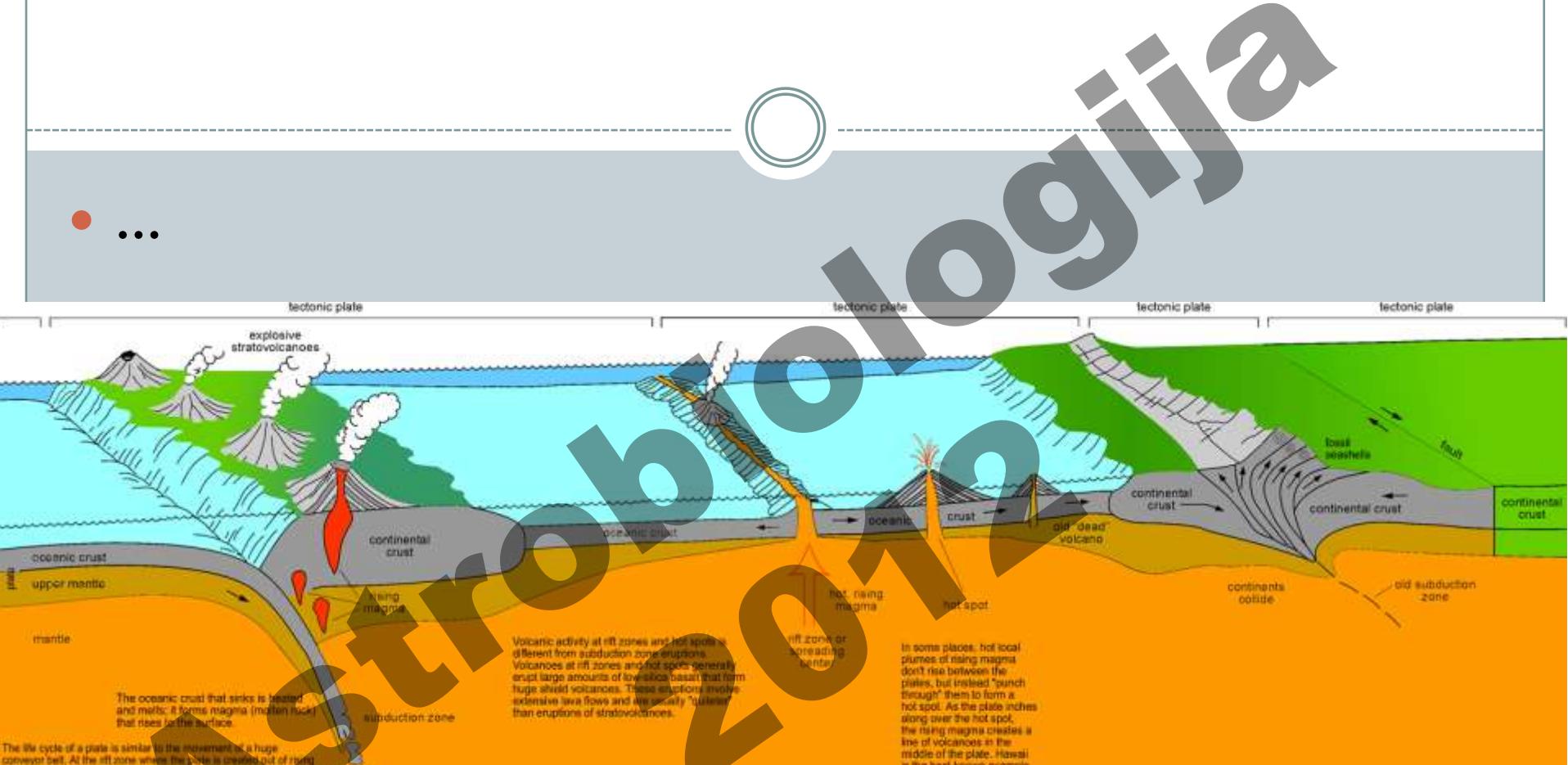
1960-te: revolucija

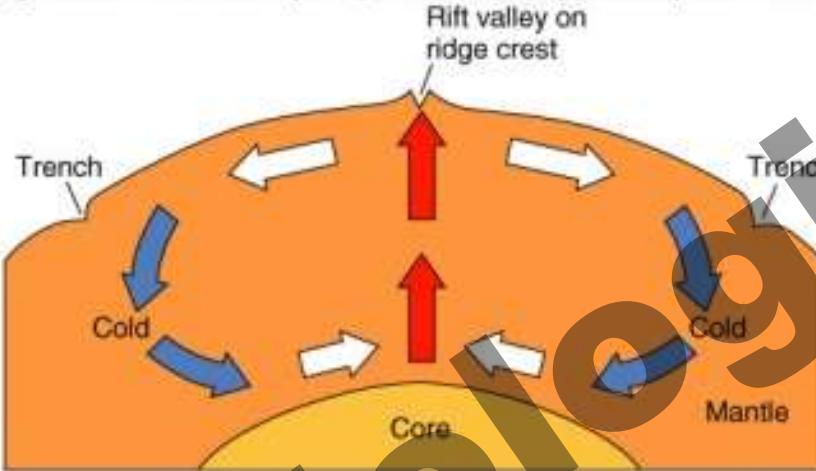


- Rankorn i Bleket (1953): paleomagnetizam!
- Hari Hes koristi sonar i zasniva marinsku (okeansku) geologiju
- Oko 1960. Hes i Robert Dic otkrivaju širenje okeanskog dna
