

Univerza  
v Ljubljani *Naravoslovnotehniška*  
fakulteta



UNIVERZA V LJUBLJANI  
NARAVOSLOVNOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA GEOLOGIJO

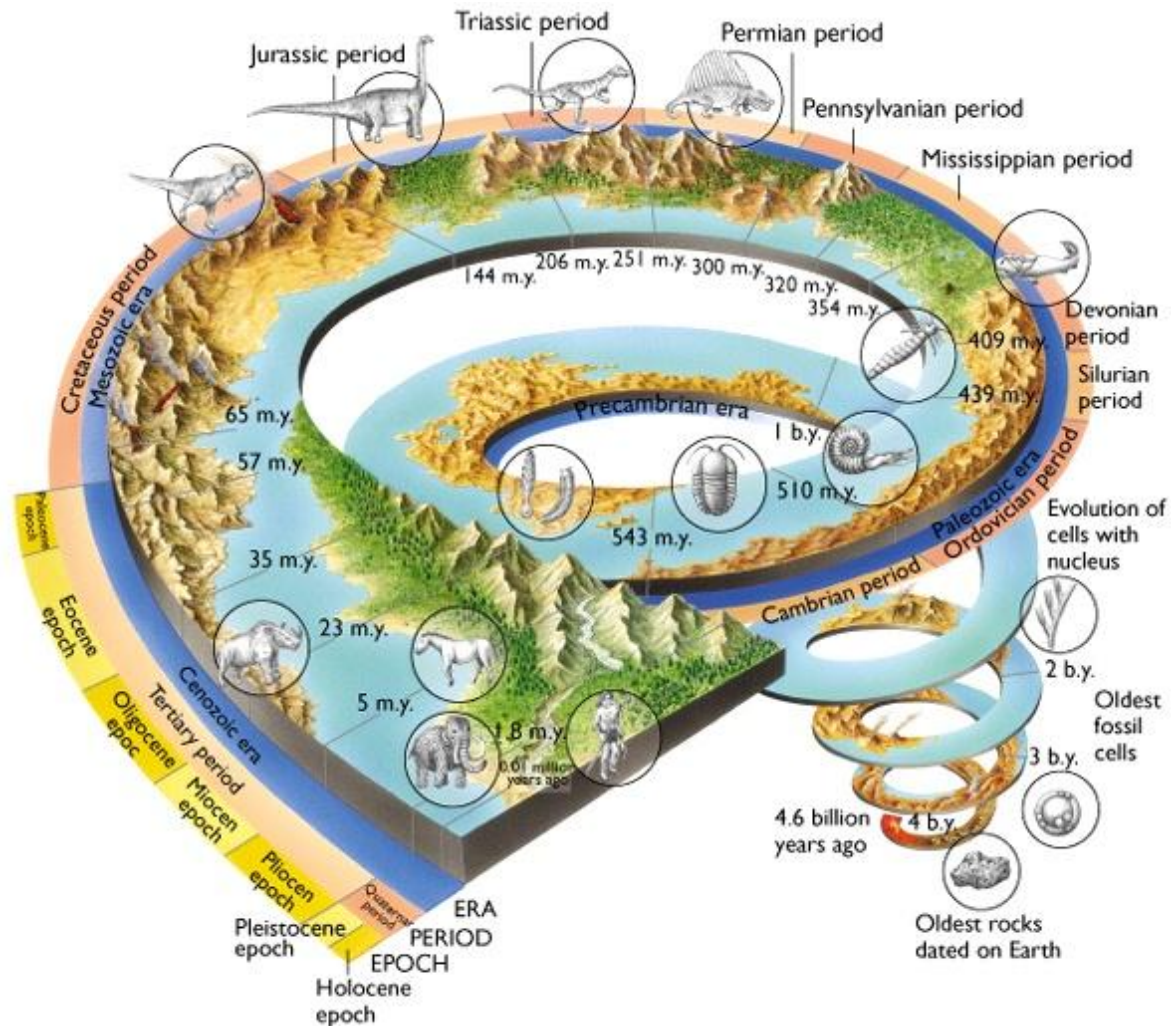
## **Geologija s paleontologijo za študente biologije**

**Študijsko gradivo: prosojnice iz predavanj**

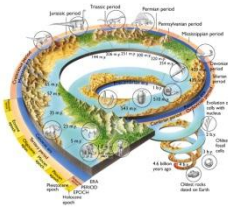
doc.dr. Boštjan Rožič in izr.prof.dr. Andrej Šmuc

Ljubljana, 2011

# GEOLOGIJA S PALEONTOLOGIJO za študente biologije



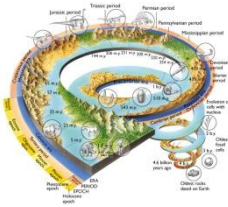




# GEOLOGIJA S PALEONTOLOGIJO

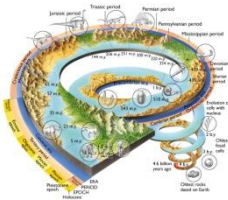
- doc.dr. Boštjan Rožič
- govornilne ure
  - Privoz 11, soba 210
  - ponedeljek 12-14
- tel: 01 2445 409
- e-mail: [bostjan.rozic@ntf.uni-lj.si](mailto:bostjan.rozic@ntf.uni-lj.si)
- internetna stran: [www.geo.ntf.uni-lj.si/brozic](http://www.geo.ntf.uni-lj.si/brozic)
  - BIOLOGI





# GEOLOGIJA S PALEONTOLOGIJO

- Predmet je razdeljen na dva dela
  - Teoretični del (predavanja):  
doc.dr.Boštjan Rožič
    - Spoznavanje teoretičnih osnov geologije
  - Praktični del (vaje)  
asist.dr.Aleksander Horvat
    - Spoznavanje in prepoznavanje osnovnih vrst kamnin

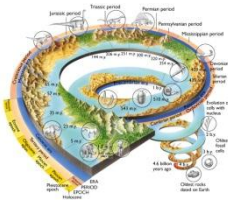


# GEOLOGIJA S PALEONTOLOGIJO

- **Geologija:** *ge* - zemlja + *lógos* - nauk
- Geologija je osnovna naravoslovna veda, ki raziskuje Zemljo, njen nastanek, razvoj in zgradbo.
- Geologija je zelo široka veda, ki se je v zadnjem času močno razvejala, tako da so njena skrajna področja med seboj le malo sorodna.







# GEOLOGIJA S PALEONTOLOGIJO

- **Paleontologija:** palaiós – star + *óntos* - biti + *lógos* - nauk
- Paleontologija je veda o okamninah ali fosilih





# GEOLOGIJA S PALEONTOLOGIJO

- Geologijo razdelimo na dve veliki področji:  
***Fizikalno geologijo*** in ***Historično geologijo***.







# GEOLOGIJA S PALEONTOLOGIJO

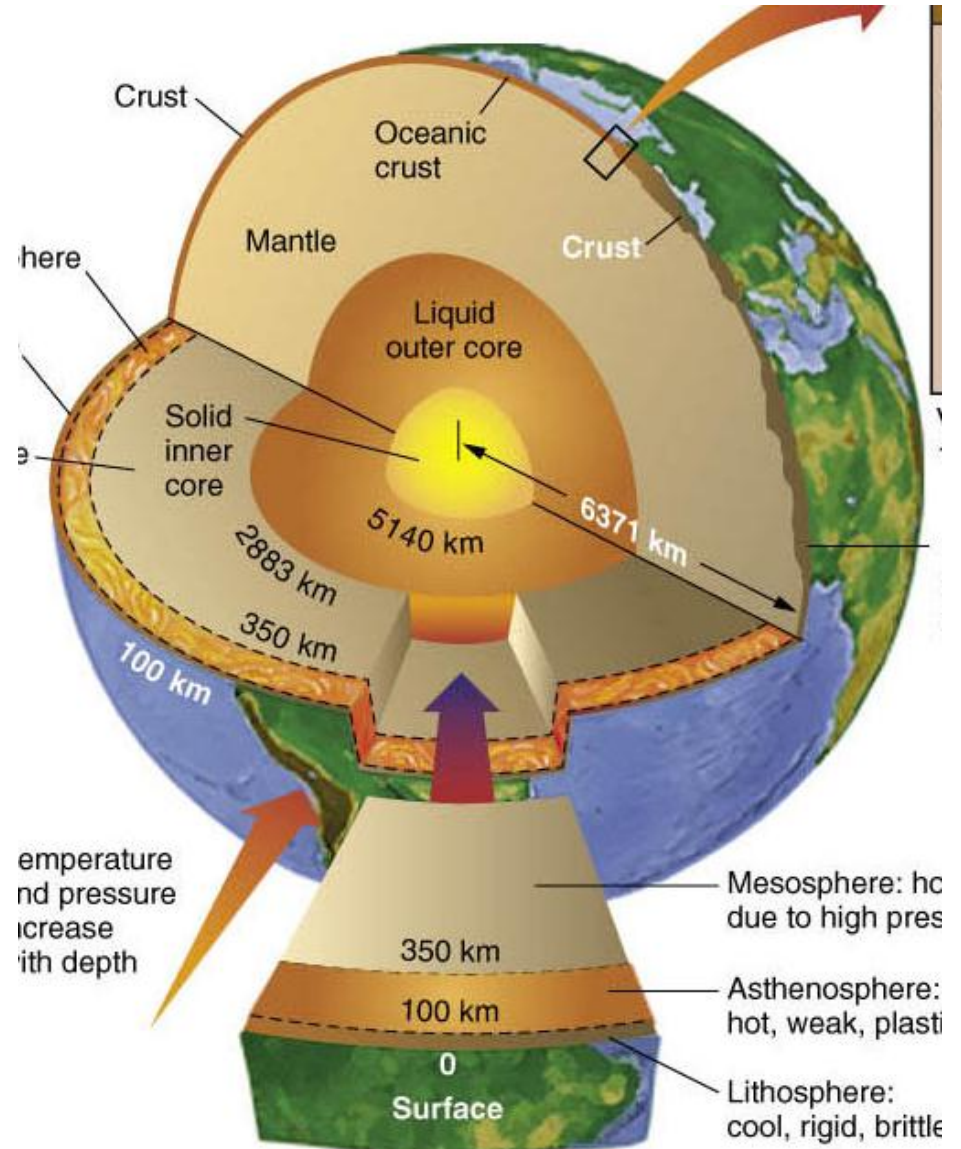
- Fizikalna geologija
  - Zemlja kot del osončja





# GEOLOGIJA S PALEONTOLOGIJO

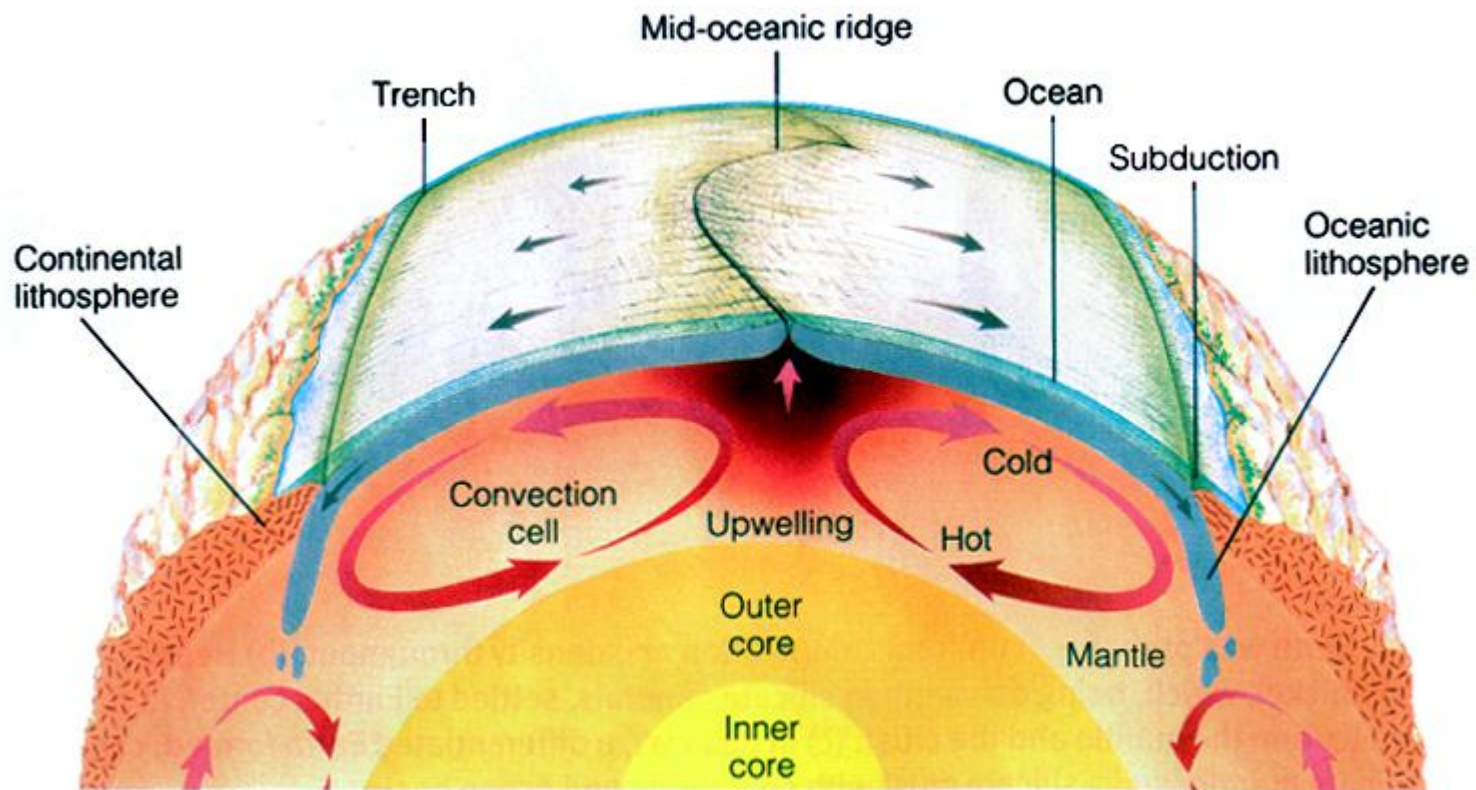
- Fizikalna geologija
  - Zemlja: nastanek, oblika, zgradba Zemljine notranjosti in procesi v notranjosti

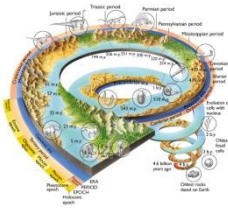




# GEOLOGIJA S PALEONTOLOGIJO

- Fizikalna geologija
  - Teorija o tektoniki plošč



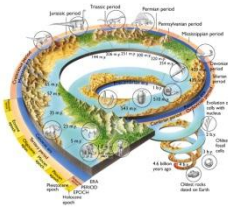


# GEOLOGIJA S PALEONTOLOGIJO

- Fizikalna geologija
  - Zemljini zunanji ovoji





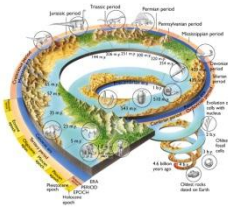


# GEOLOGIJA S PALEONTOLOGIJO

- Fizikalna geologija: Geološke strukture



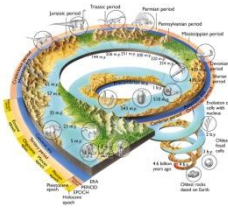




# GEOLOGIJA S PALEONTOLOGIJO

- Fizikalna geologija: Potresi





# GEOLOGIJA S PALEONTOLOGIJO

- Fizikalna geologija :Vulkani in vulkanizem

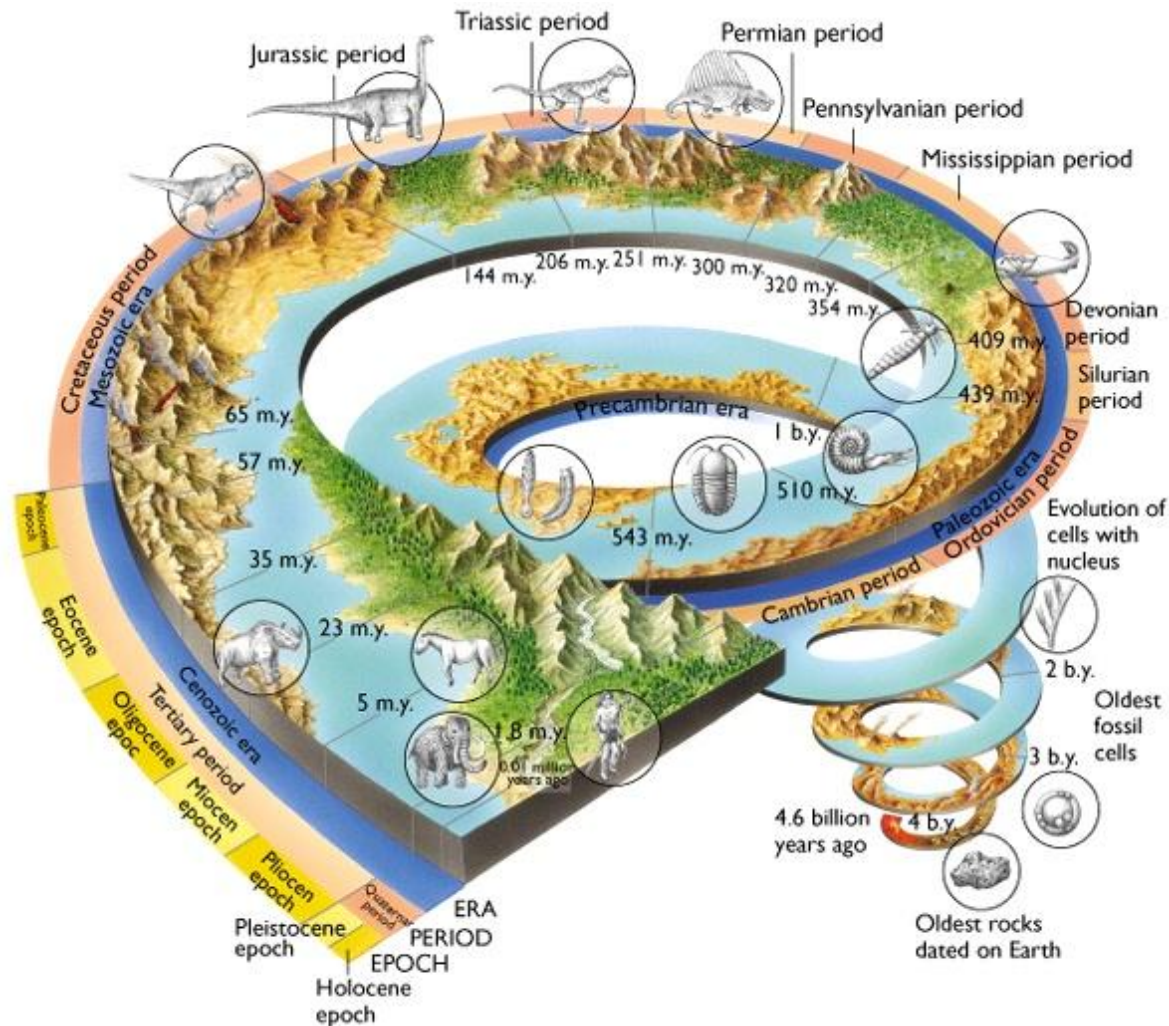


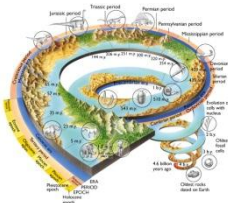




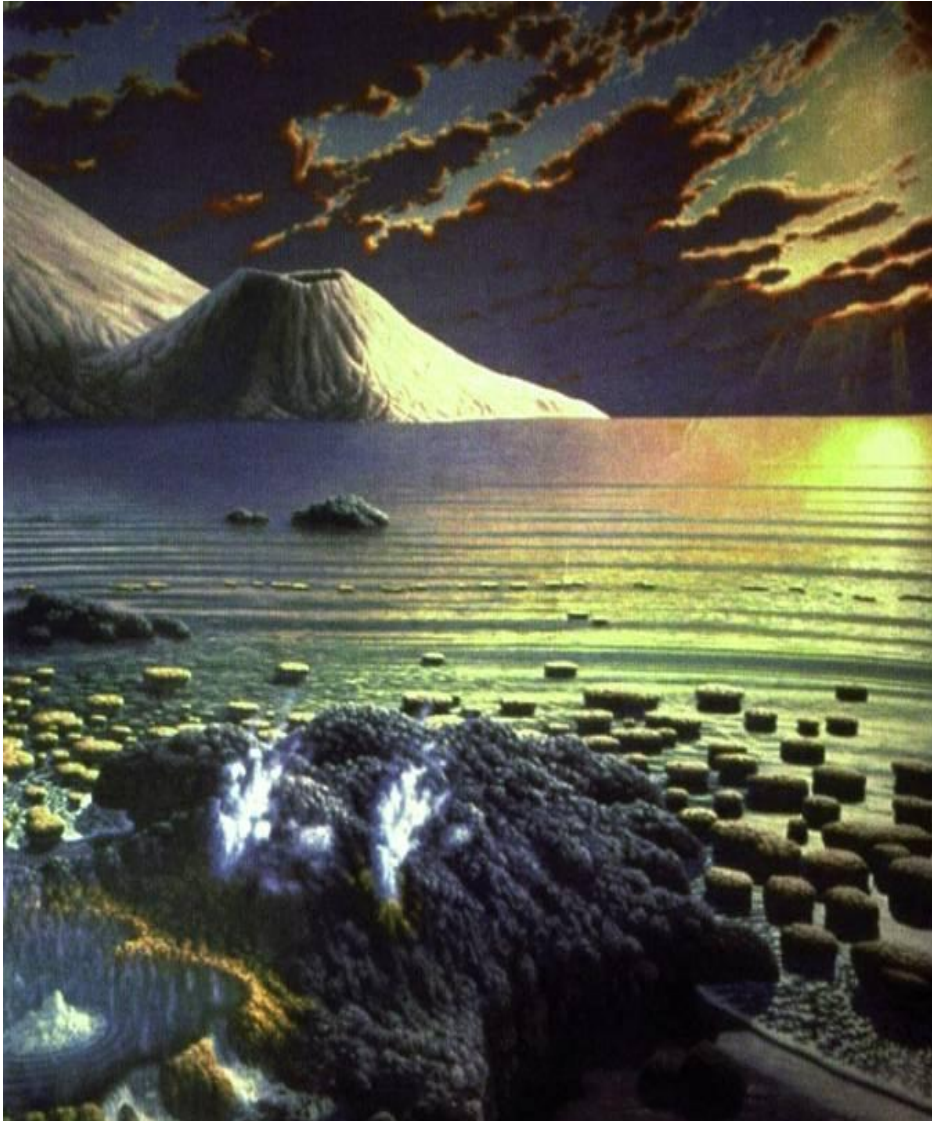
# GEOLOGIJA S PALEONTOLOGIJO

- Historična geologija: razdelitev Zemljine zgodovine





# GEOLOGIJA S PALEONTOLOGIJO

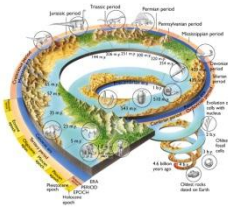






Suddenly, Bobby felt very alone in the world.





# GEOLOGIJA S PALEONTOLOGIJO

- Historična geologija: geologija sveta

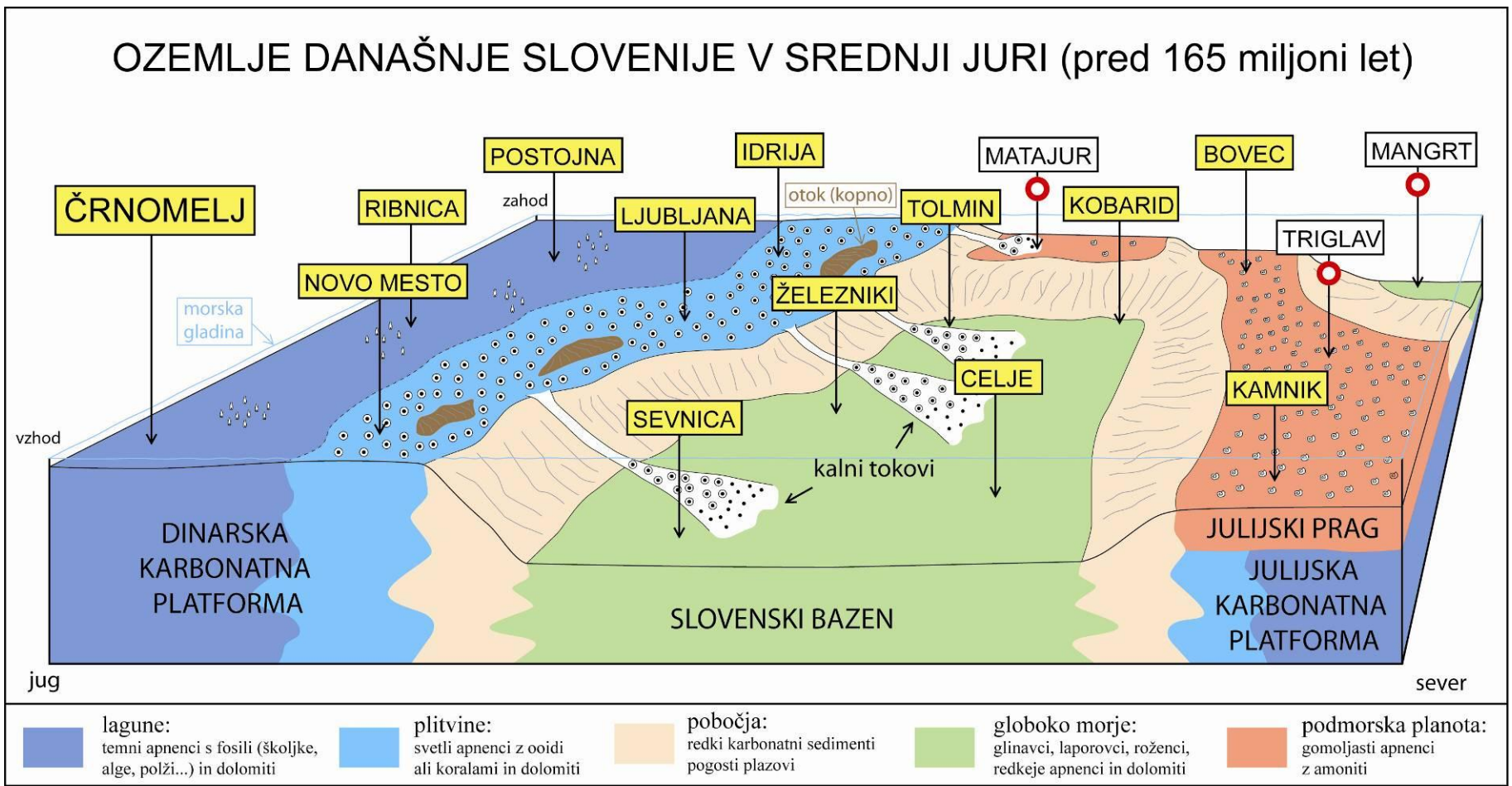






# GEOLOGIJA S PALEONTOLOGIJO

- Historična geologija  
– geološki razvoj Slovenije





# GEOLOGIJA S PALEONTOLOGIJO VAJE

- Petrologija spoznavanje in prepoznavanje
  - magmatskih,
  - metamorfnih in
  - sedimentnih kamnin







# GEOLOGIJA S PALEONTOLOGIJO

## VAJE

- Minerali in magmatske kamnine

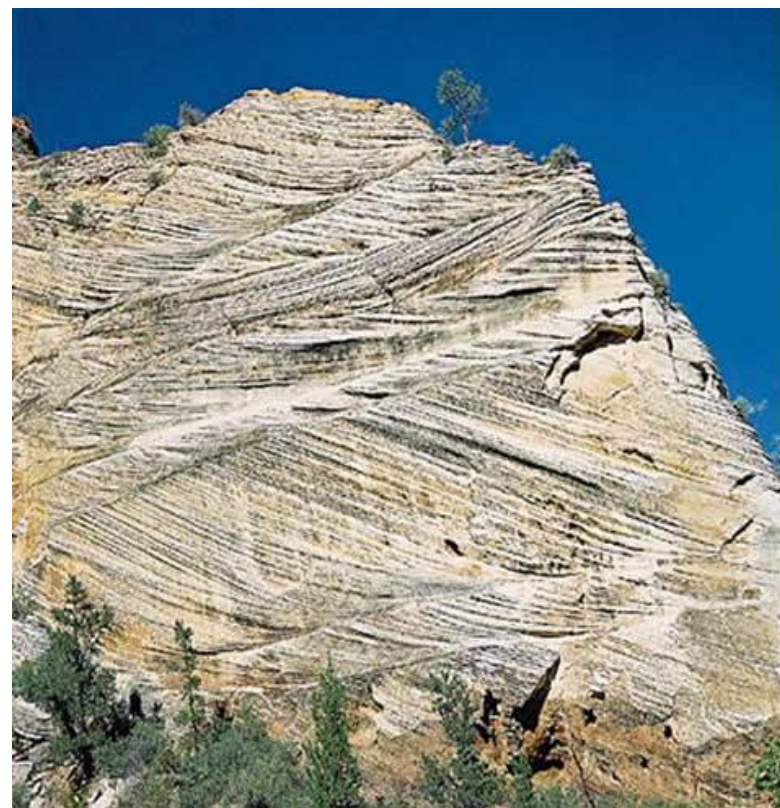




# GEOLOGIJA S PALEONTOLOGIJO

## VAJE

- sedimentne kamnine







# GEOLOGIJA S PALEONTOLOGIJO

## VAJE

- Metamorfne kamnine



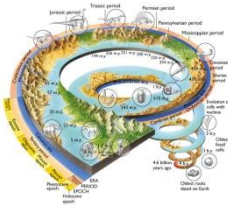


# GEOLOGIJA S PALEONTOLOGIJO

- planet Zemlja je dinamičen planet
- spremembe: majhne in velike ter hitne in počasne
- navidezna nespremenljivost pokrajine







# GEOLOGIJA S PALEONTOLOGIJO

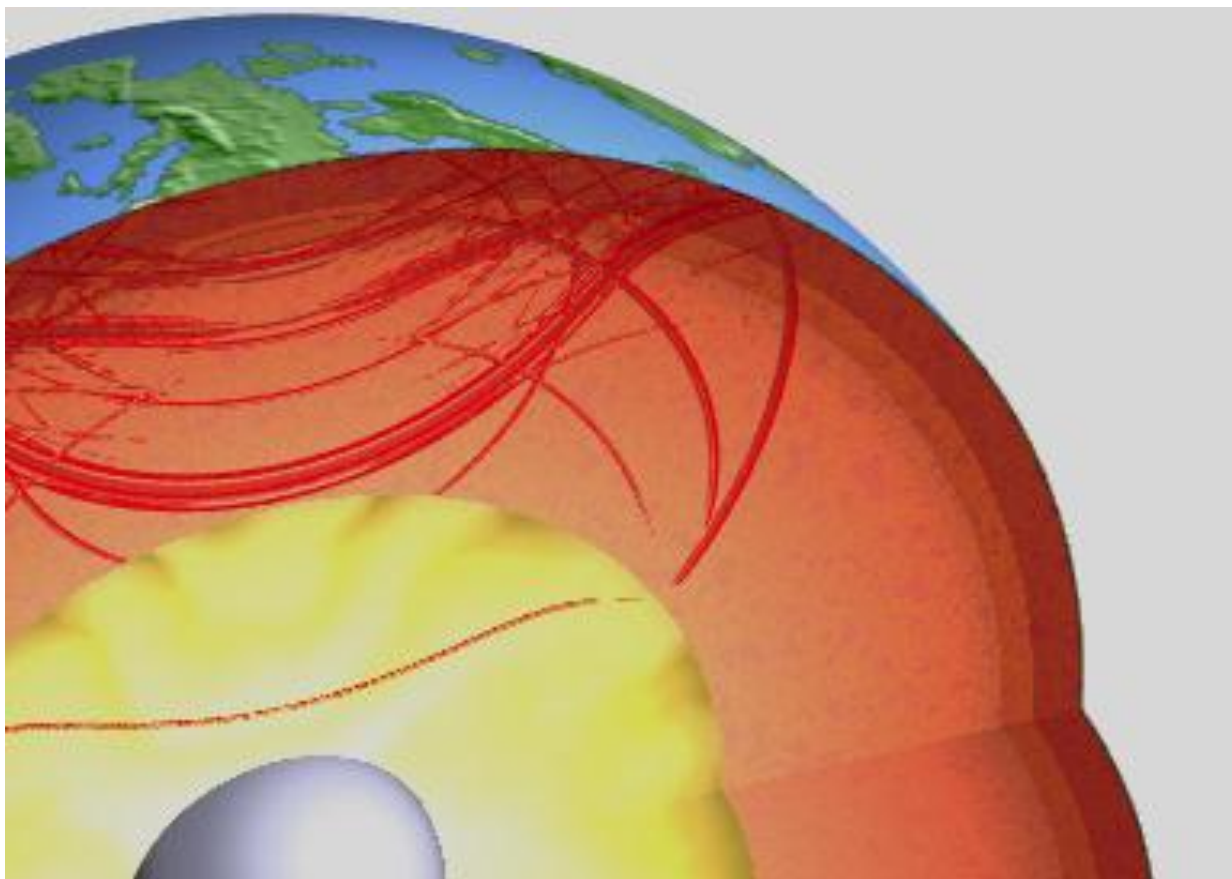
## Fizikalna geologija

- Fizikalna geologija se ukvarja s preiskovanjem zemljinih osnovnih materialov (mineralov in kamnin) ter z raziskovanjem fizikalnih pojavov na Zemlji in v njeni notranjosti.

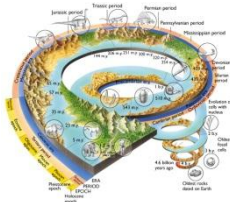


# GEOLOGIJA S PALEONTOLOGIJO

## Zemljina notranjost in njene geofizikalne lastnosti



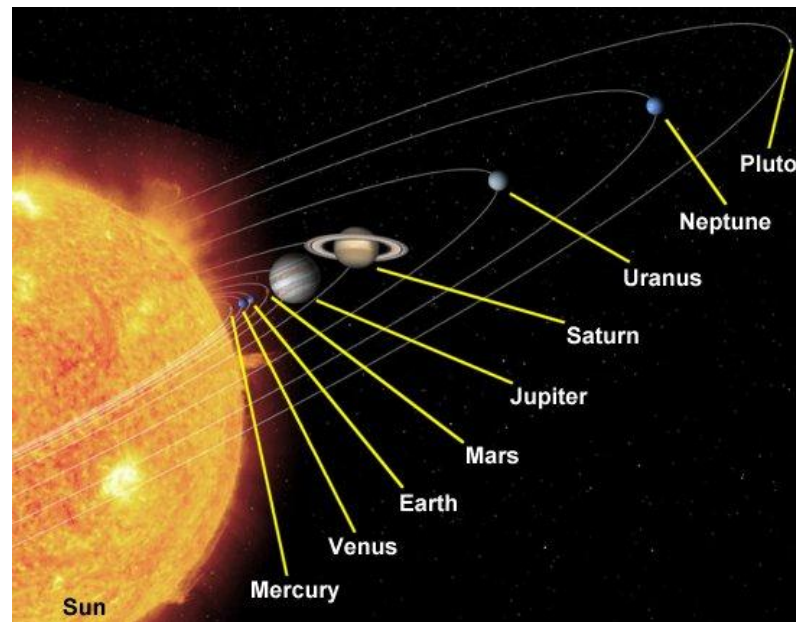




# GEOLOGIJA S PALEONTOLOGIJO

## OSONČJE

- **Zemlja je del osončja**
- **Osončje je sestavljeno iz:**
  - **Sonca**
  - **9 planetov**
  - **več kot 100 lun in satelitov**
  - **velikega števila asteroidov**
  - **milijonov kometov**
  - **nešteto fragmentov skal, prahu: meteoritov**



# OSONČJE: KAKO VELIKI SMO



Betelgeuse



Antares

Jupiter is invisible at this scale

Sun (1 pixel)

Sirius

Pollux

Arcturus



Rigel

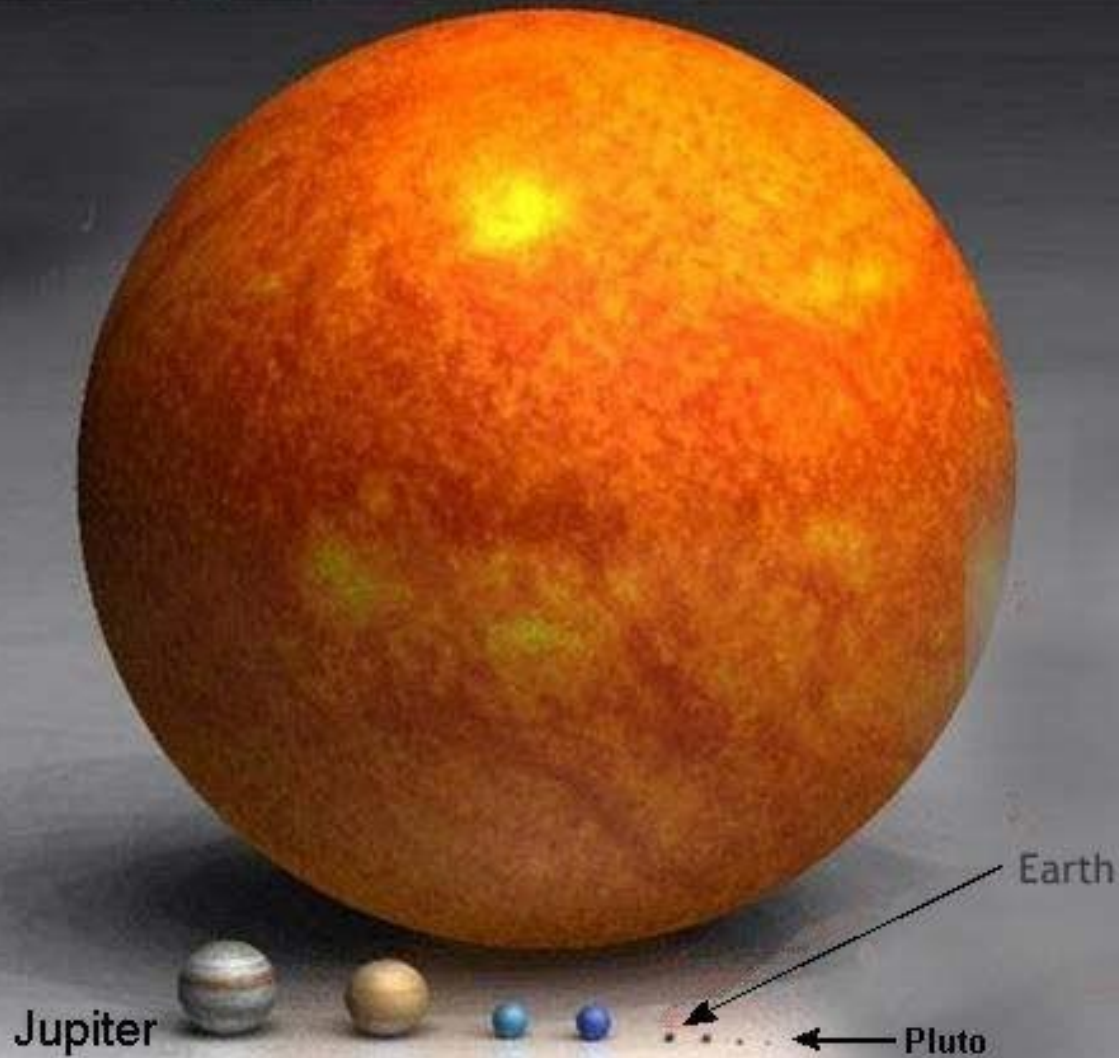


Aldebaran



# OSONČJE: KAKO VELIKI SMO

Sun



Jupiter

Earth

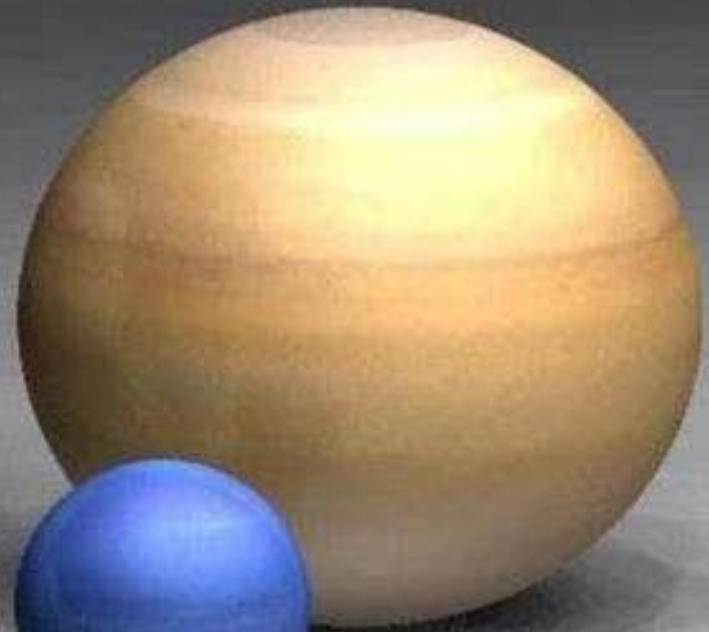
Pluto

# OSONČJE: KAKO VELIKI SMO

Jupiter



Saturn



Uranus



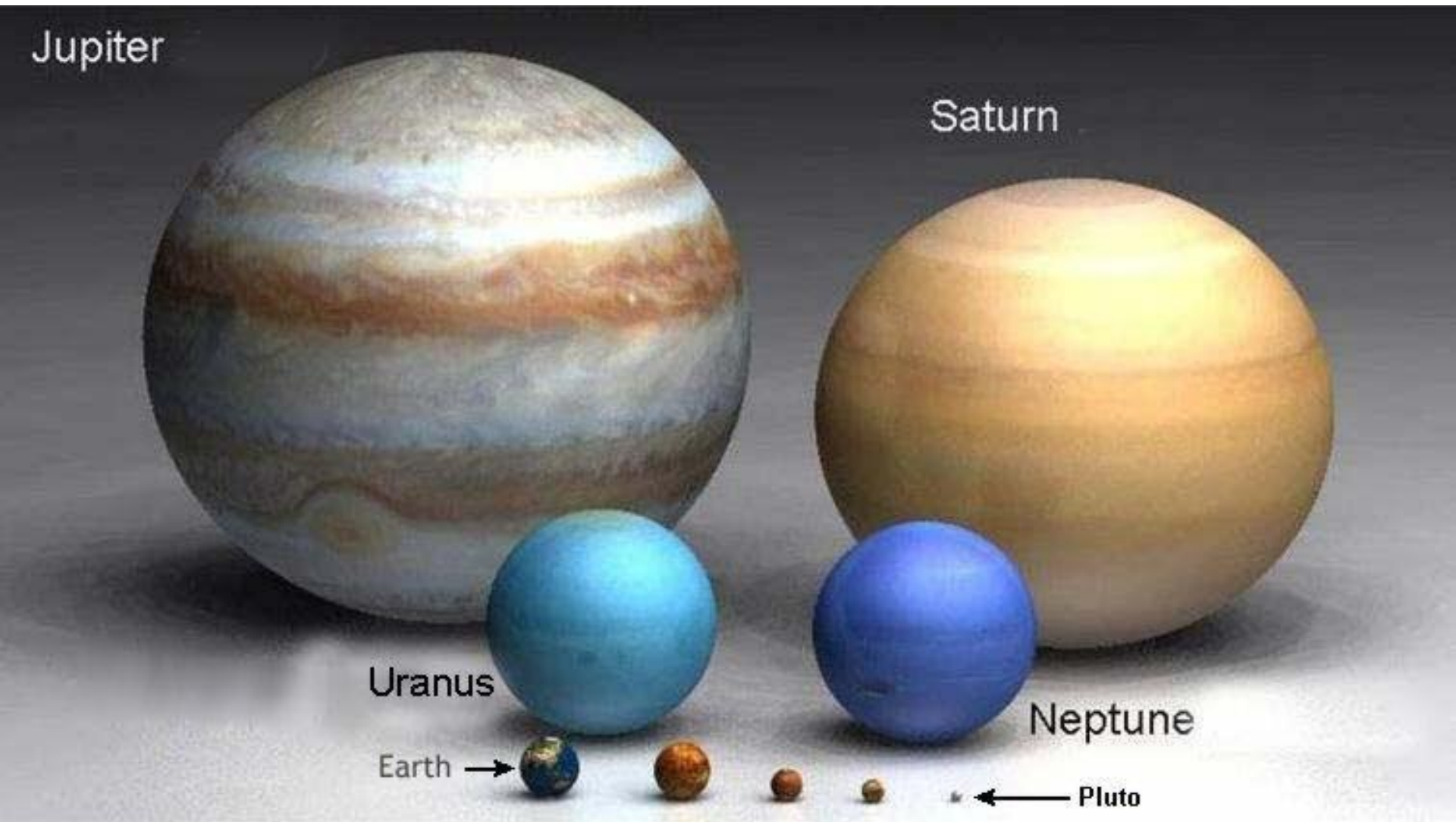
Neptune



Earth



Pluto





# OSONČJE: KAKO VELIKI SMO

Earth



Venus



Mars



Mercury



Pluto





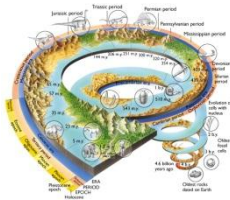
# GEOLOGIJA S PALEONTOLOGIJO

Tam zunaj v neraziskanih zaplotjih nekega popolnoma nemodernega predela Galaksije onkraj Zahodnega spiralnega rokava plava majhno neugledno rumeno sonce

Okrog njega kroži v razdalji kakih dvaindevetdeset milijonov milj skrajno nepomemben modrozelen planetič, katerega iz opic izvirajoče življenske oblike so tako obupno zaostale, da se jim zdijo digitalne zapestne ure kar bistra pogruntavščina.