- J. Tuzo Wilson (1965): teorijski uvid u raseline na granici ploča

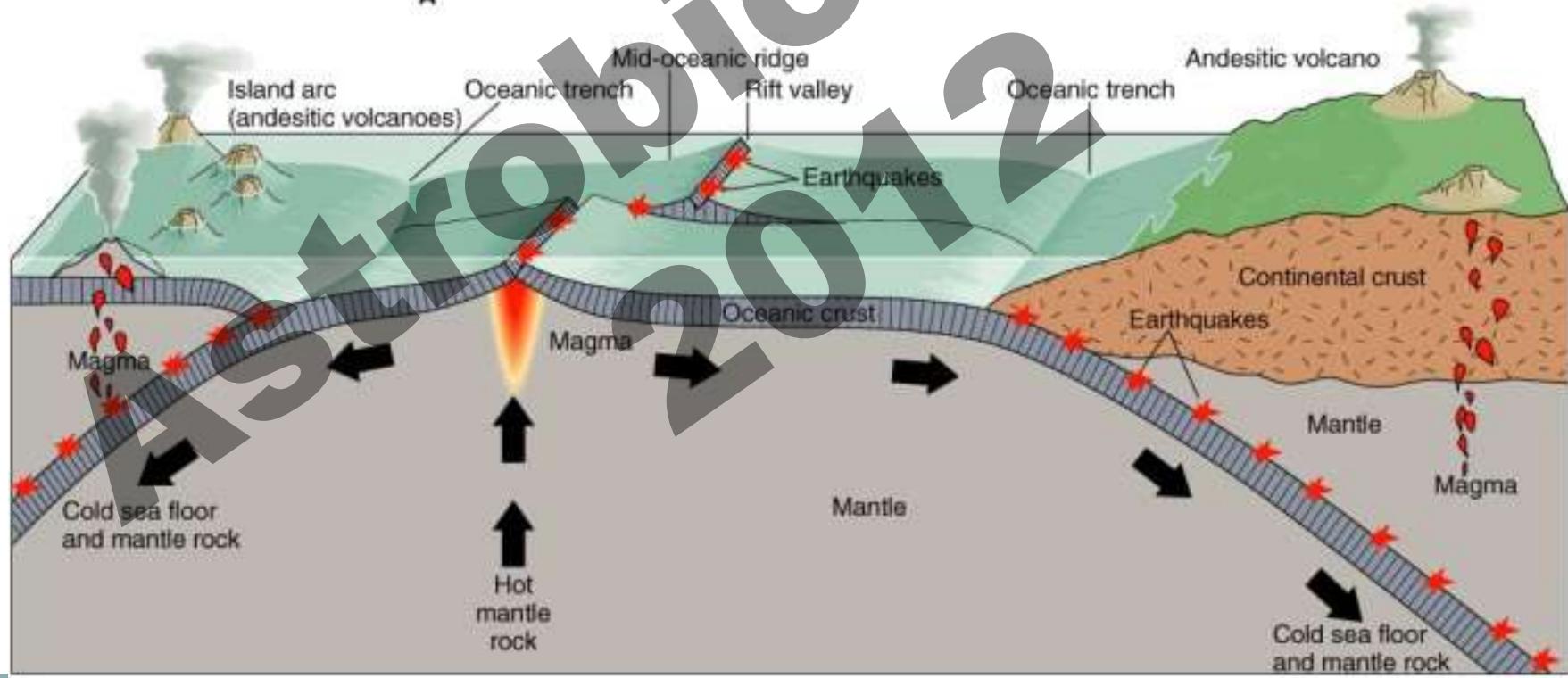








A



B

Superkontinenti i Vilsonov ciklus

- Kontinenti se spajaju i razdvajaju
- Period oko 300 Ma
- Pangea (-270 Ma)
- Pannotia (-570 Ma)
- Rodinia (-750? Ma)
- Nejasna veza sa konvektivnim čelijama...