*Douglas Adams: Štoparski vodnik po galaksiji*





# GEOLOGIJA S PALEONTOLOGIJO



Zemlja

# Zemlja: osebna izkaznica

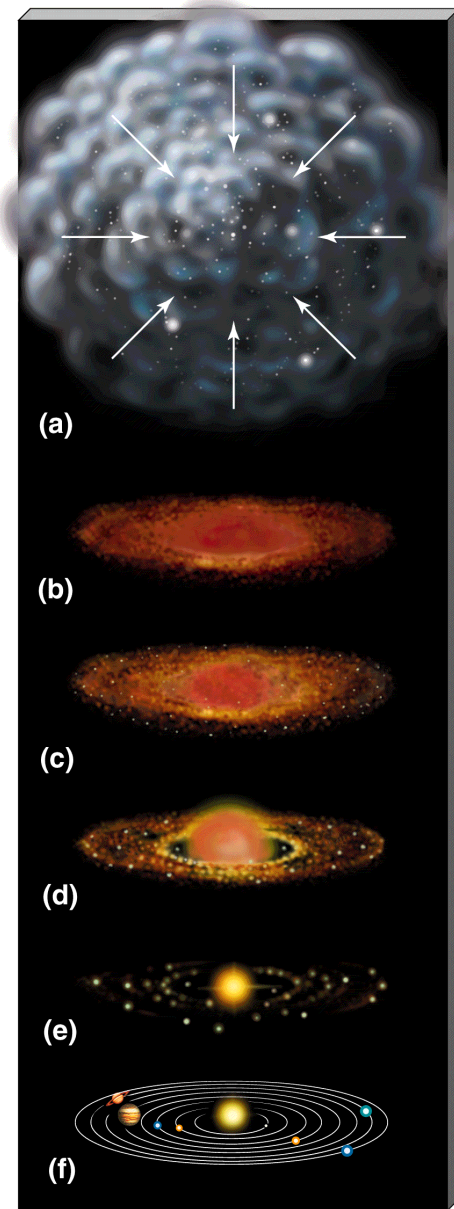
- tretji planet v osončju Sonca
- skupaj z Merkurjem, Venero in Marsom spada med terestrične planete (gostota presega  $3\text{g/cm}^3$ )
- edini planet osončja, ki ima pravo fizikalno – kemično zgradbo potrebno za vzdrževanje življenja





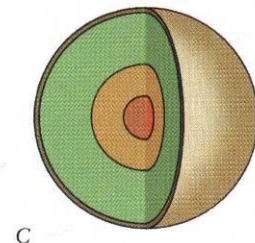
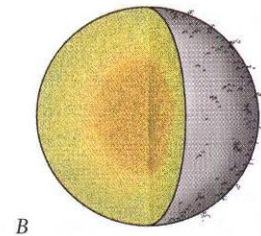
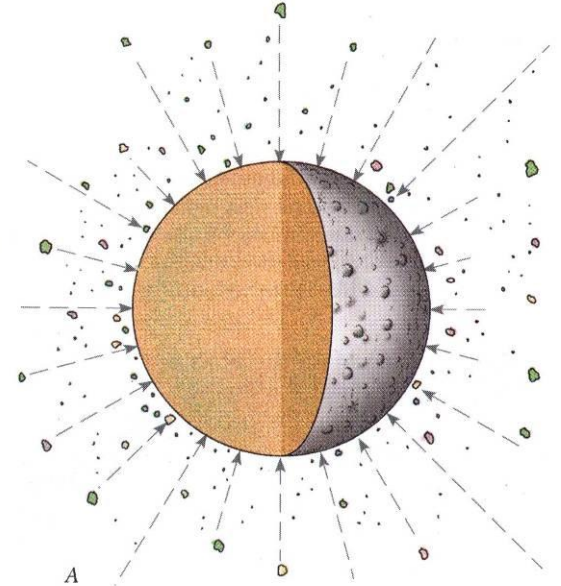
# Nastanek Sončnega sistema: Nebularna hipoteza

- a) in (b) solarna nebula se krči in ščasoma splošči v vrteči disk (pred 5 milijardami let).
- (c) Akrecijska teorija: prašni delci so kondenzacijska jedra, v velikosti nekaj metrov, ki tvorijo osnovno maso okoli katere se zbira materija.
- (d) Močni solarni vetrovi iz (še vedno) nastajajočega Sonca izpihujejo nebularni plin
- (e) Planetezimali se zaletavajo in rastejo
- (f) Skozi stotine milijonov let, planetezimali tvorijo nekaj velikih planetov, ki potujejo v približno okroglih orbitah (4,6 milijarde let)



# Diferenciacija Zemlje

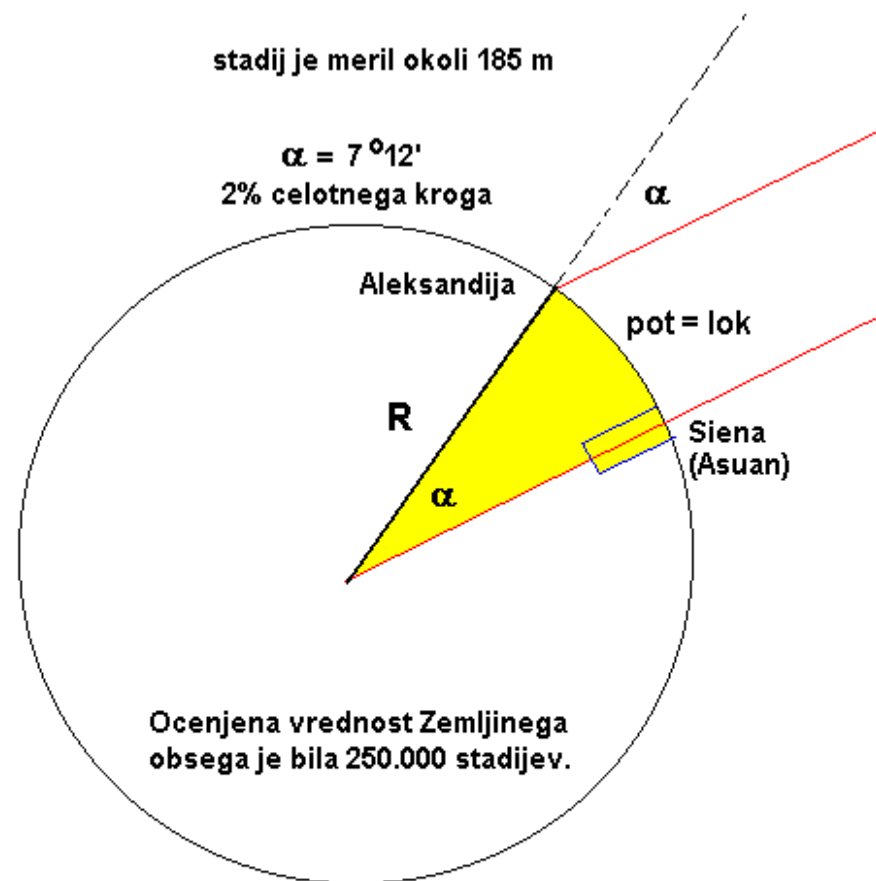
- Zemlja ni homogen planet
- Diferenciacija homogenega planeta
- Energija potrebna za delno topljenje je prišla iz:
  - kinetične energije meteoritskega bombardiranja
  - toplota sproščena zaradi gravitacijske kompaktacije
  - razpad radioaktivnih izotopov, ki jih je bilo na začetku več kot danes (zaradi kratkih razpolovnih dob nekaterih izotopov)
- Dva modela akrecije:
  - MODEL HLADNE AKRECIJE
  - MODEL VROČE AKRECIJE





# Oblika Zemlje

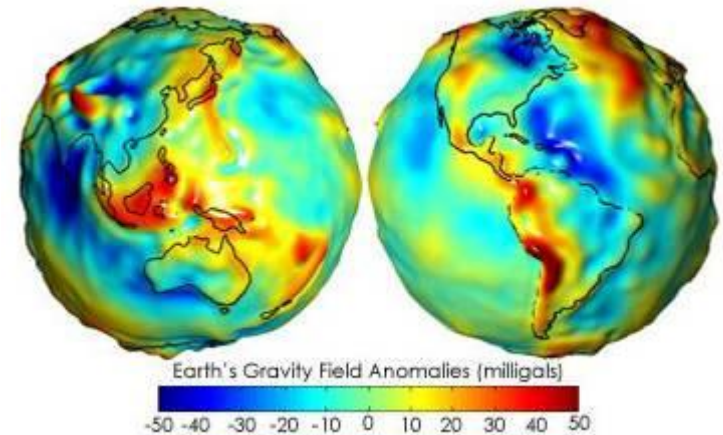
- obliko Zemlje so poznali že v starem veku (Erastoten 275 - 195 p.n.št.)



$$R = \frac{\text{lok}}{\alpha}$$

# Oblika Zemlje

- Zemlja je približno okrogla: triosni elipsoid: geoid
- veliki ekvatorialni polmer je 6378 km
- mali polarni polmer 6357 km
- prostornina Zemlje je  
 $108000000000000000 \text{ km}^3$
- gostota Zemlje:  $5.519 \text{ g/cm}^3$
- masa Zemlje:  $5.976 \times 10^{21} \text{ t}$



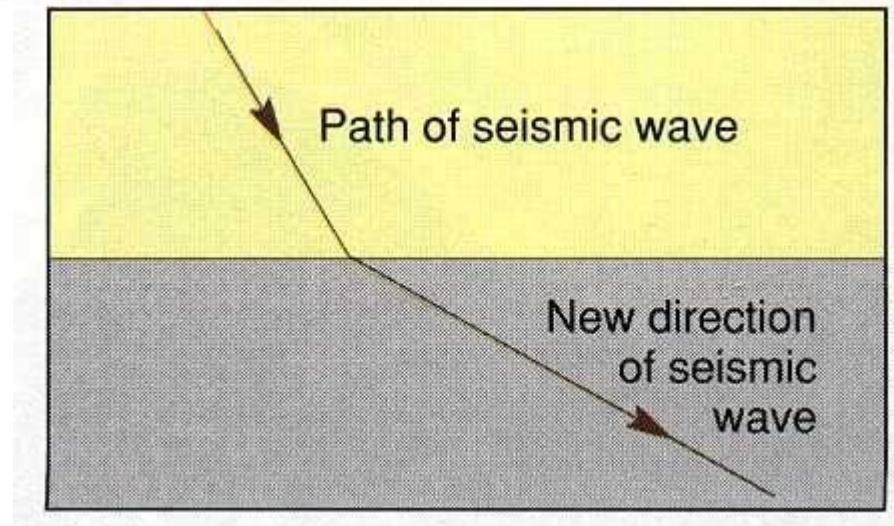
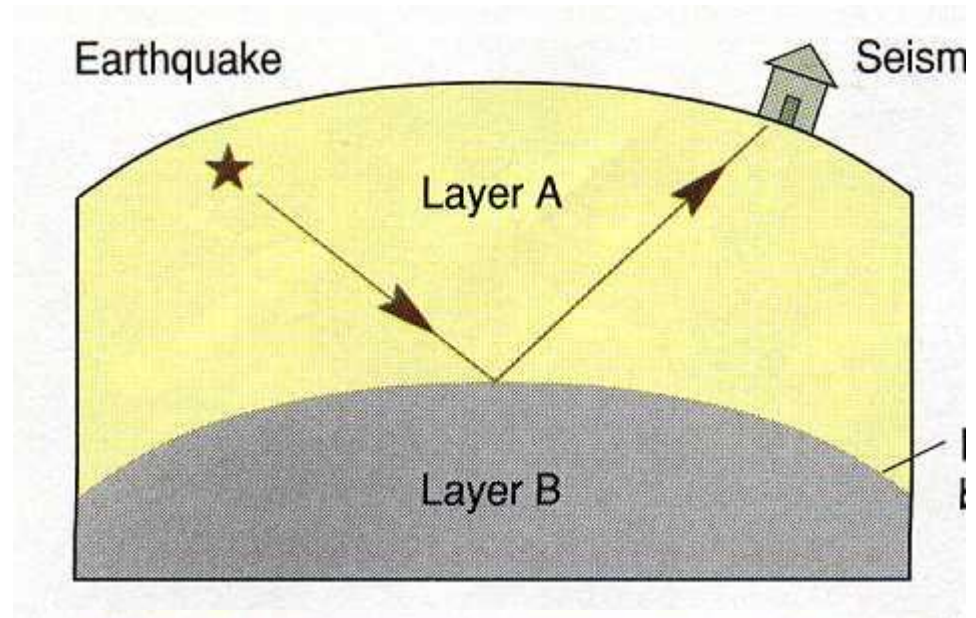
# Zgradba Zemljine notranjosti

- raziskave Zemljine notranjosti so večinoma posredne in le v manjši meri neposredne
- neposredne raziskave
  - najgloblji rudniki: do 3 km
  - najgloblje naftne vrtine 8 km
  - najgloblja znanstvena vrtina: 12 km
- posredne raziskave: **GEOFIZIKA:**
  - študija seizmičnih valov,
  - študija gravitacije
  - študija Zemljinega magnetnega polja in
  - toplote



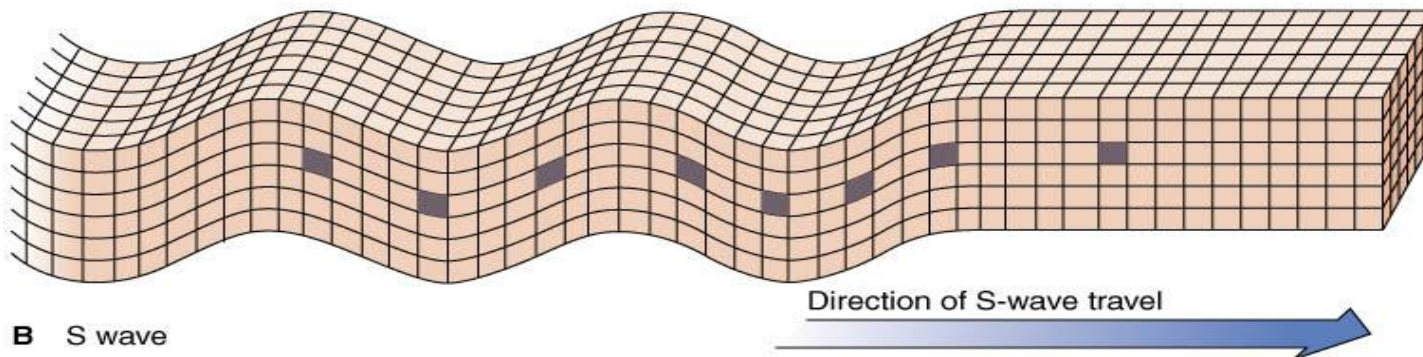
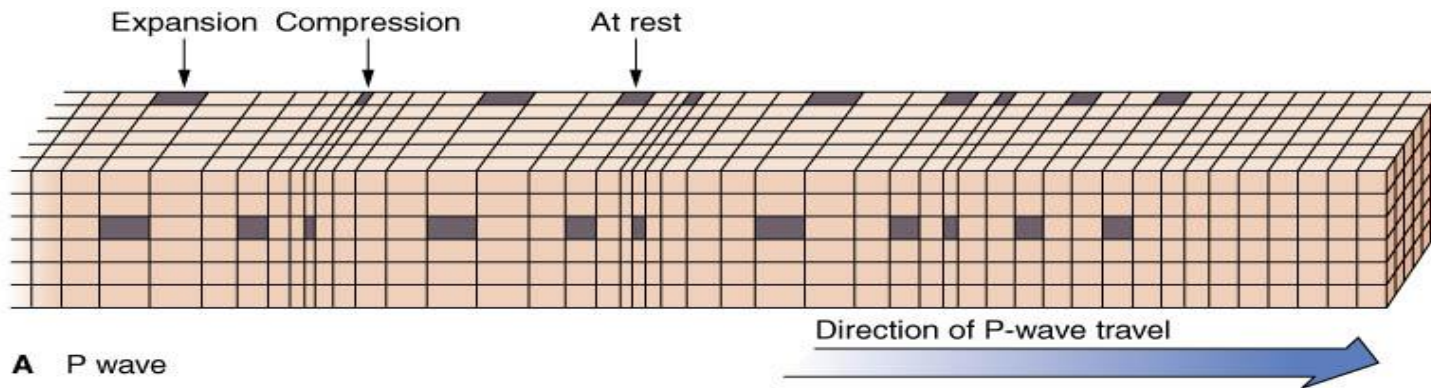
# Zgradba Zemljine notranjosti

- dokazi seizmičnih valov
  - seizmična refleksija (odboj)
  - seizmična refrakcija (lom)



# Zgradba Zemljine notranjosti

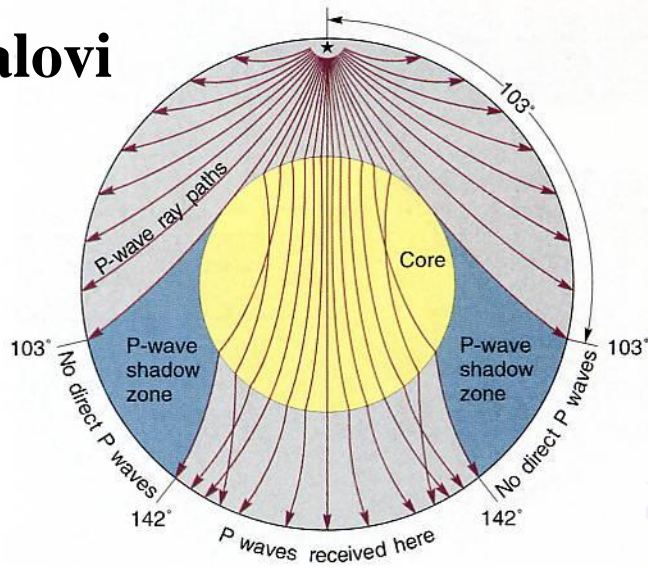
- poznamo več vrst seizmičnih valov
- P valovi: longitudinalni valovi
- S valovi: transverzalni valovi



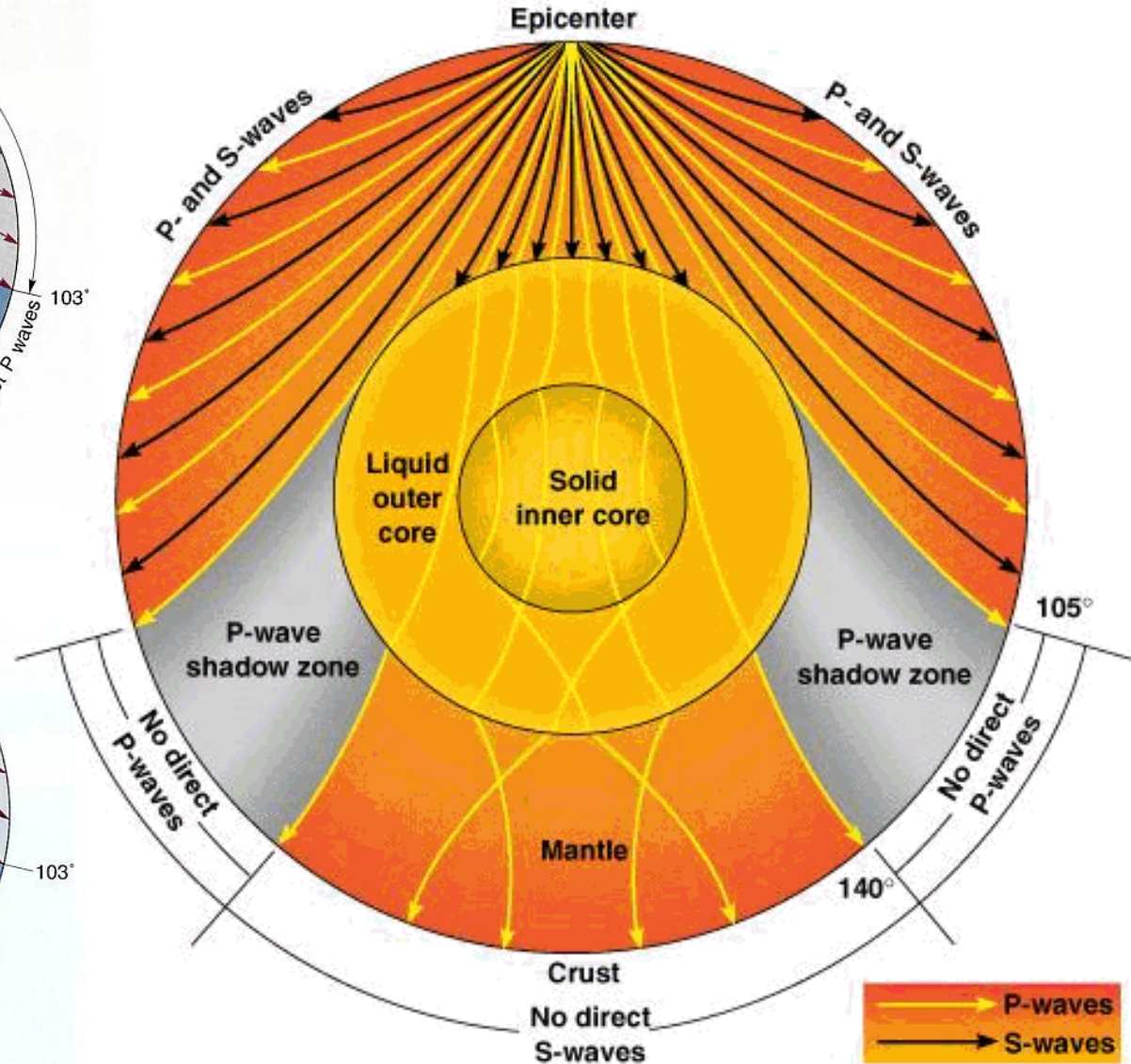
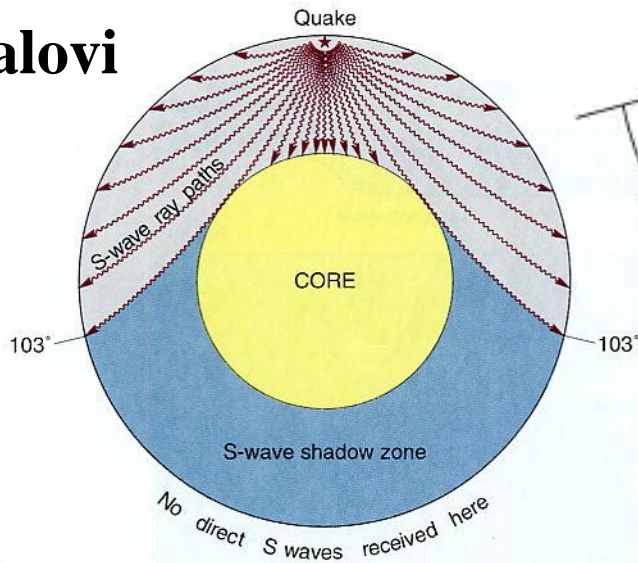


# Zgradba Zemljine notranjosti

## P valovi



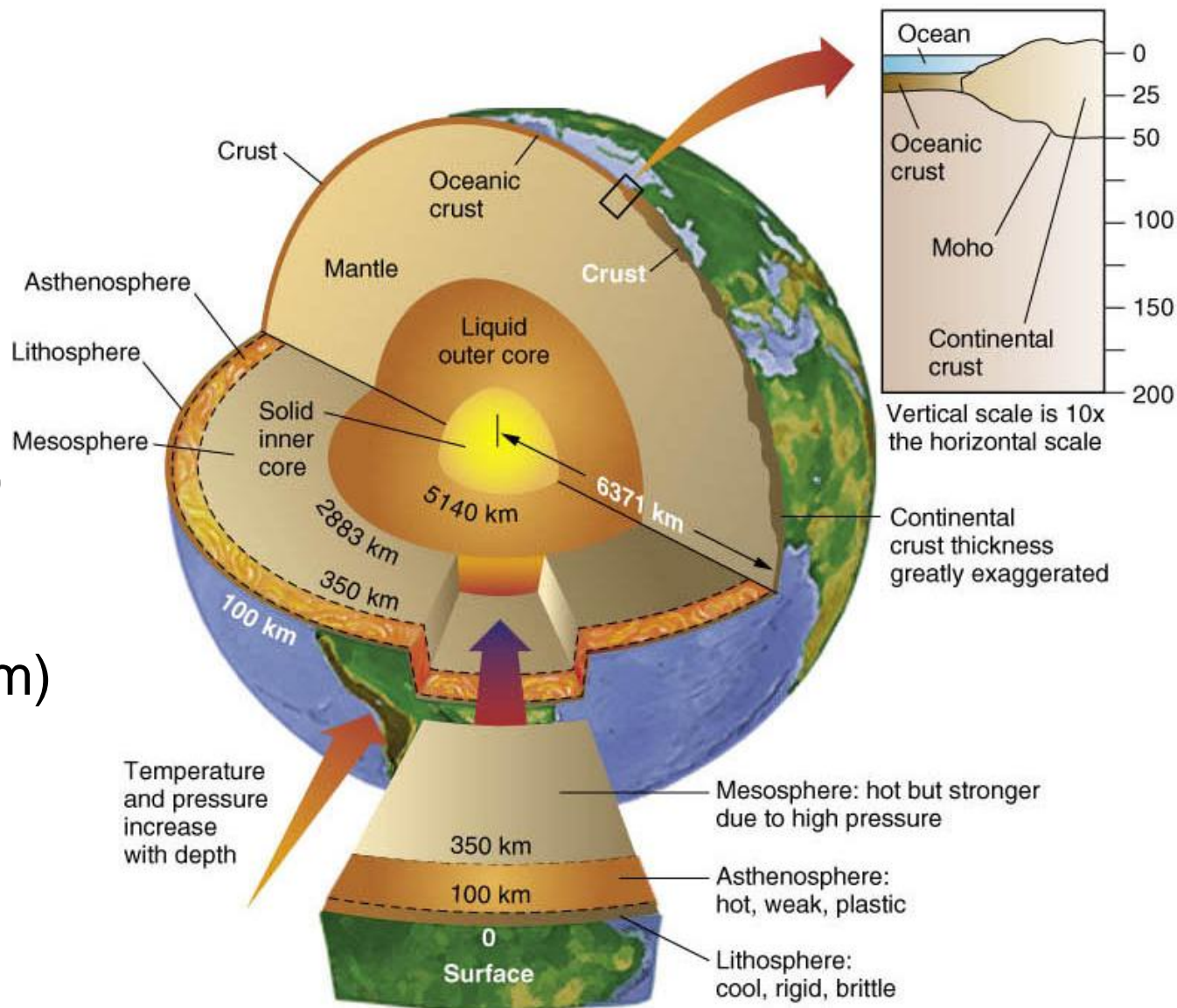
## S valovi





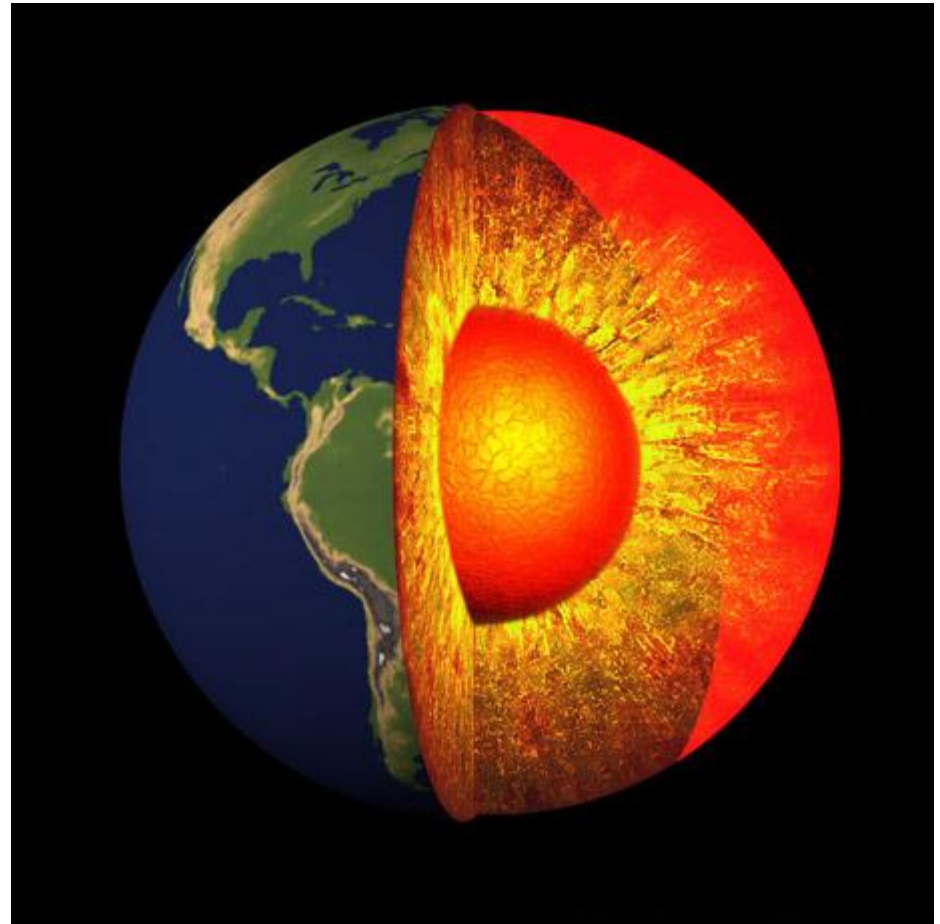
# Zgradba Zemljine notranjosti

- Zemlja je sestavljena iz:
  - jedra (3500km)
    - notranje
    - zunanje
  - plašča (2850km)
    - spodnji
    - zgornji
  - skorje (7 do 70km)
    - oceanska
    - kontinentalna



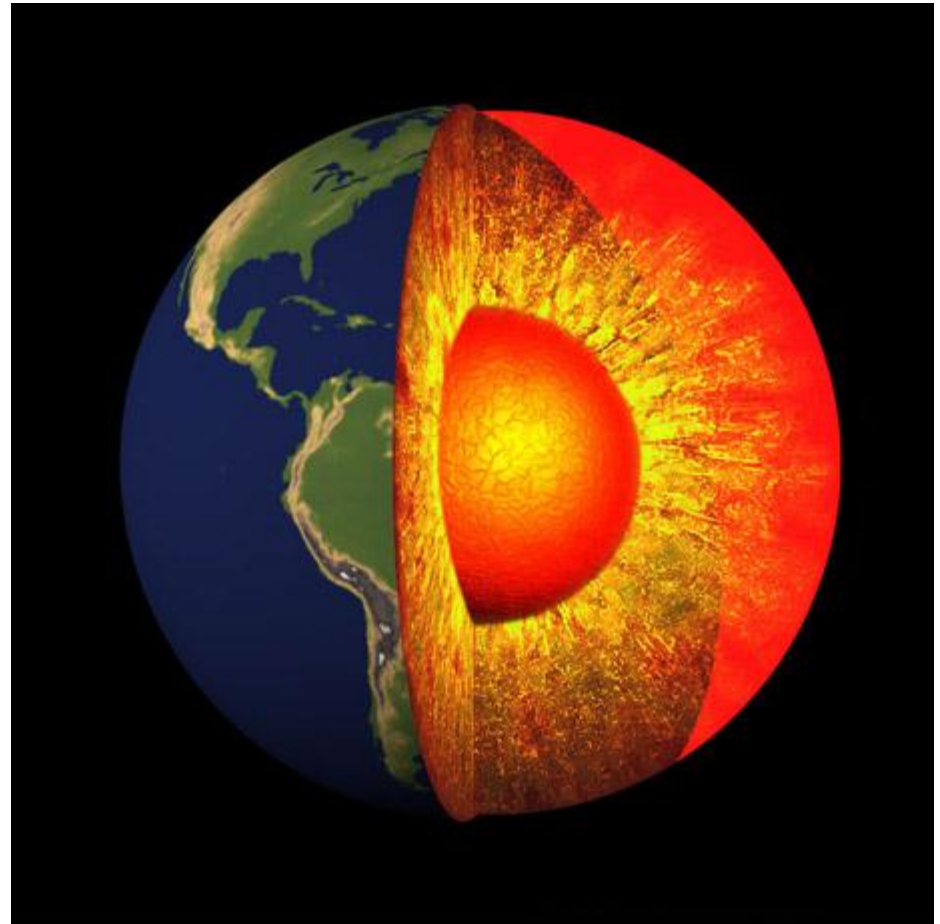
# Zemljino notranje jedro

- veliko je 1220km
- je trdno
- sestavljeno  
večinoma iz Fe  
in Ni
- temperatura
  - 5000 6000°C
- tlak 350 GPa ali
  - 3 000 000  
atmosfer



# Zemljino zunanje jedro

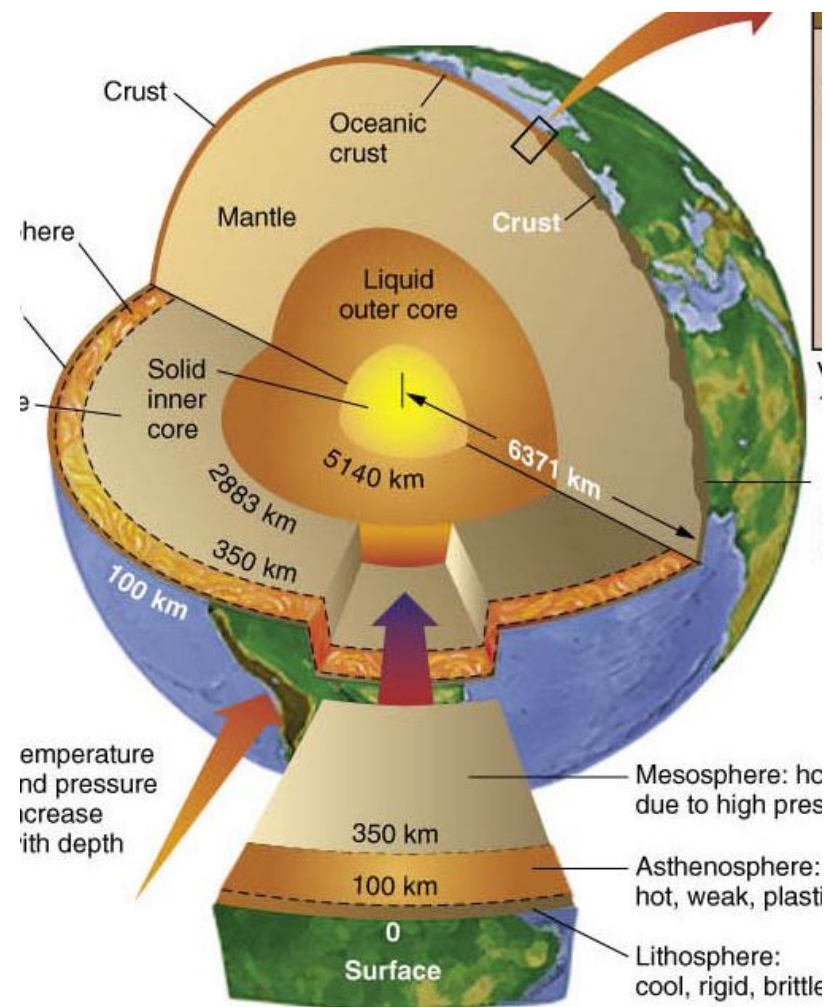
- veliko je 2250km
- je tekoče
- sestavljeno iz Fe, Ni in lažjih elementov
- temperatura
  - 5000 6000°C
- tlak 100- 150 GPa
  - 1 500 000 atmosfer
- gostota
  - 5,5 do 6,5 g/cm<sup>3</sup>





# Zemljin plašč

- debelina 2850km
- elastično trdno stanje
- sestavljen je iz ultramafičnih kamnin
- gostota  $3,3 \text{ g/cm}^3$
- temperatura
  - ob stiku z jedrom do  $4000^\circ\text{C}$
  - pri vrhu  $500\text{-}900^\circ\text{C}$
- konvekcijsko gibanje



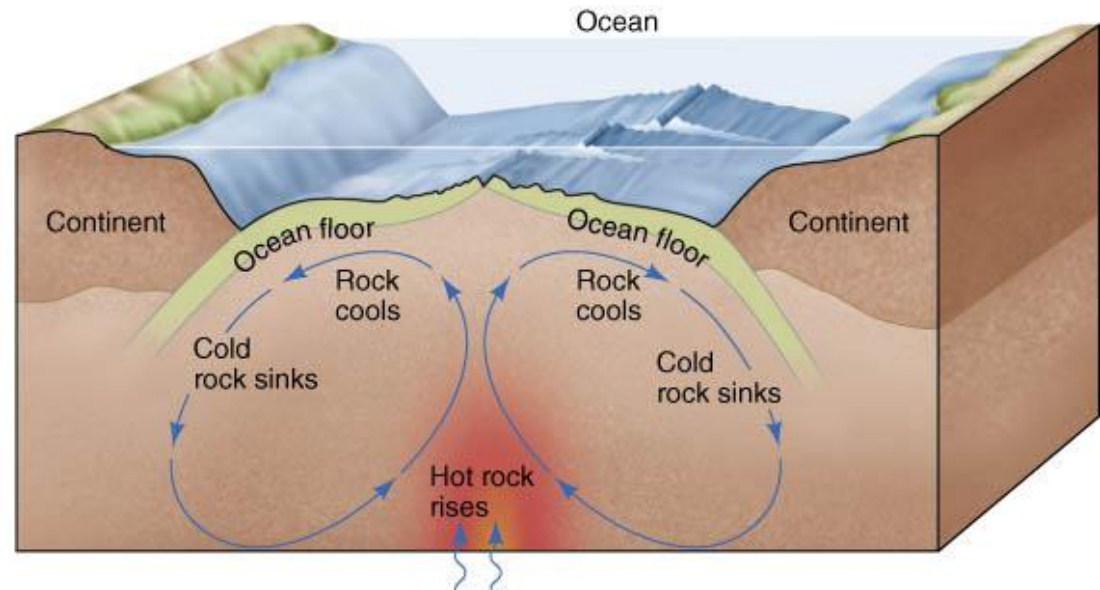
# Zemljin plašč

- Konvekcijsko gibanje

A.

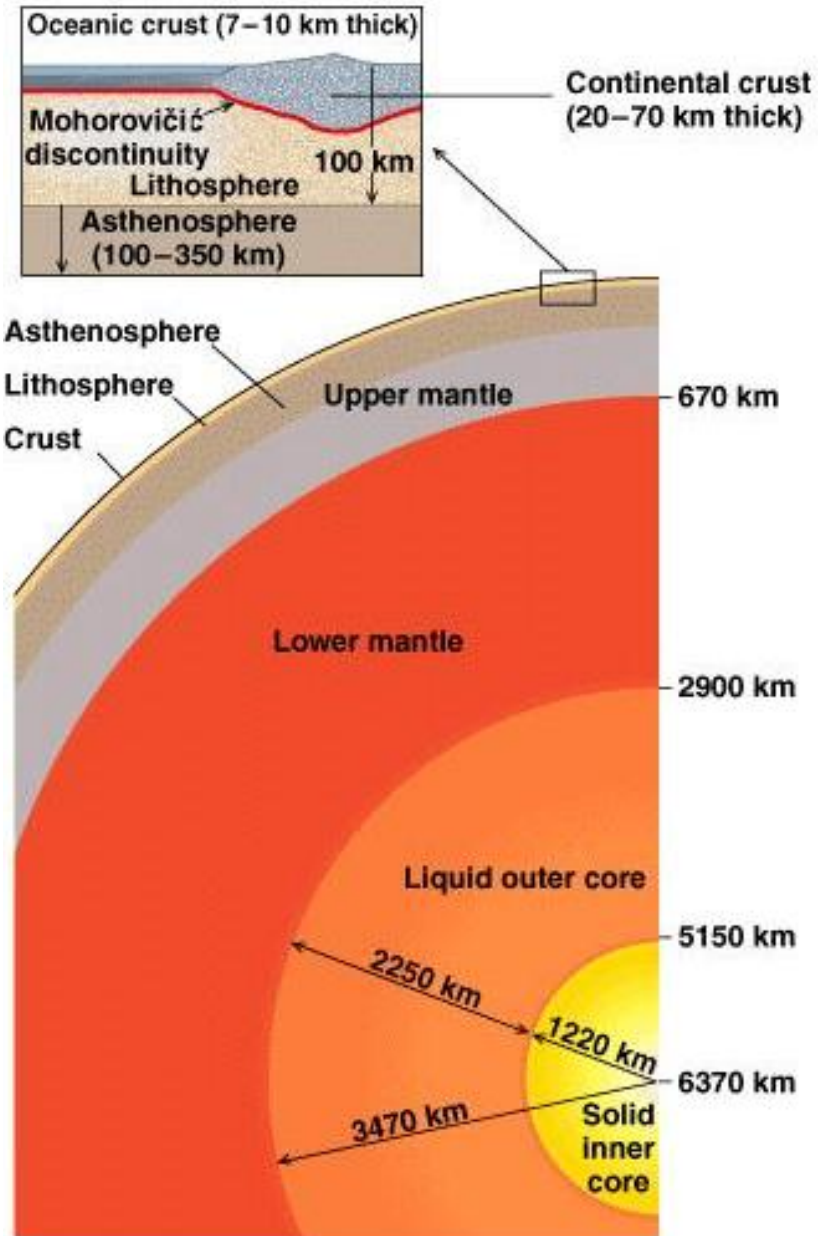


B.



# Zemljin plašč

- zgornji del plašča
- astenosfera
  - delno tekoča
  - delno plastična
- del litosfere

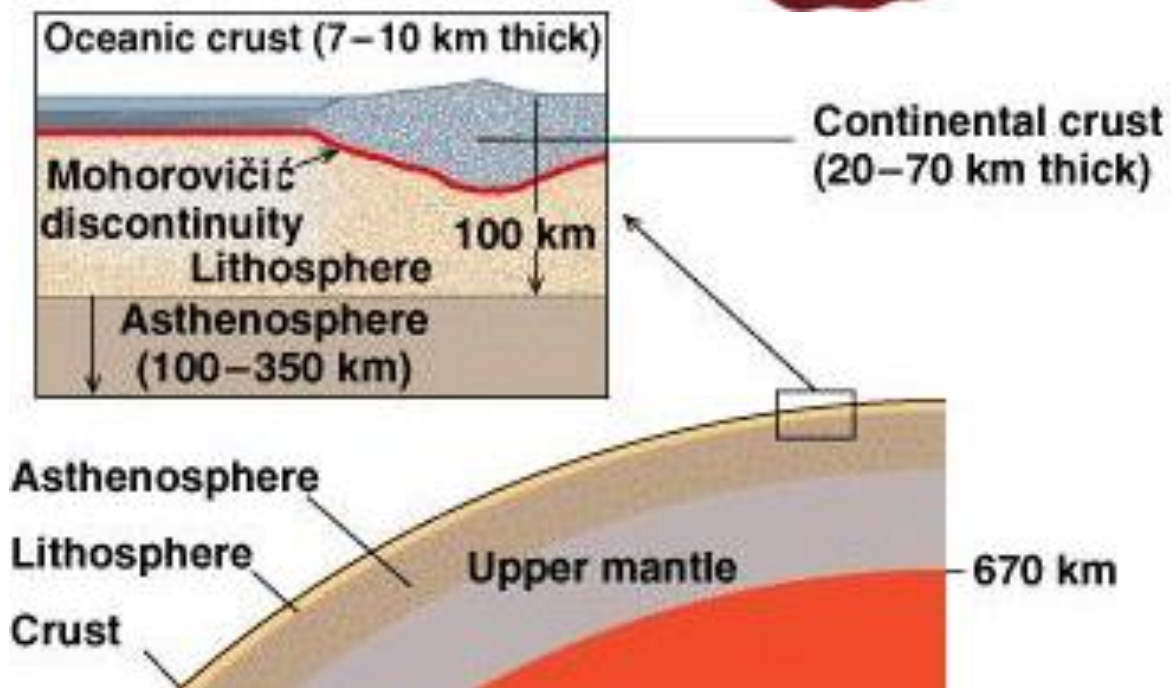




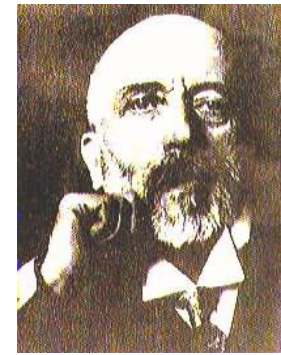
# Litosfera



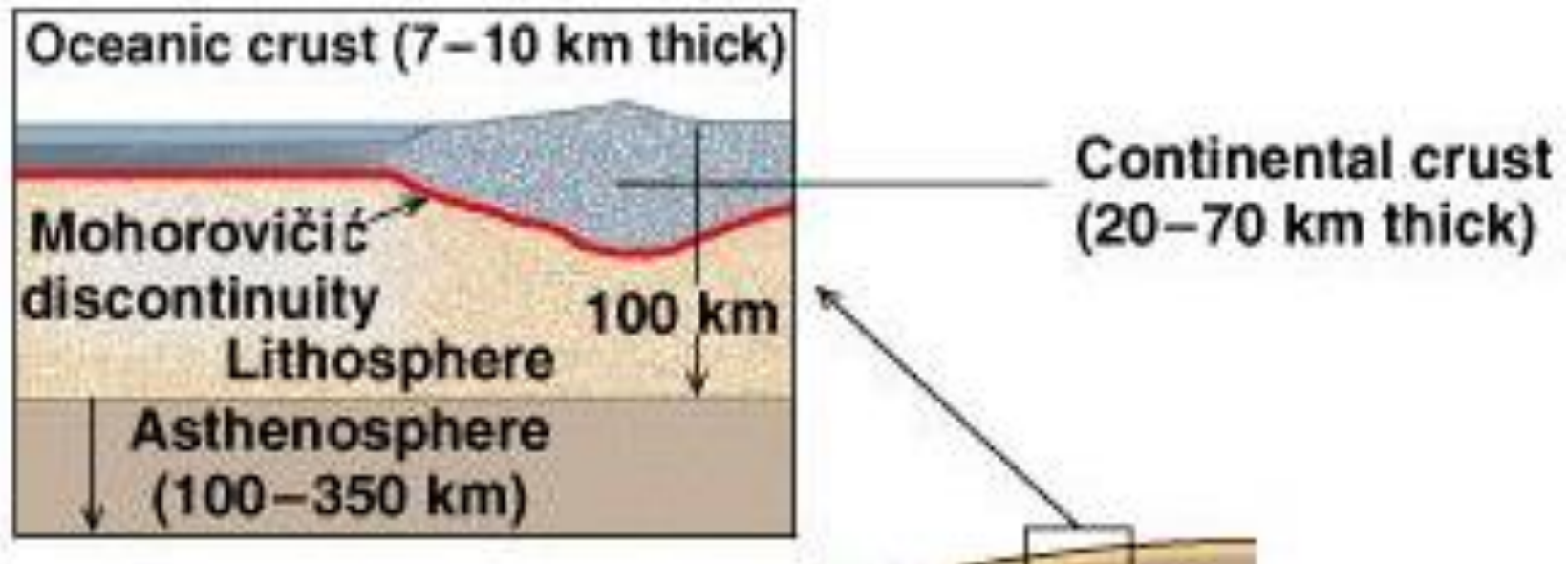
- trdni zunanji del Zemlje
- različna debelina pod oceani in kontinenti
- razdeljena na litosferske plošče
- potuje po astenosferi



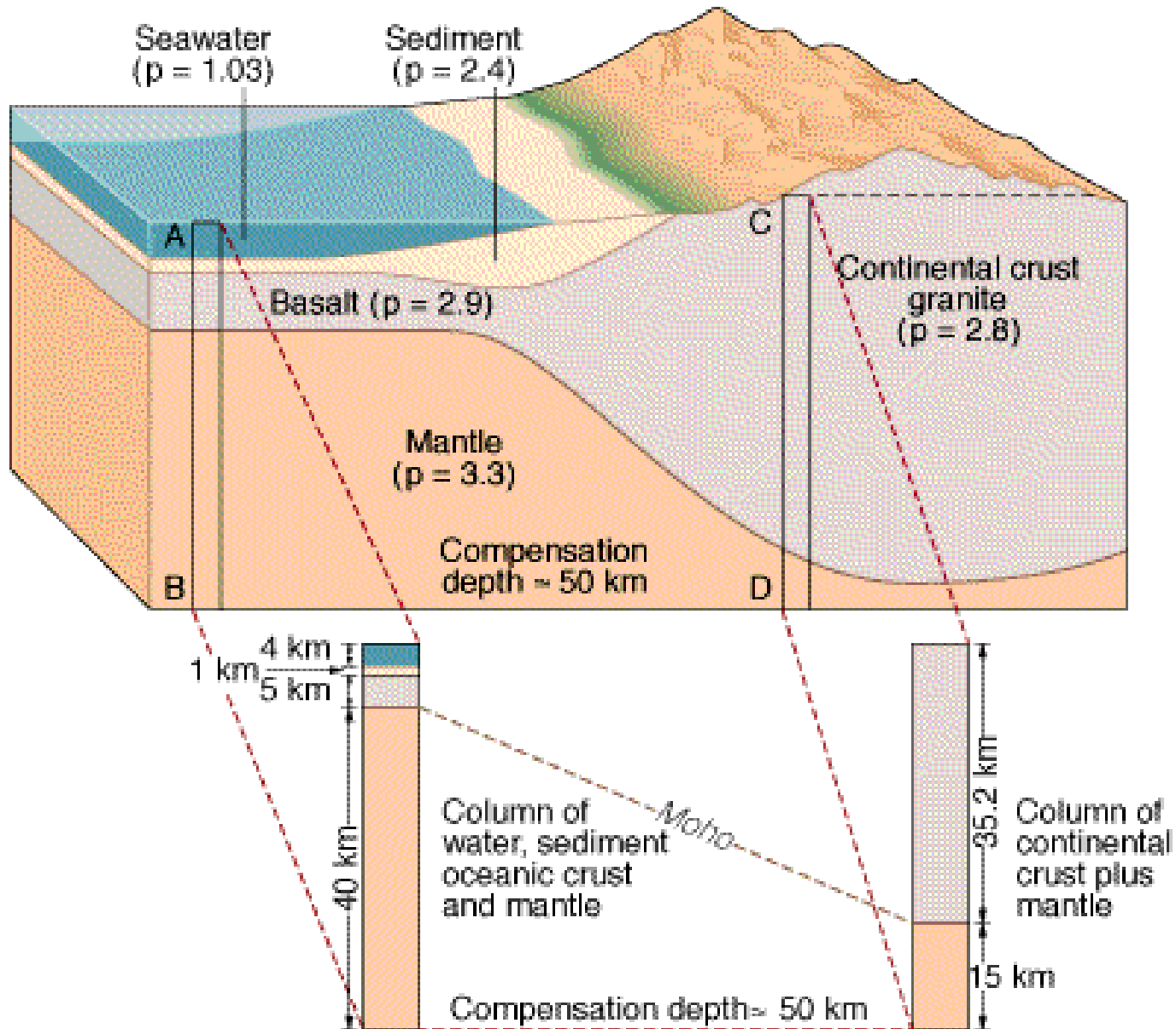
# Zemljina skorja



- od zgornjega dela plašča jo loči Mohoričičeva diskontinuiteta (MOHO)
- se deli na kontinentalno in oceansko (različna sestava in različna debelina)
- MOHO
  - pod oceani na 10km globine
  - pod kontinenti od 20 do 70km globine



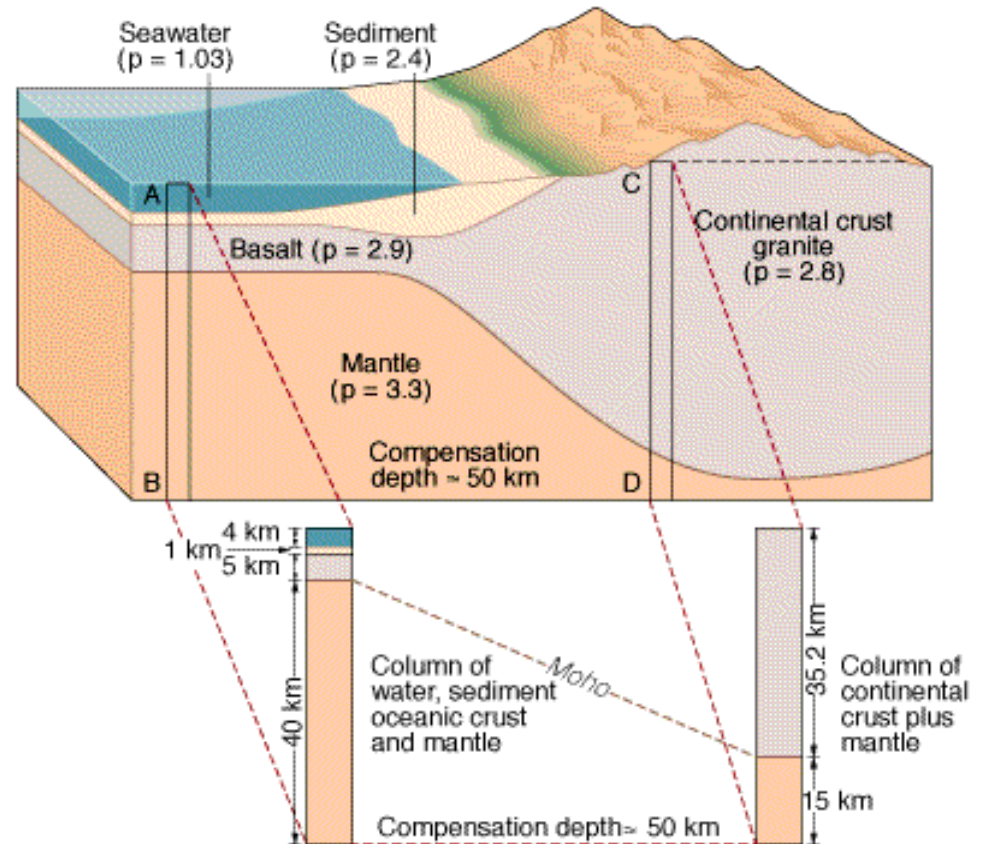
# Zemljina skorja





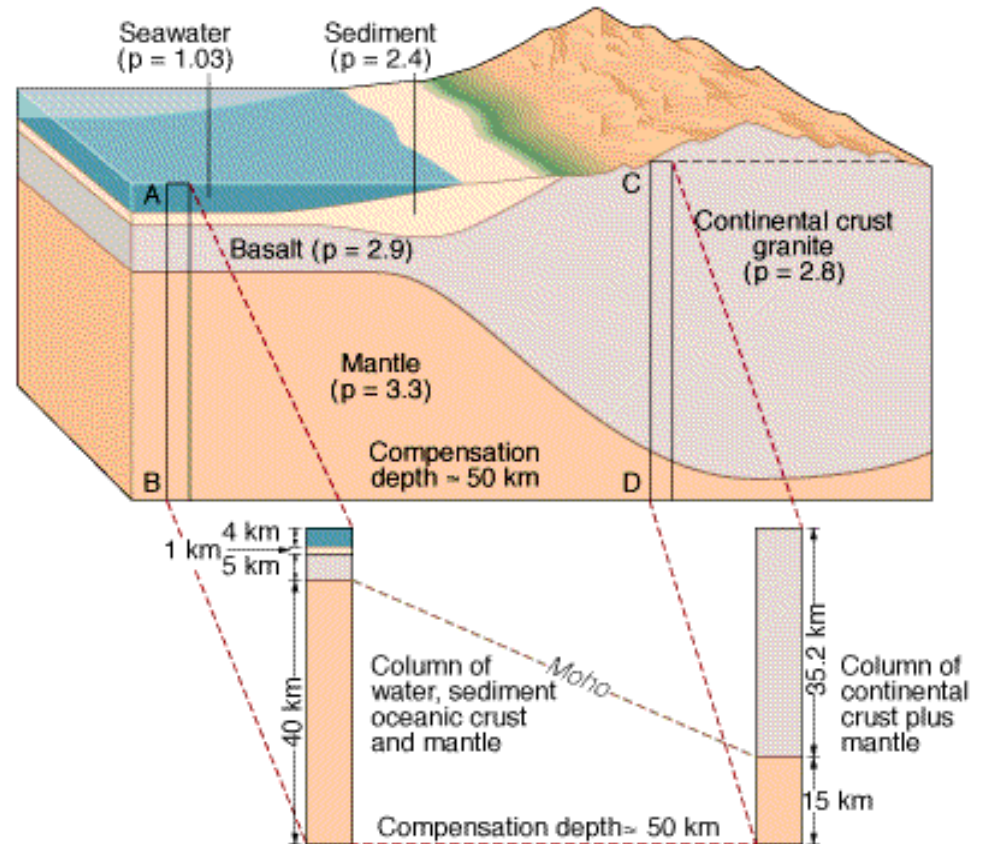
# Oceanska skorja

- debela 5-8km
- sestava bazalta
- večinoma Si in Mg (SIMA)
- gostota  $3,3 \text{ g/cm}^3$



# Kontinentalna skorja

- debela povprečno 30-50km
- sestava granita
- večinoma Si in Al (SIAL)
- gostota  $2,8 \text{ g/cm}^3$



# FIZIKALNE LASTNOSTI ZEMLJE

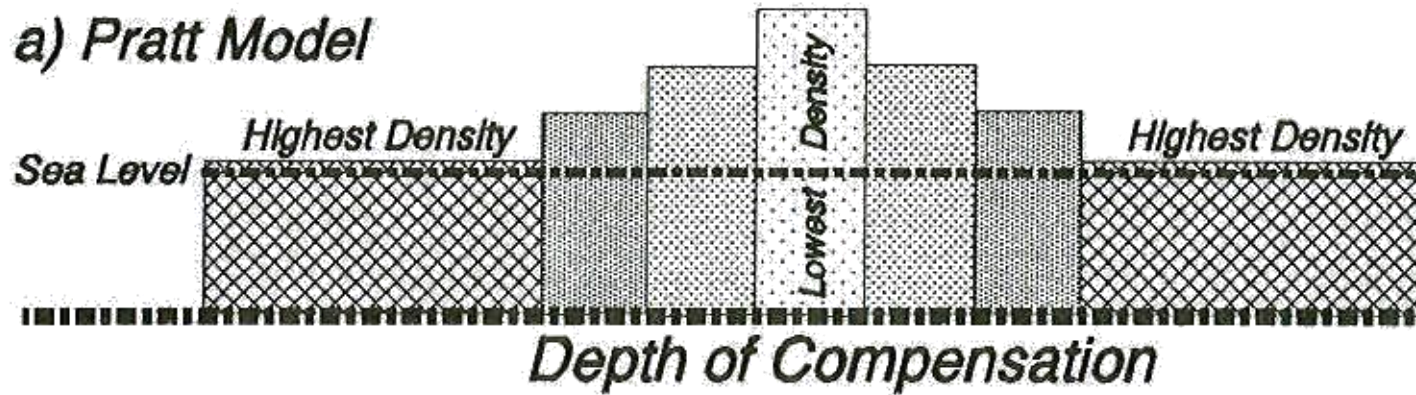




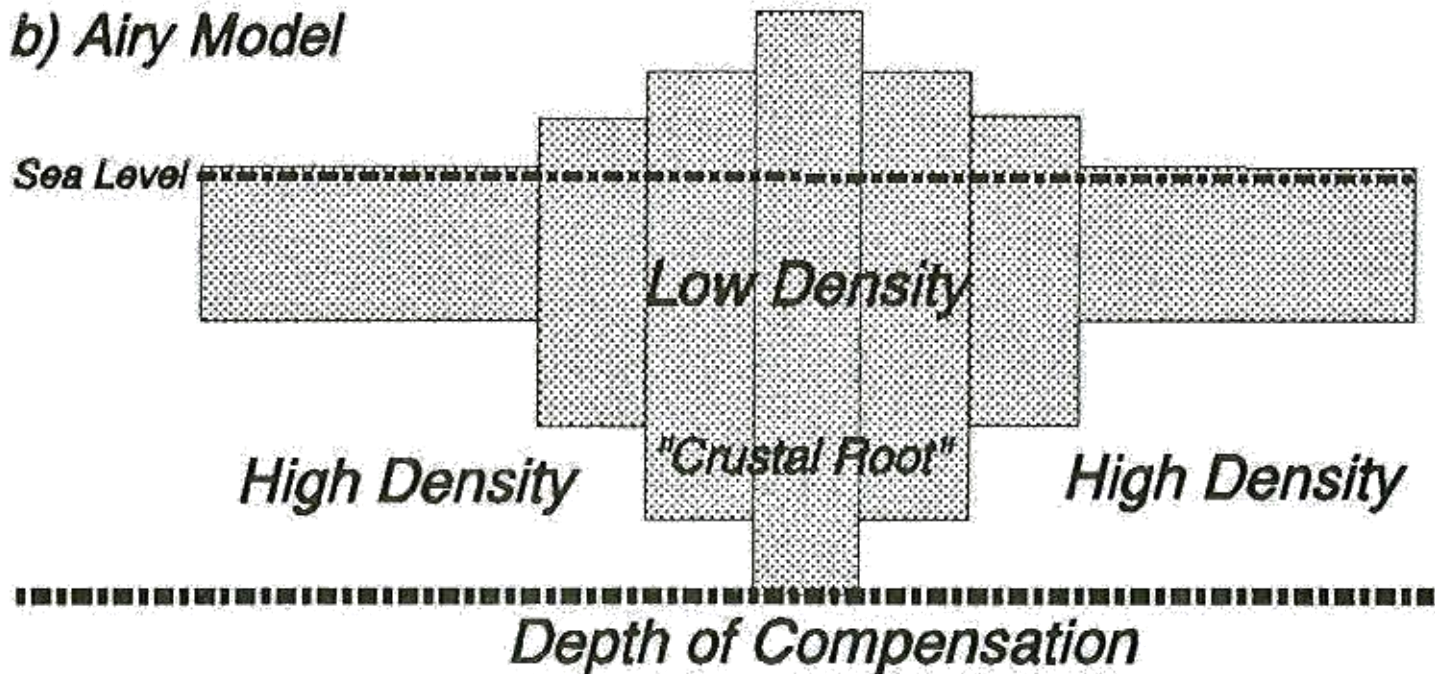
# Izostazija

- Izostazija je ravnotežje, ki nastane zaradi različne teže blokov v litosferi.
- **Prattov** model, različno veliki bloki različne gostote potopljeni enako globoko.
- **Airyjev** model, bloki enake gostote različno potopljeni v astenosfero.

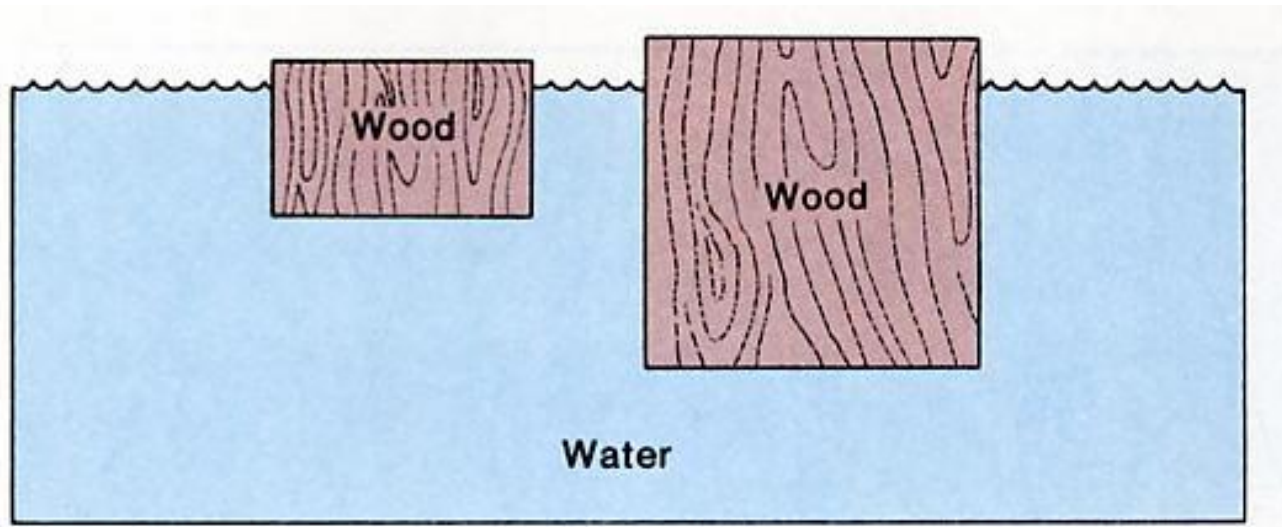
*a) Pratt Model*



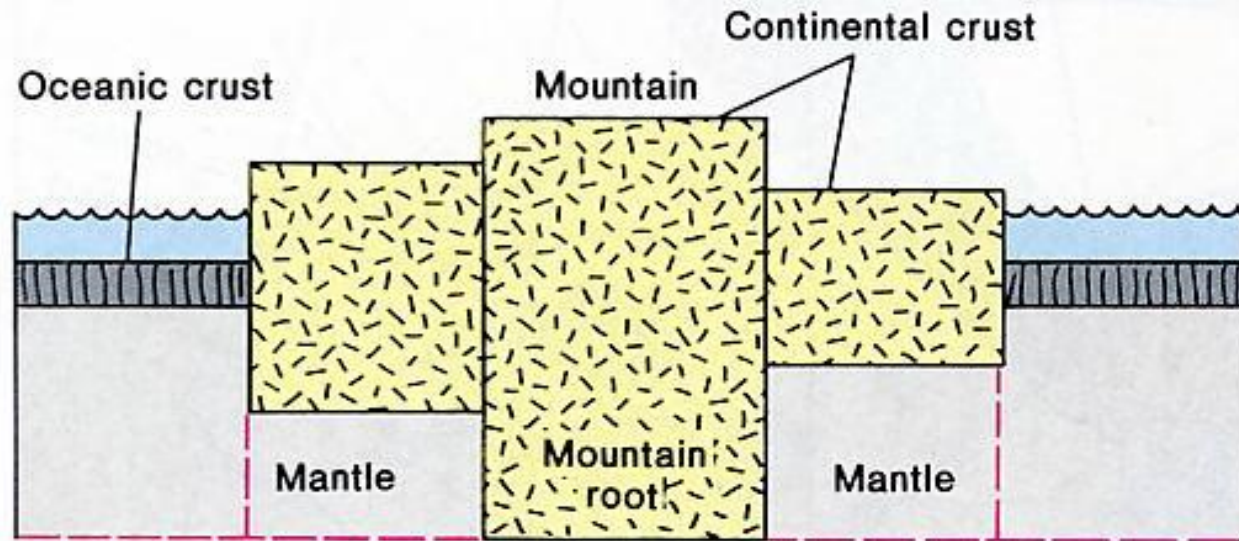
*b) Airy Model*



# Izostazija

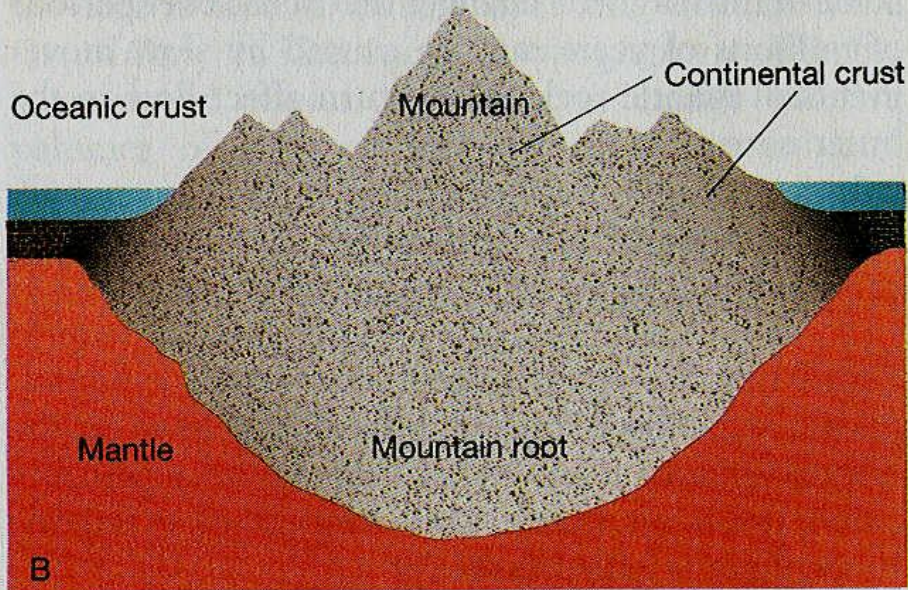
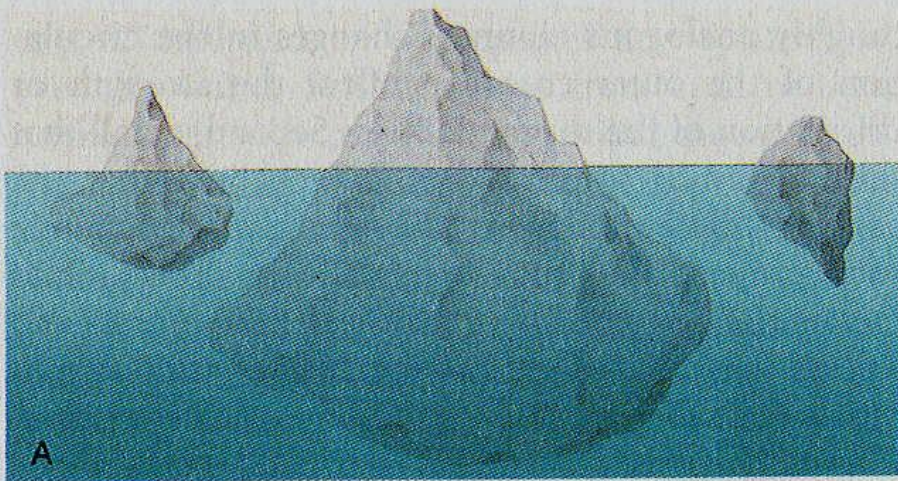


A

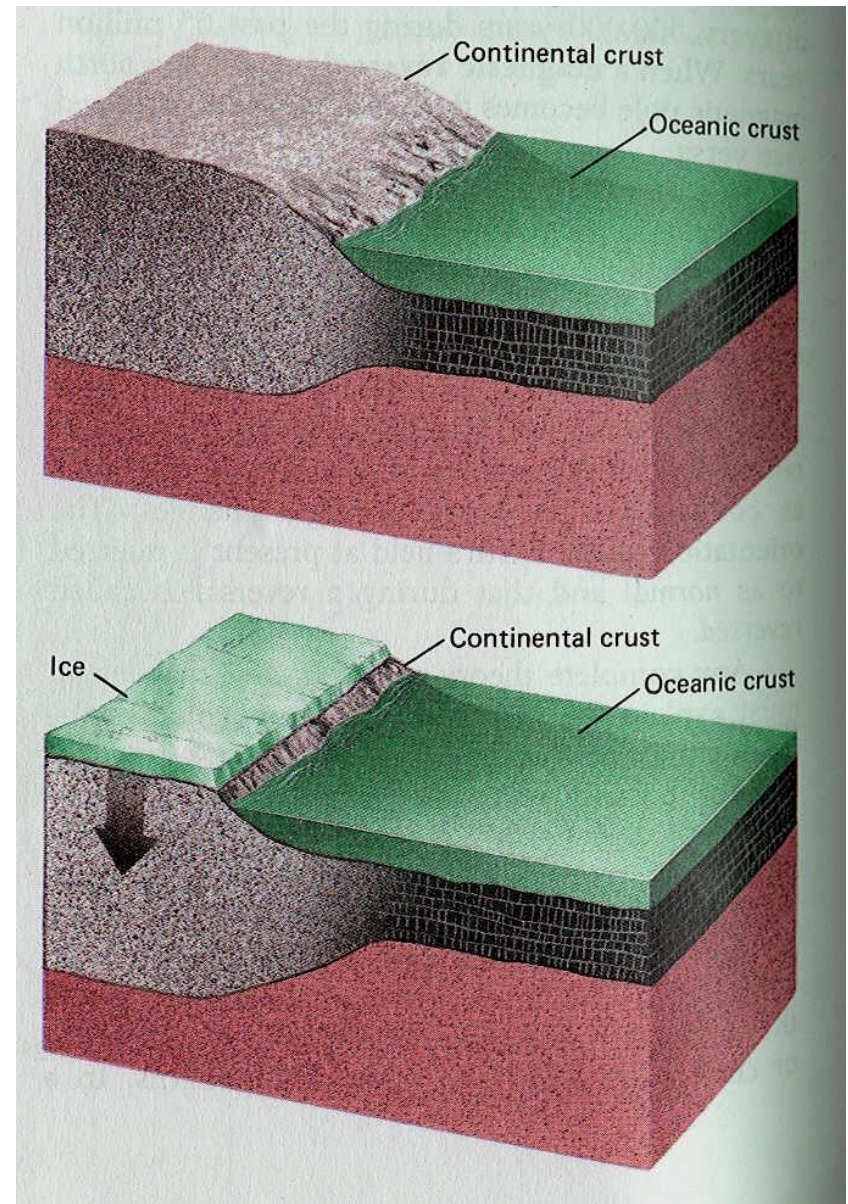


B





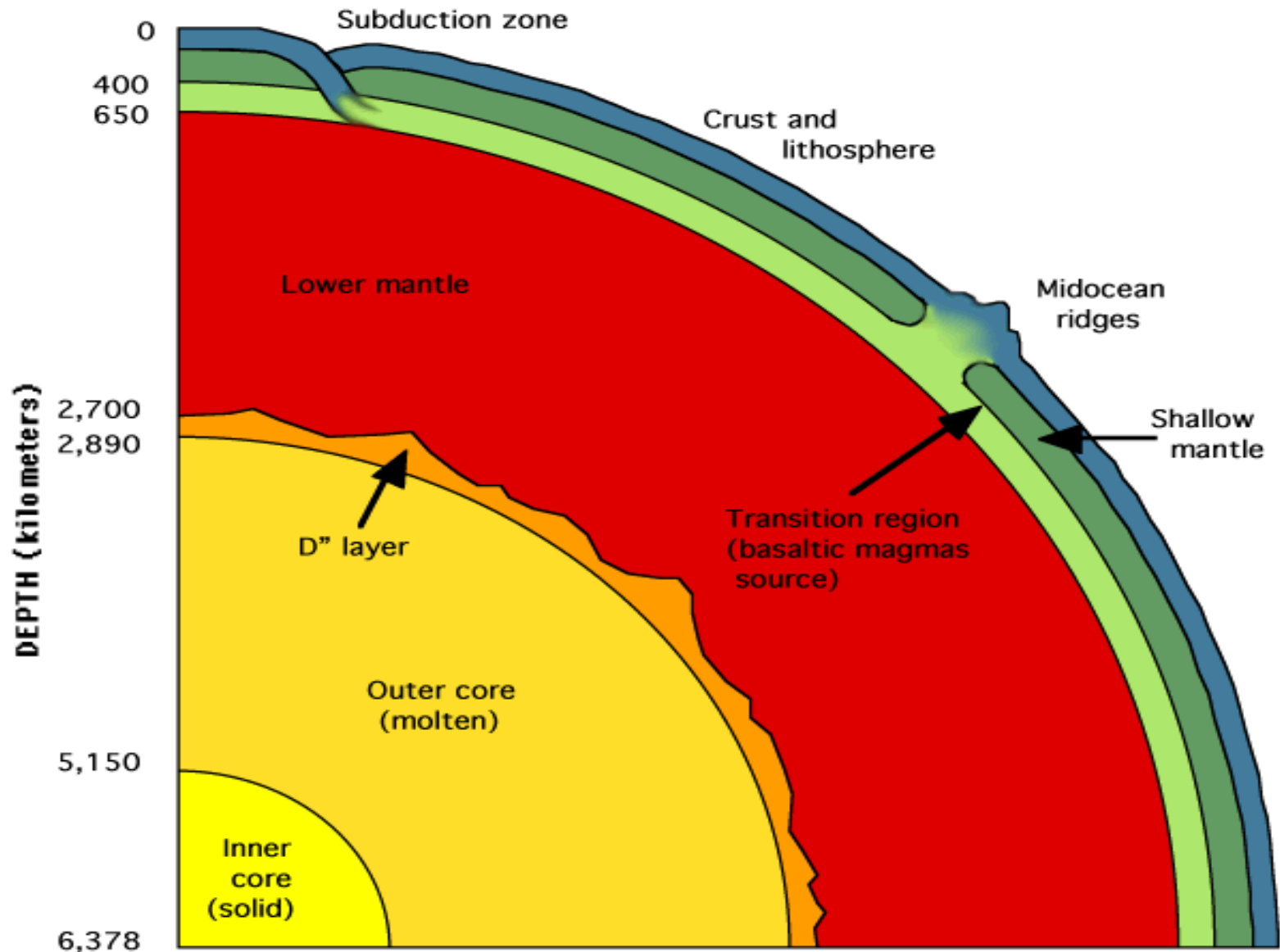
Pogreznitev kontinentalne skorje  
v zgornji plašč



Vpliv ledu na obtežitev  
kontinentalne skorje



# Toplota: geotermična stopnja



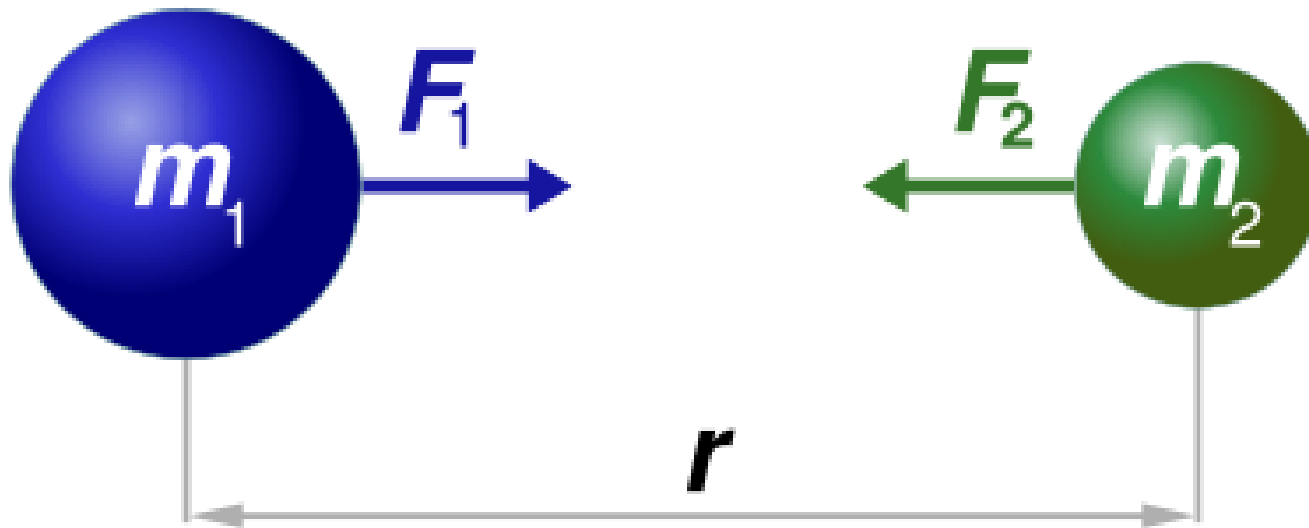
# Toplota: geotermična stopnja

- Temperatura narašča v globino od Zemljinega površja v smislu toplotnega gradienta ali geotermične stopnje.
- Gradient je na različnih mestih na Zemlji različen. Odvisen je od kontinenta in položaja proti vroči točki.
- Geotermalni gradient variira od  $10^{\circ}\text{C}/\text{km}$  do  $40^{\circ}\text{C}/\text{km}$ .
- Kamnine v Zemljini skorji so podvržene povečani temperaturi, ki povzroča metamorfozo. Metamorfoza je odvisna od temperature in trajanja njenega vpliva.
- V naših krajih je geotermalna stopnja  $1^{\circ}\text{C}/33\text{ m}$  globine.



# Gravitacija

Newtonov gravitacijski zakon



$$F_1 = F_2 = G \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$$

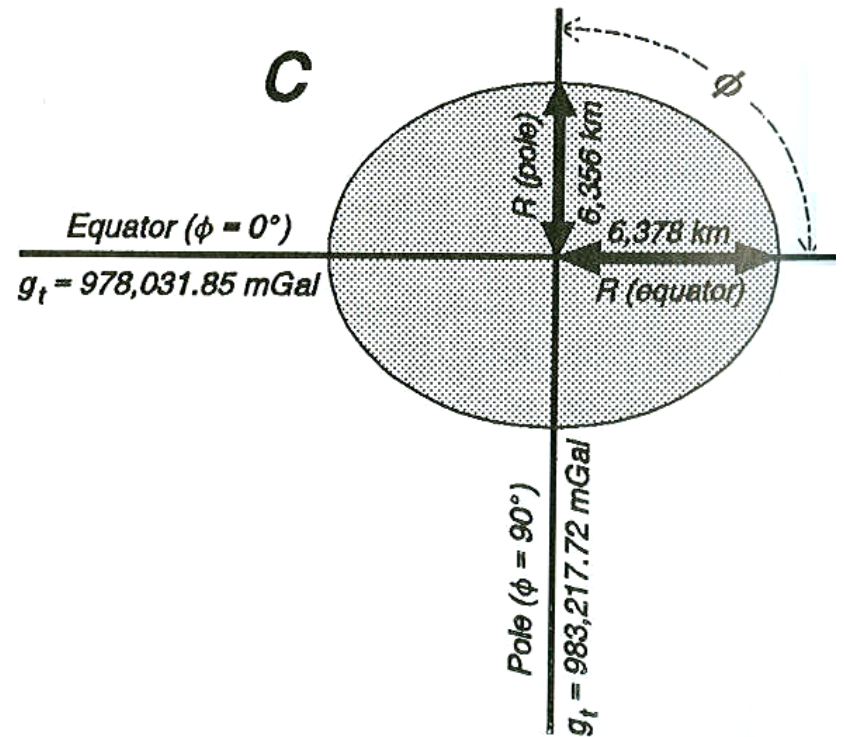
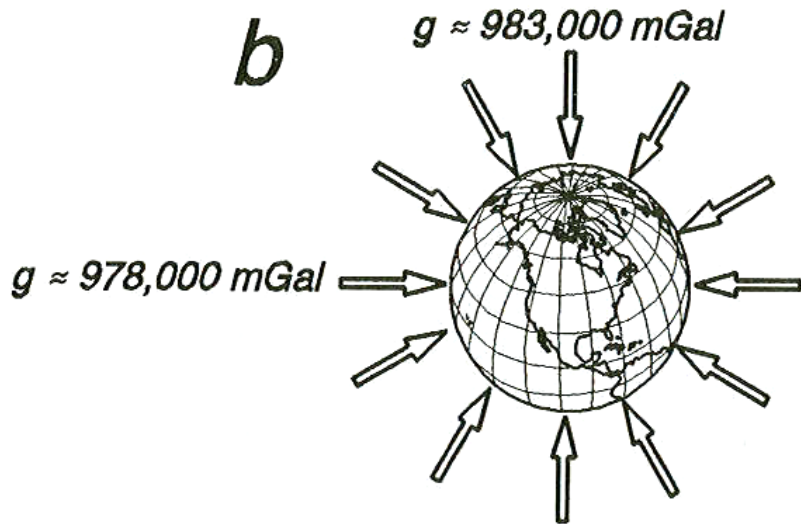
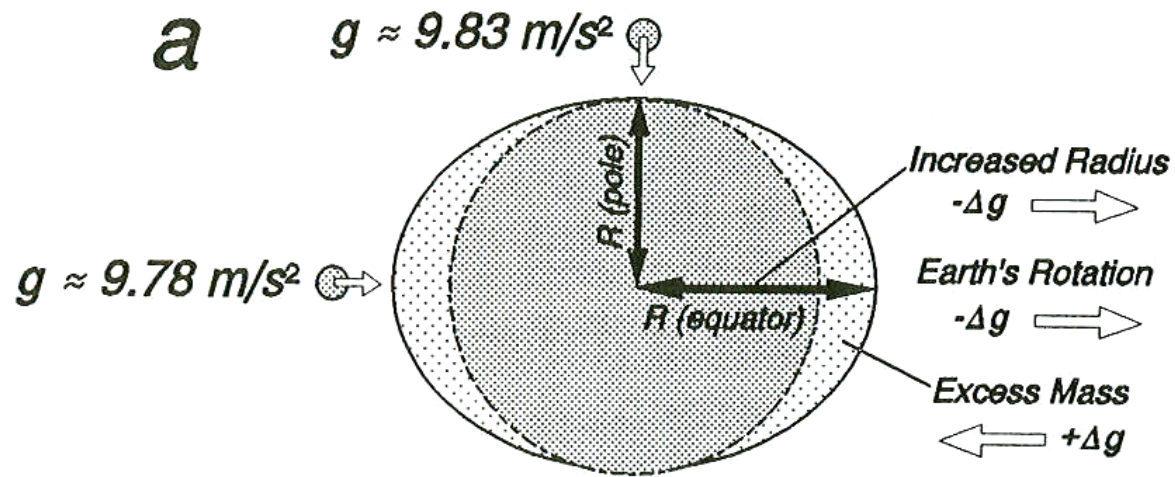
# Gravitacija

- Zemlja ima zaradi svoje mase gravitacijsko polje v katerem so vsa telesa na Zemljinem površju in v njegovi bližini.
- Po Newtonu  $F = G \cdot m_1 \cdot m_2 / r^2$ 
  - F: privlačnostna sila
  - $m_1, m_2$ : masa
  - r: razdalja med telesi
  - G: gravitacijska konstanta  $6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$
- Nasproti deluje centrifugalna sila
- Ker Zemlja ni homogeno telo nastopajo gravitacijske anomalije. Črte enakih anomalij imenujemo izogame.
- Gravimetrija beleži gravimetrične anomalije.

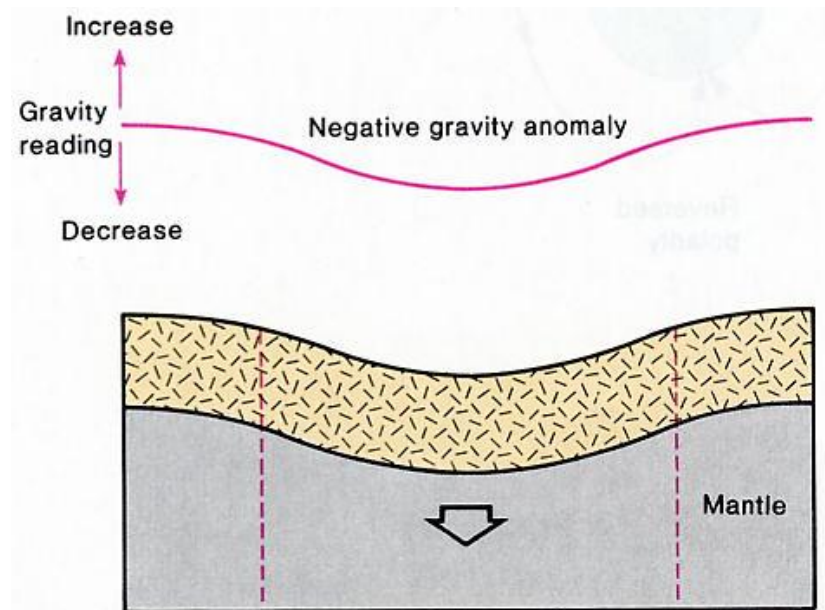
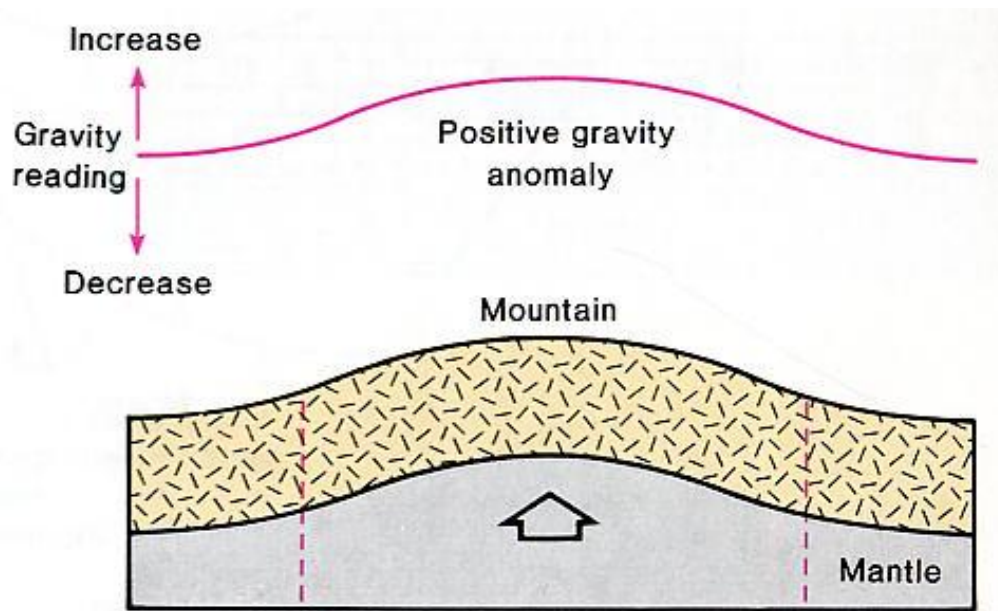
# Gravitacija

- težnostni pospešek je na različnih delih Zemlje različen
  - na ekvatorju:  $9,7803 \text{ m/s}^2$
  - pri  $45^\circ$ :  $9,80616 \text{ m/s}^2$
  - ekvator  $9,83216 \text{ m/s}^2$
- Enota za merjenje je GAL:  $G = 1 \text{ cm/s}^2$



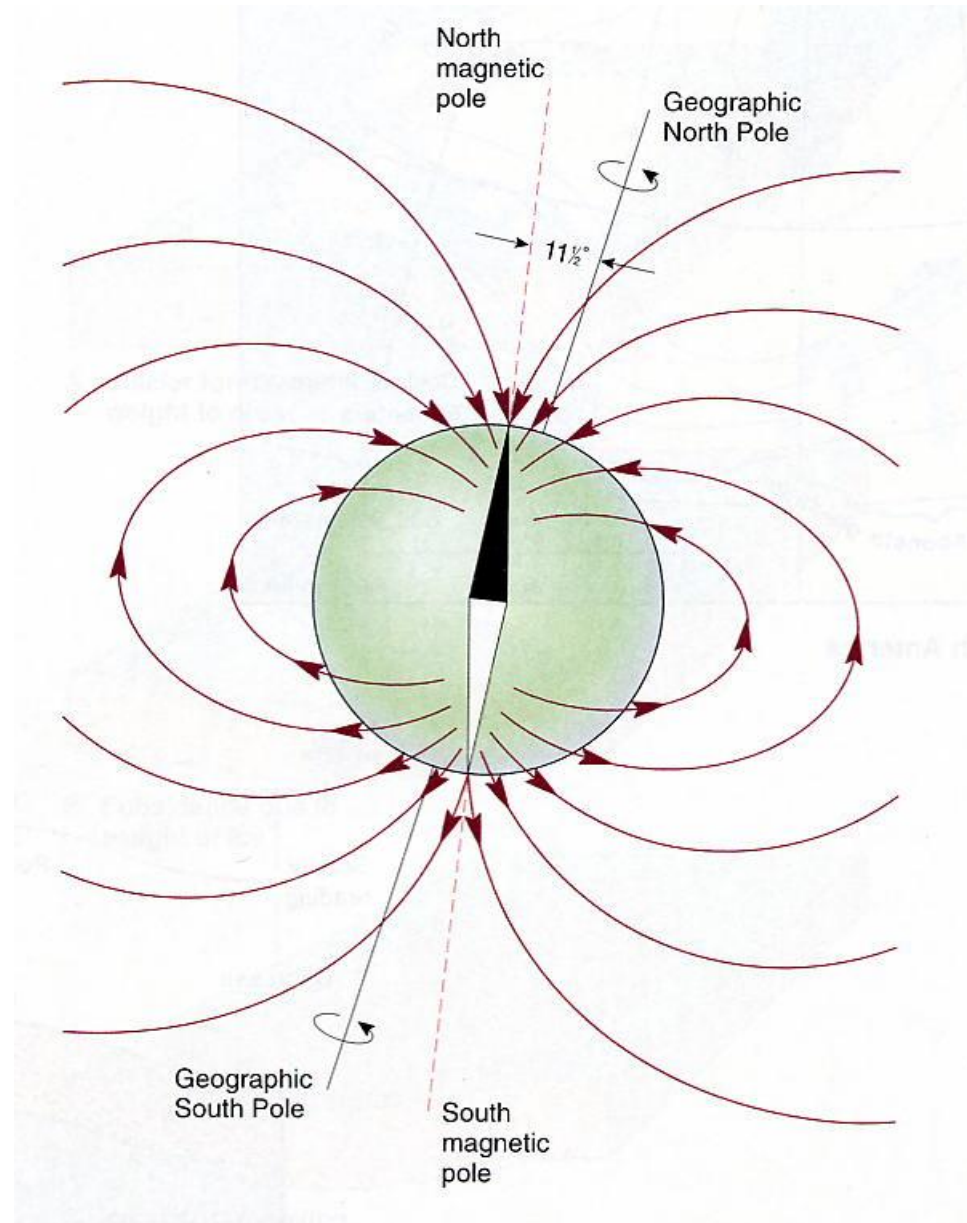


# Gravitacija



# Magnetizem

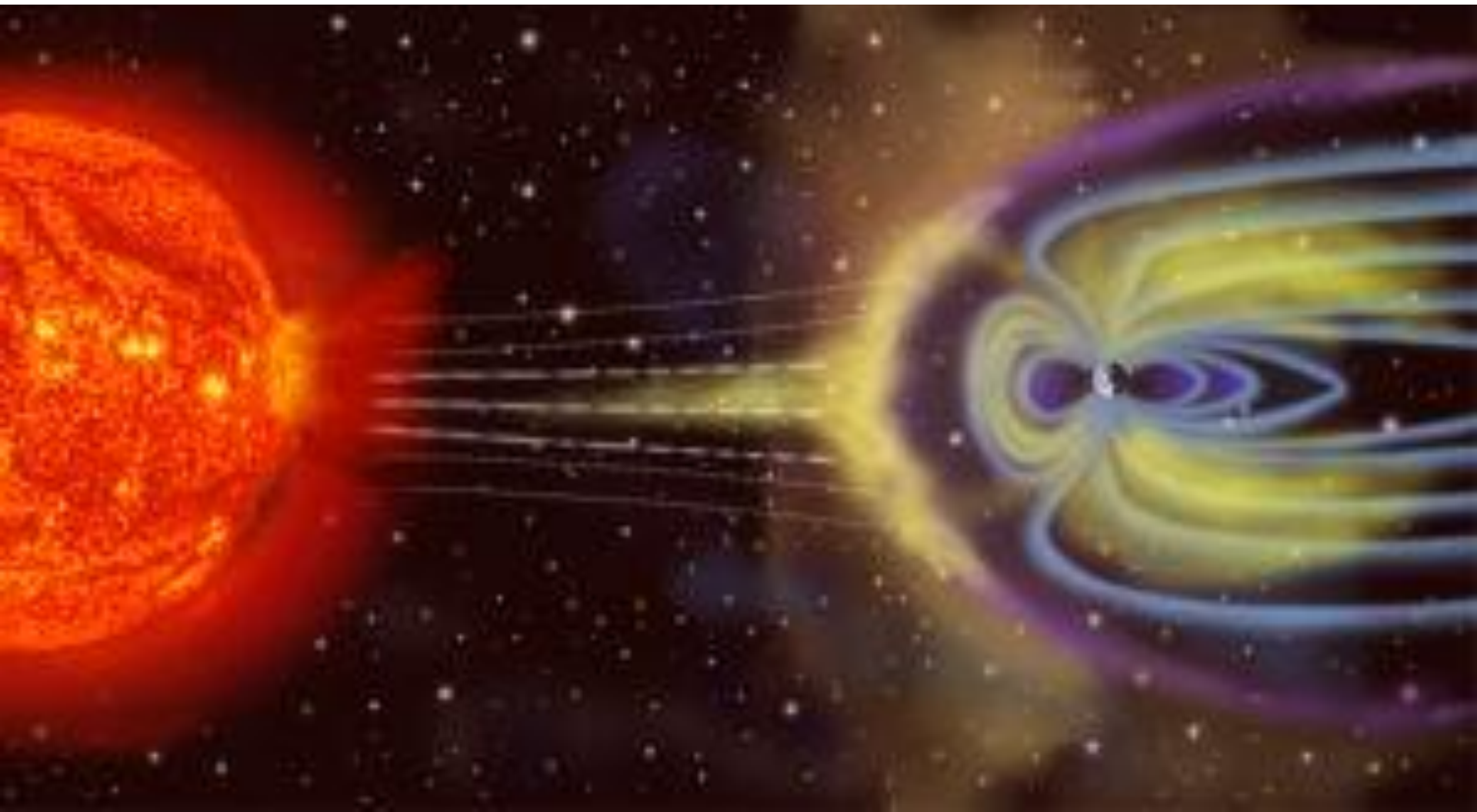
- Zemljino magnetno polje je dipol
- en pol se nahaja na severu (severni magnetni pol), drugi pa na jugu (južni magnetni pol)
- magnetna pola se ne ujemata z geografskim polom, razlika je  $11,3^{\circ}$
- razteza se nekaj 10 tisoč km v vesolje: magnetosfera





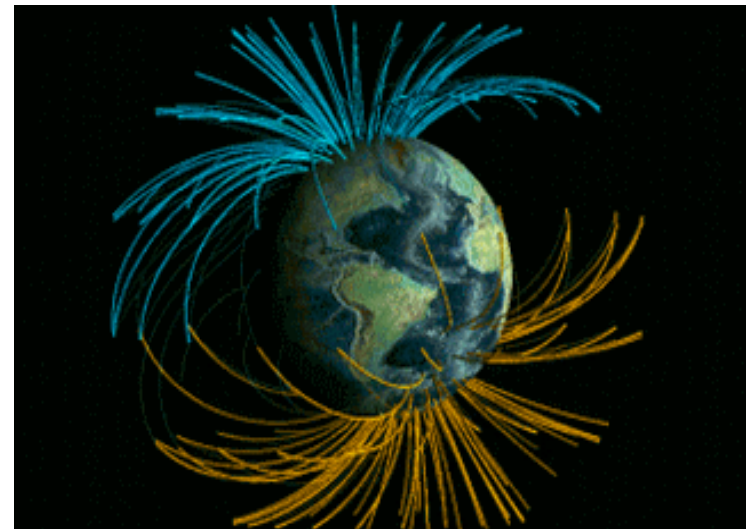
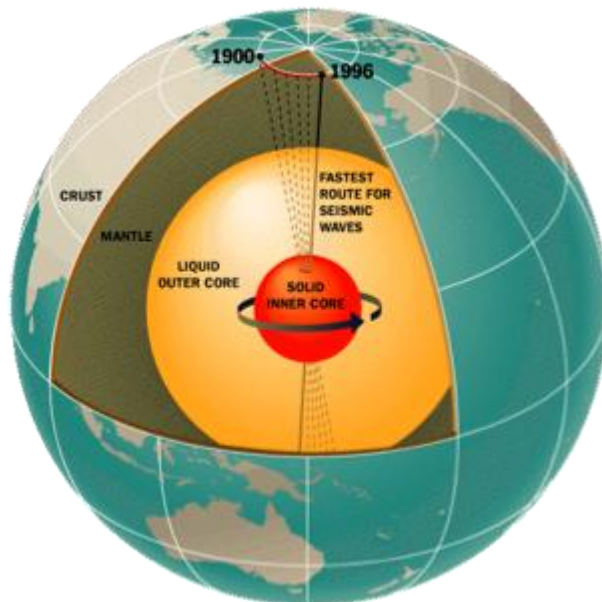
# Magnetizem

- magnetosfera varuje Zemljo pred nabitimi delci solarnih vetrov



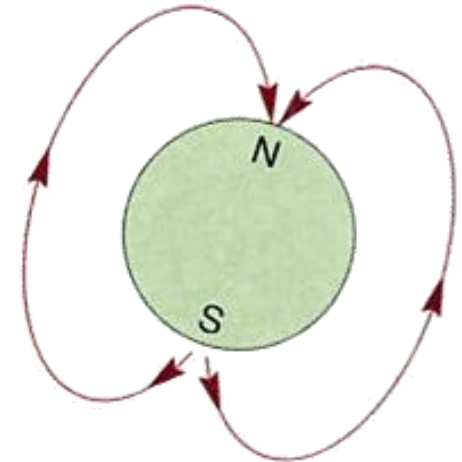
# Magnetizem

- Magnetno polje je staro 3,5 milijarde let
- Jakost magnetnega polja na površini variira od 60 mikroT na polih do 30 mikroT v ekvatorialnem pasu
- Zaenkrat še ni 100% razlage o nastanku in izvoru magnetnega polja
  - Magnetno polje gotovo nastaja v jedru, saj imajo kamnine plašča preslabo prevodnost
  - Na podlagi računalniških simulacij Zemljinega magnetnega polja je trenutno sprejeta razlaga: Zemlja je MHD (MagnetoHidrodinamski) dinamo, ki se samovzdržuje
  - Zemljino notranje jedro se vrti hitreje kot ostali planet (dokazi s simulacijo ter s potresnimi valovi)
  - Zemljino tekoče zunanje jedro sestavljajo metalni fluidi, ki konveksijsko krožijo
  - Zemljino magnetno polje nastane zaradi električnih tokov v tekočem zunanjem jedru

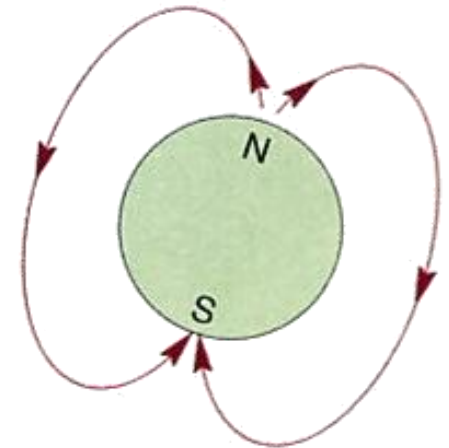


# Magnetizem

- Magnetni obrati
  - Magnetna pola sta se v preteklosti večkrat zamenjala (S je postal J in obratno)
  - Magnetni obrazi niso periodični (v zadnjih 10 milijonih let so zgodili vsej 4-5 )
  - Gledano na daljše povprešje se magnetni obrati zgodijo povprečno na 500 000 let
  - Sedanje magnetno stanje obstaja že 700 000 let



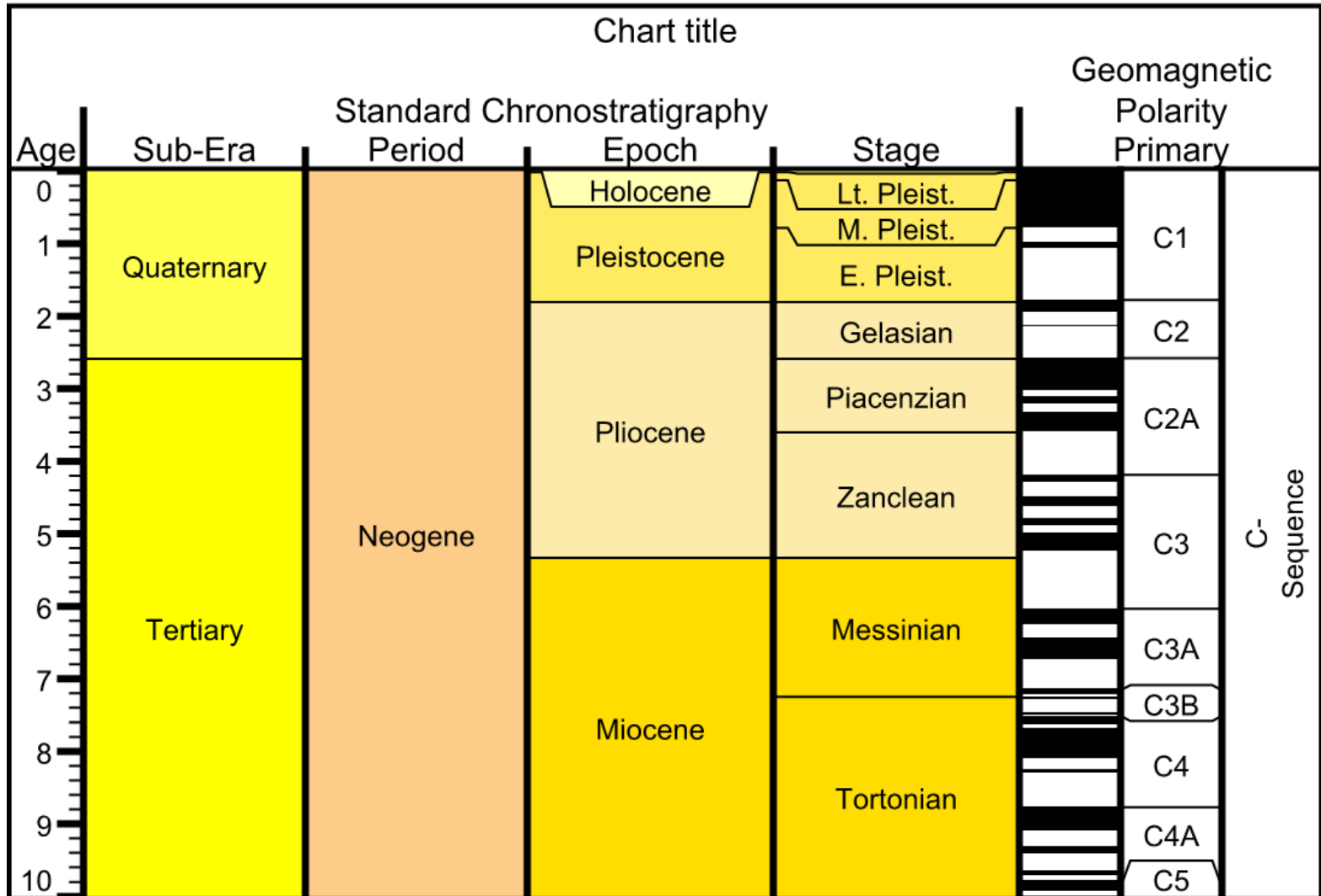
Normal  
polarity



Reversed  
polarity

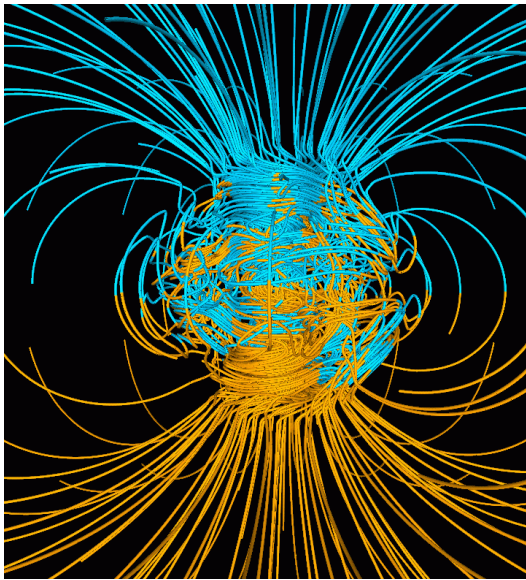


# Magnetizem

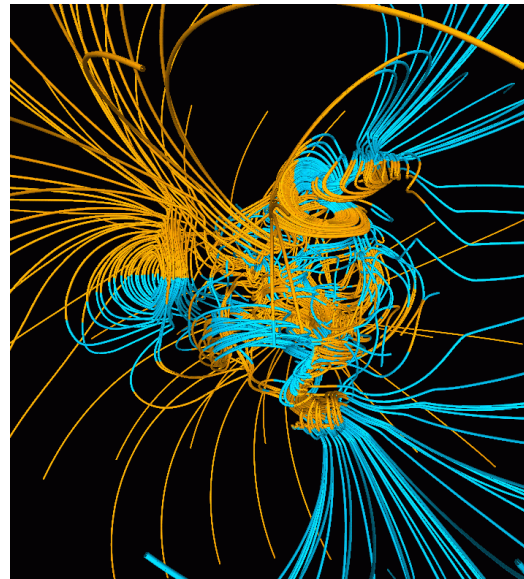


# Magnetizem

- Zakaj in kako se zgodijo magnetni obrati?

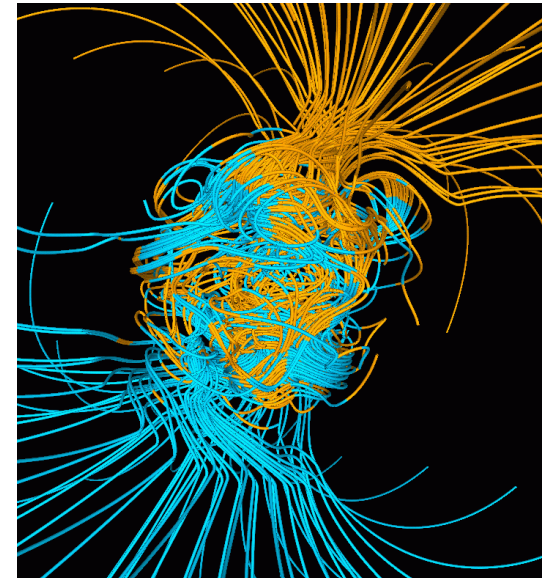


Normalna polarnost



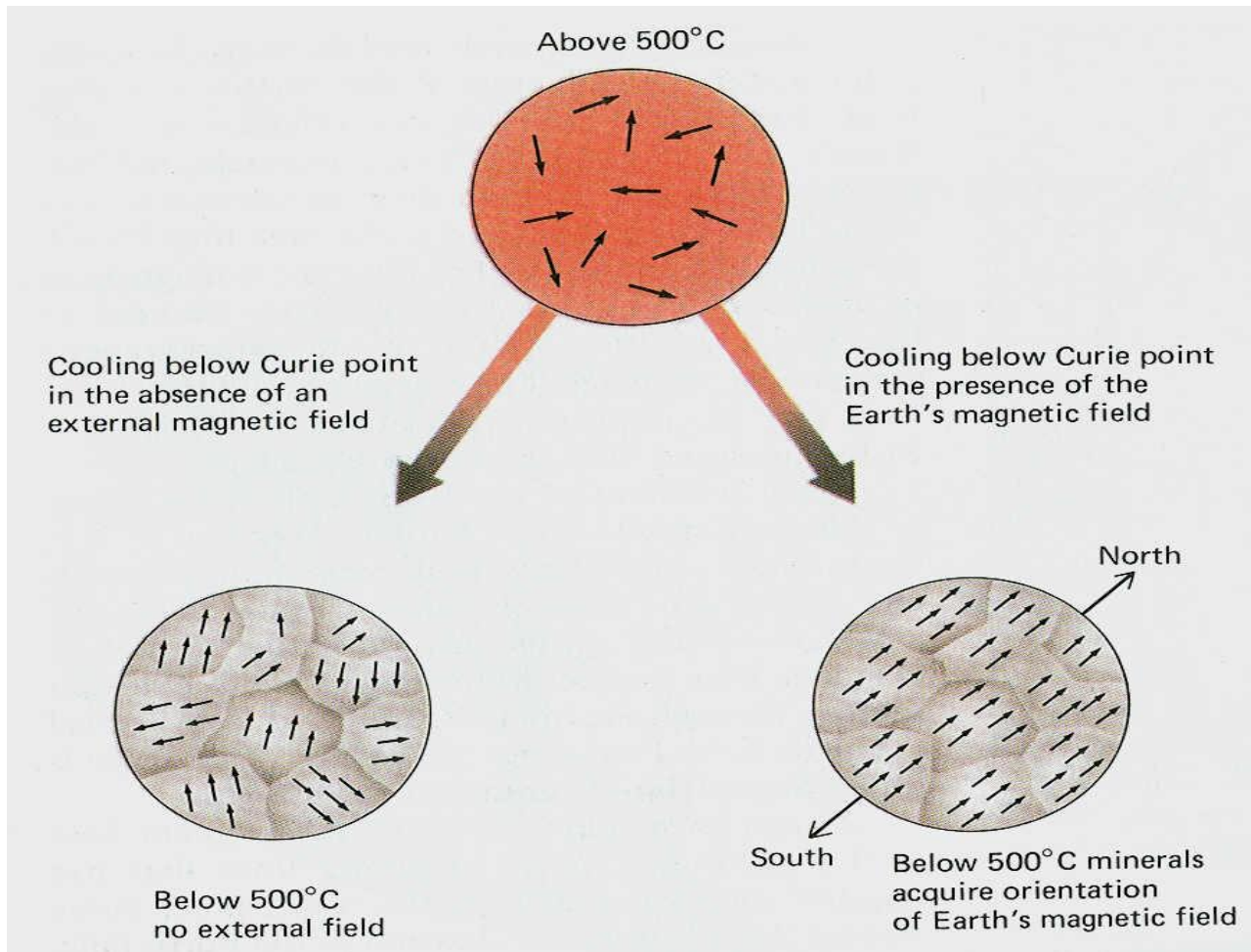
Čas obrata

Reverzna polarnost

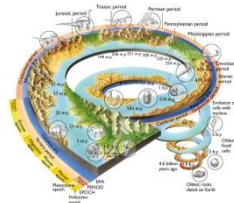


# Magnetizem

- pol paleomagnetizma v preteklosti recimo ob času T1 se zapiše v nekaterih mineralih (tipičen tovrsten mineral je magnetit), ki nastanejo v tem istem času T1





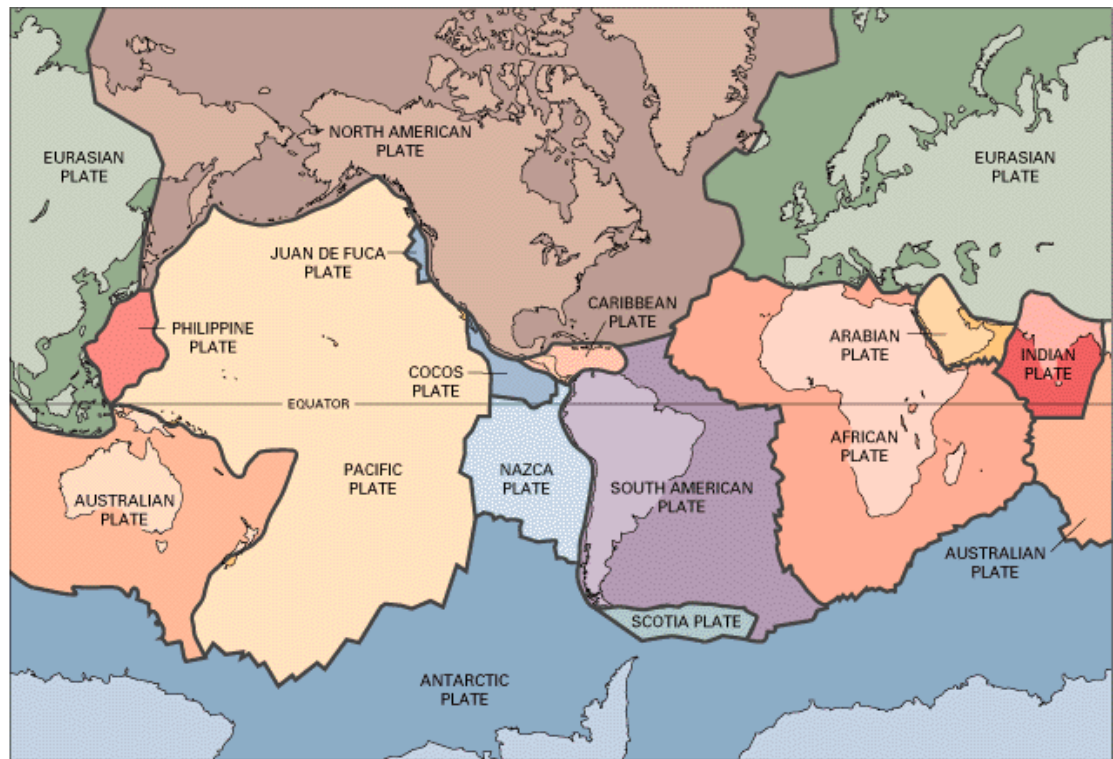
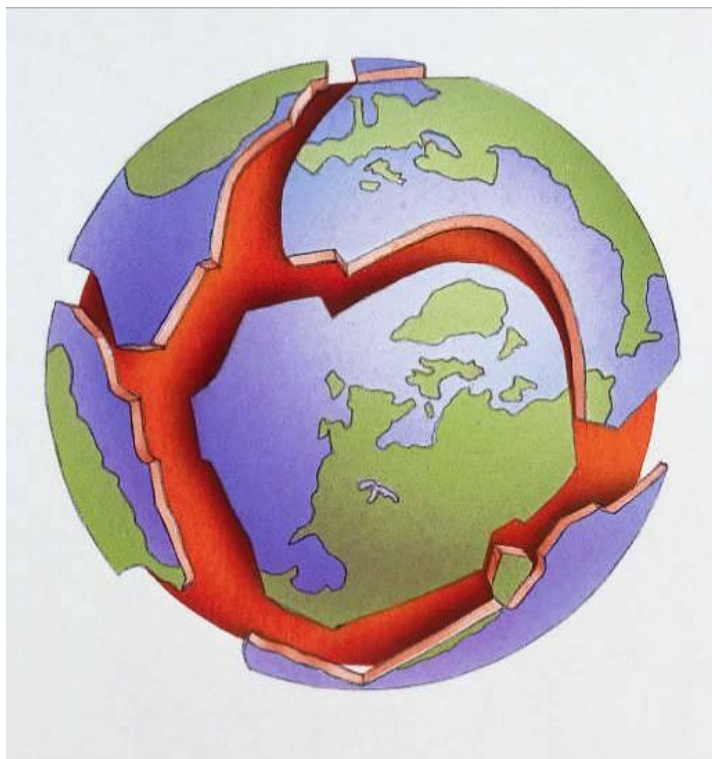


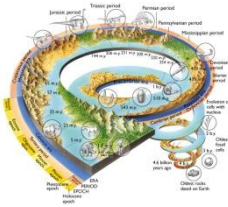
# GEOLOGIJA s PALEONTOLOGIJO

## za študente biologije

### 2. predavanje:

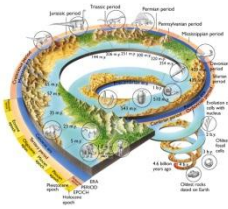
## Teorija o tektoniki litosferskih plošč





# Teorija o tektoniki litosferskih plošč

- Teorija o tektoniki litosferskih plošč je znanstvena teorija, ki opisuje dve stoletji opazovanj in hipotez o planetu Zemlja.
- Govori o tem, da je Zemljino površje oz. litosfera razkosana na približno 12 velikih in majhnih rigidnih plošč, ki se premikajo po vroči astenosferi (kontinentalni drift).
  - Koncept kontinentalnega drifta ima zelo dolgo zgodovino.



# Teorija o tektoniki litosferskih plošč

## Zgodovina

- 1596
  - Abraham Ortelius:  
*Theasurus Geographicus*
- 1858
  - Antonio Snider-Pellegrini
- 1912
  - Alfred Lothar **Wegener**

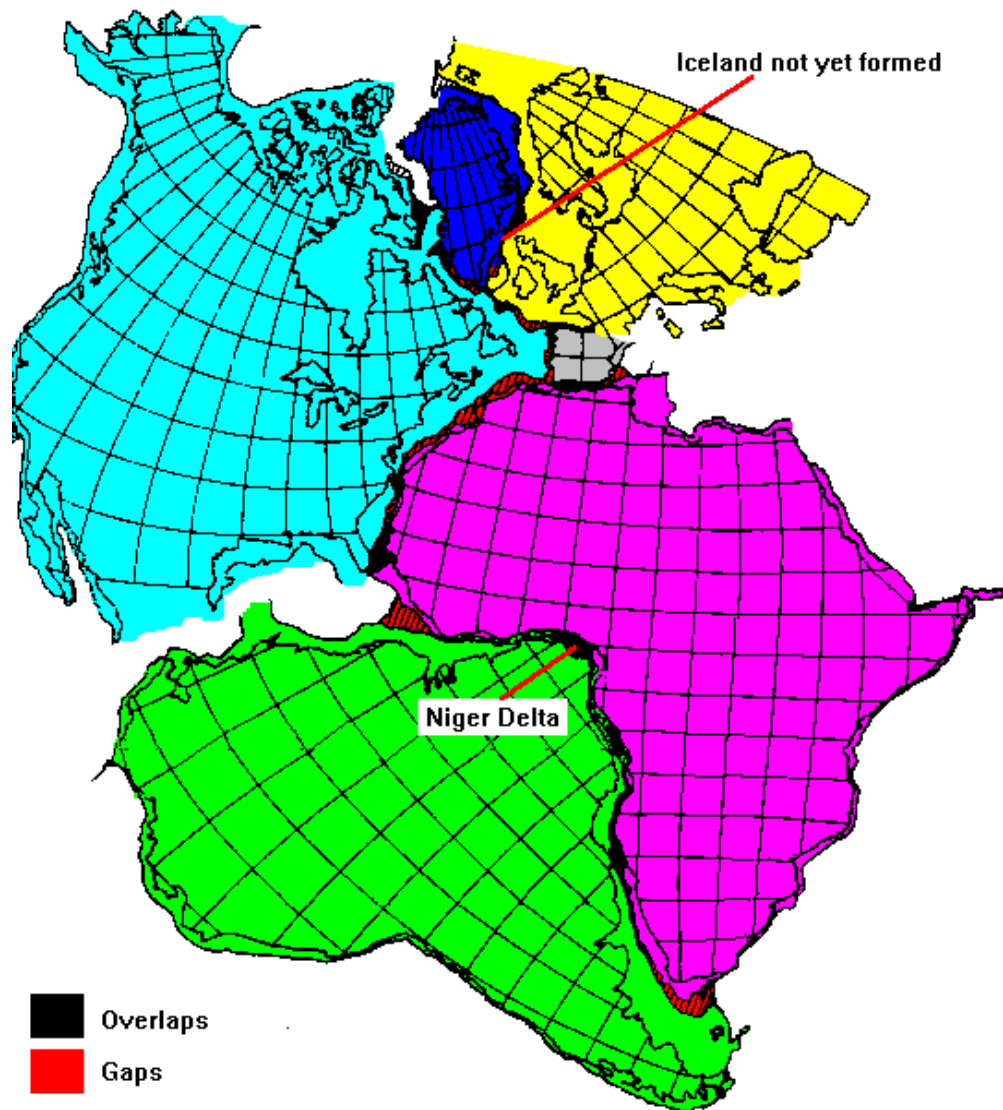






# Wegenerjeva teorija o kontinentalnem driftu

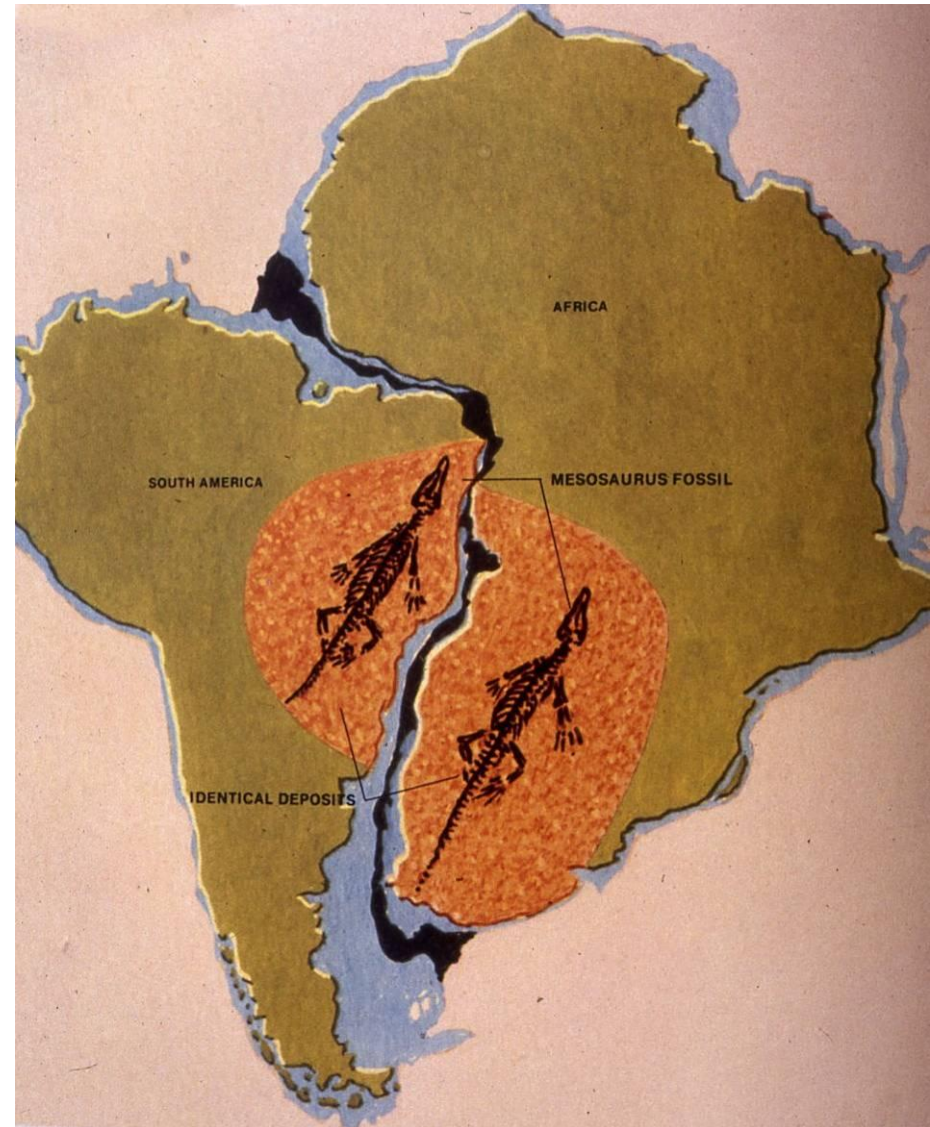
- Morfološka usklajenost robov kontinentov





# Wegenerjeva teorija o kontinentalnem driftu

- Floristična in favnistična podobnost
- Ujemanje kamnin
- Premog na Antarktiki





# Wegenerjeva teorija o kontinentalnem driftu

- Wegener ni uspel razložiti mehanizma
  - Centrifugalna sila rotacije Zemlje
  - Gravitacijske sile Sonca in Lune
- 1929 Arthur Holmes
  - Konvekcija v plašču

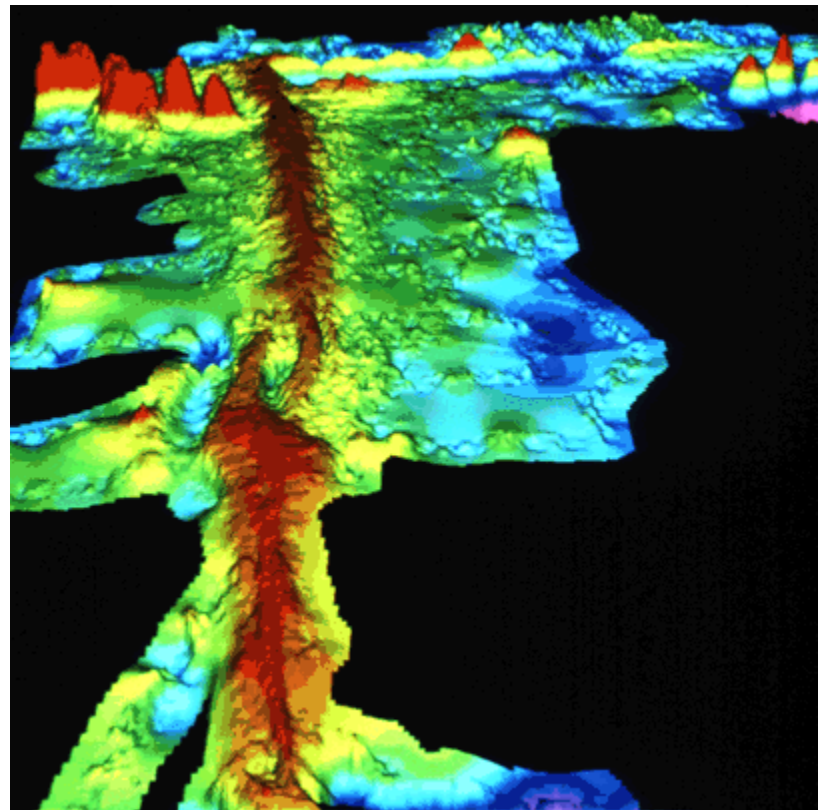


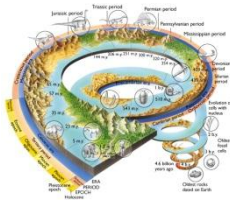




# Wegenerjeva teorija o kontinentalnem driftu

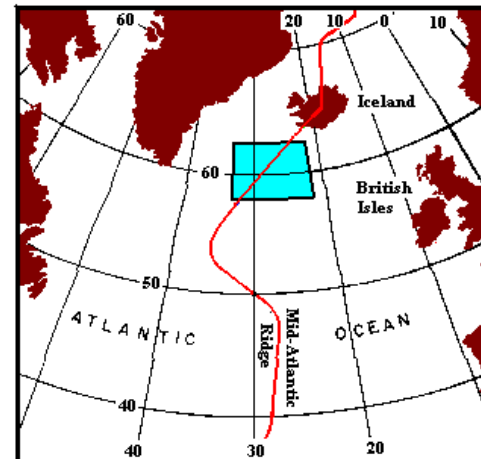
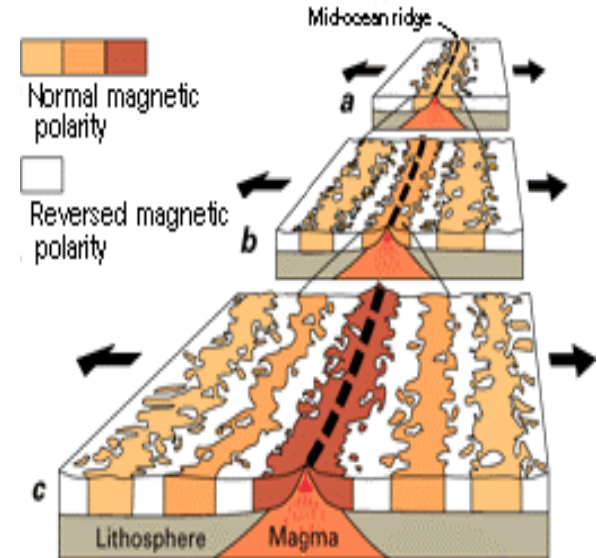
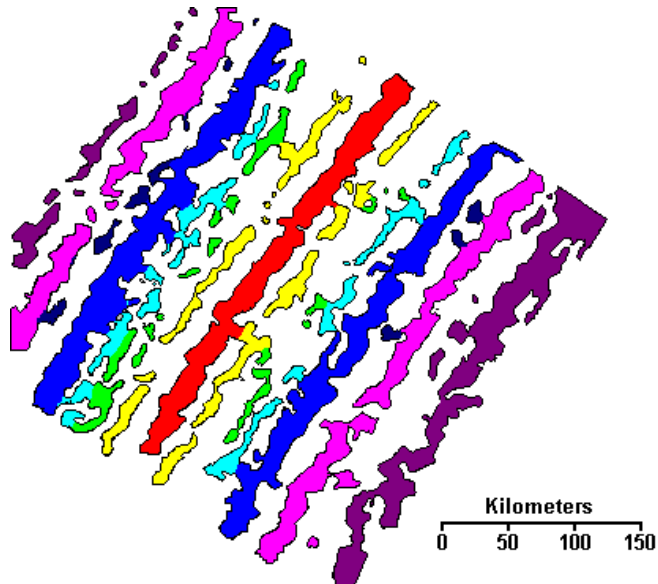
- Dodatni dokazi o premikih kontinentov
  - Odkritje srednjeoceanskih hrbtov





# Wegenerjeva teorija o kontinentalnem driftu

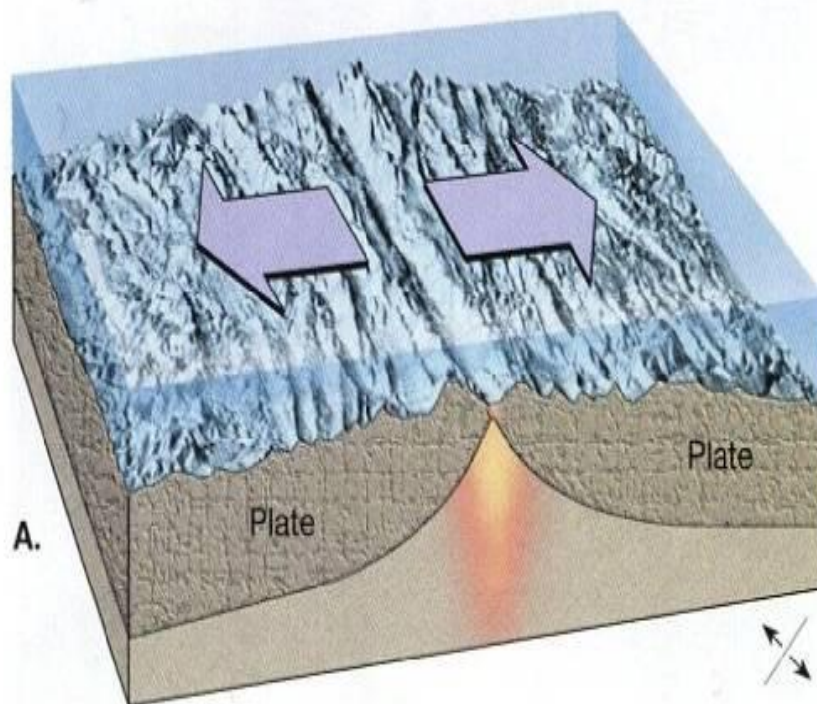
- Dodatni dokazi o premikih kontinentov
  - Odkritje simetričnih magnetnih anomalij na morskem dnu





# Razširjanje morskega dna

- oceanski hrbti so strukturno šibke cone
- ob njih prihaja do razpiranja
- podvodne erupcije magme iz plašča
- tvori se nova oceanska skorja





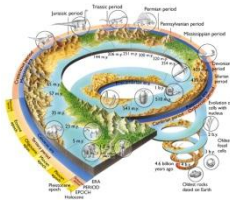




# Razširjanje morskega dna

- Harry H. Hess
- oceanska skorja nastaja na oceanskih hrbtih
- počasi se premika proti kontinentom
- izginja v globokih oceanskih jarkih

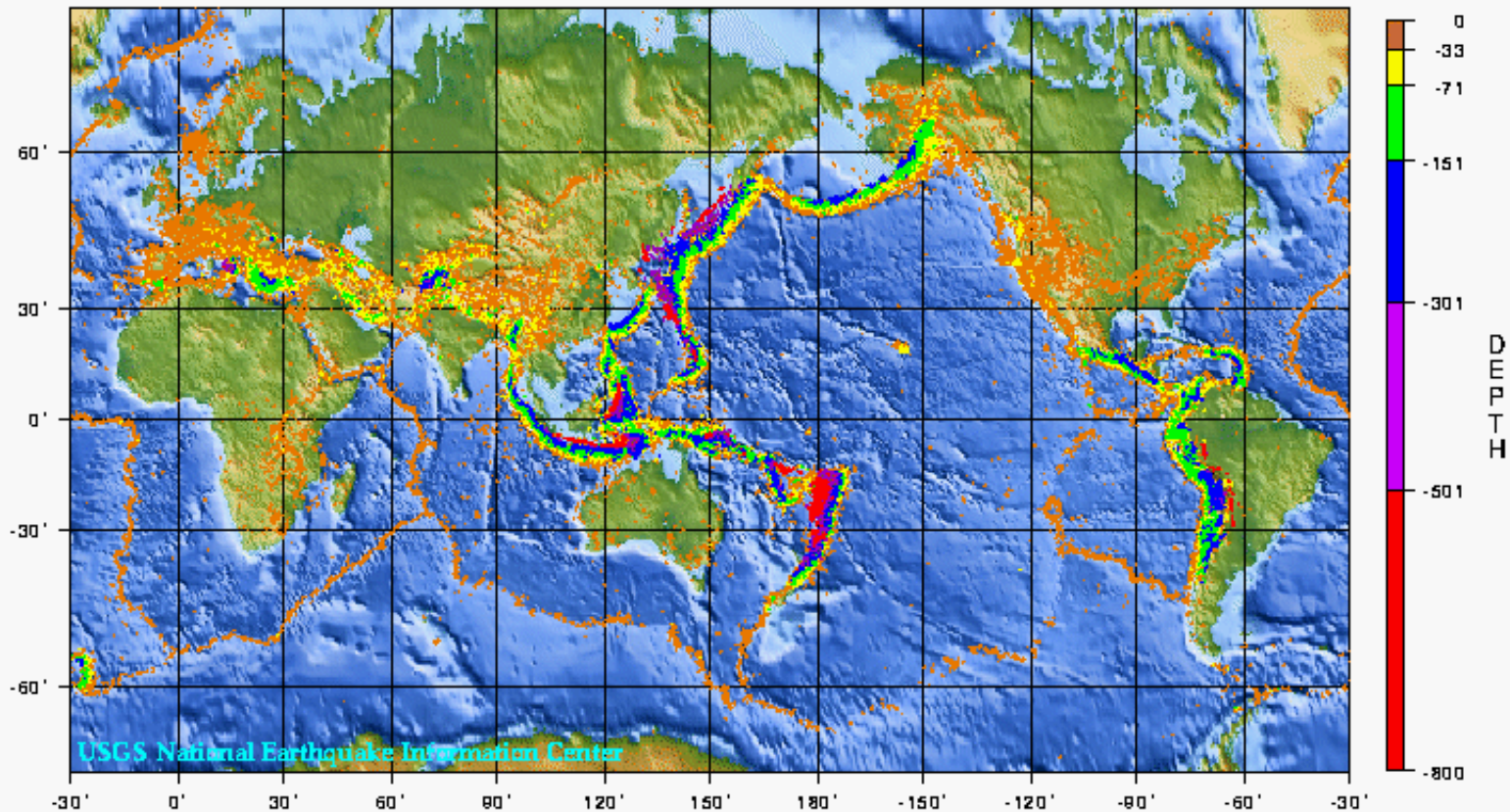




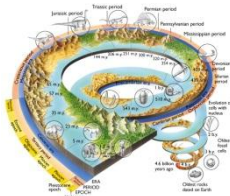
# Wegenerjeva teorija o kontinentalnem driftu

- Dodatni dokazi o premikih kontinentov
  - Globalen položaj potresov

World Seismicity: 1975 - 1995

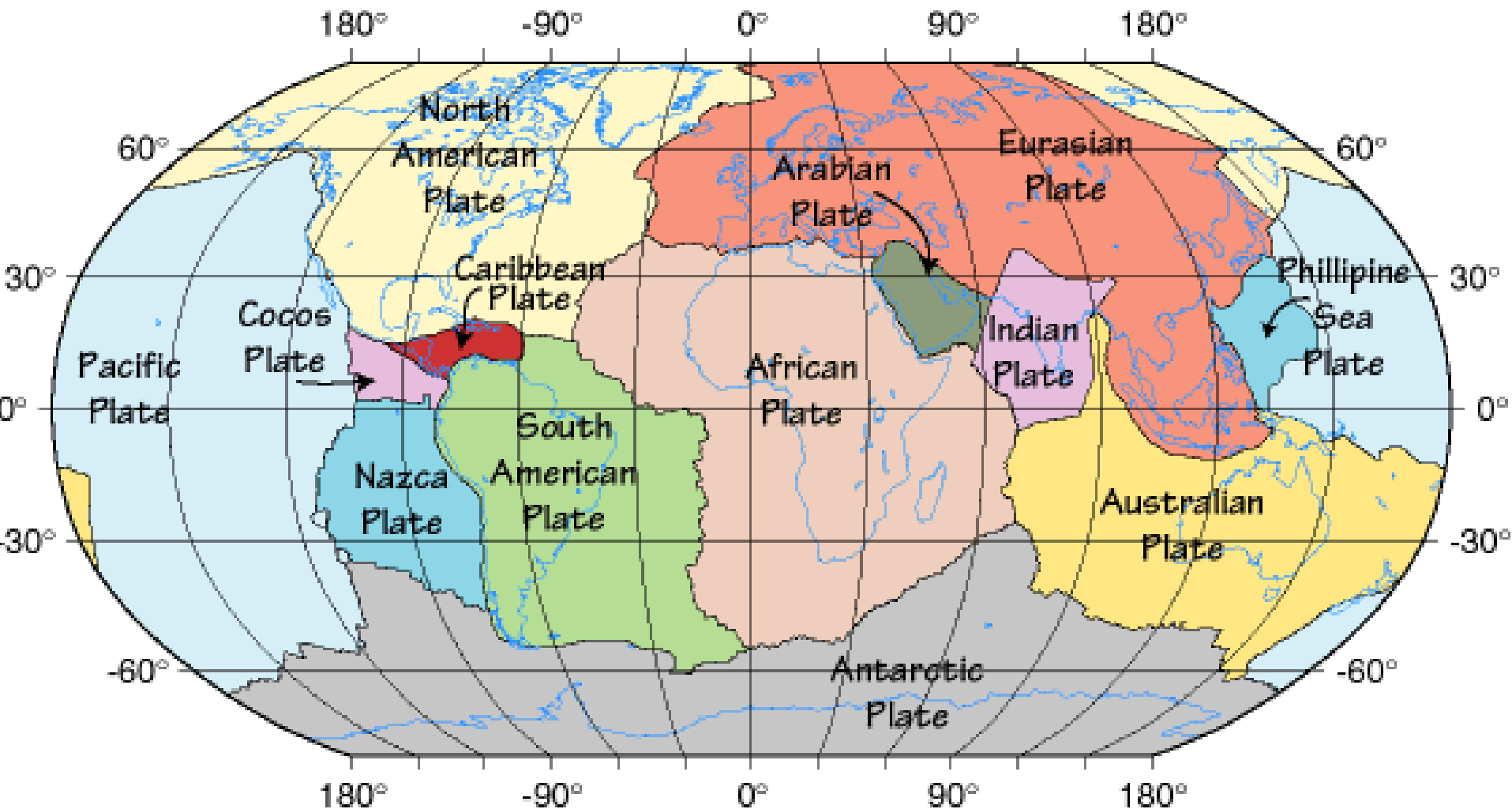


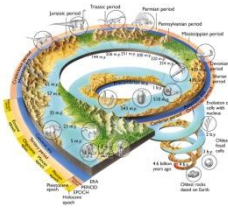




# Teorija o tektoniki litosferskih plošč

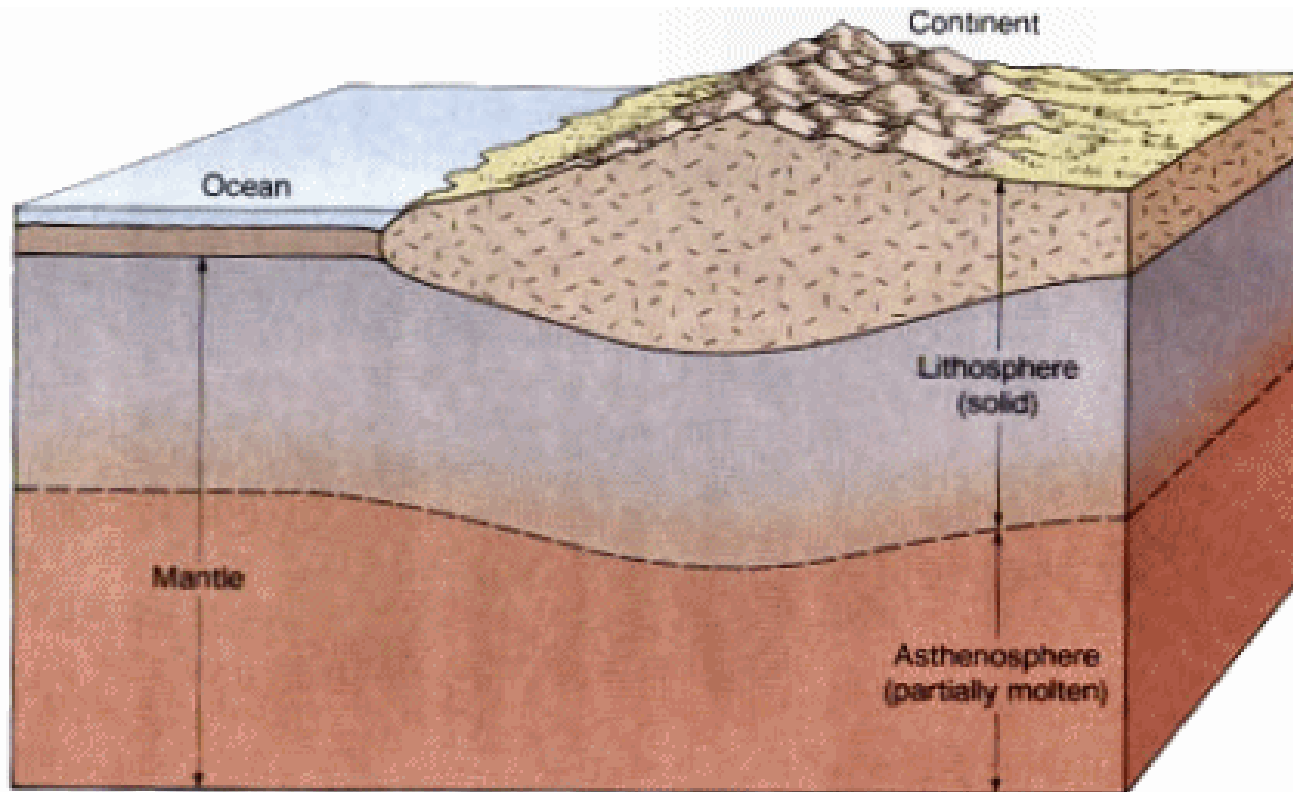
- litosfera ni homogena, ampak je sestavljena iz 7 velikih in več manjših litosferskih plošč, ki plavajo na astenosferi

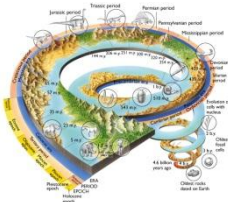




# Litosferske plošče

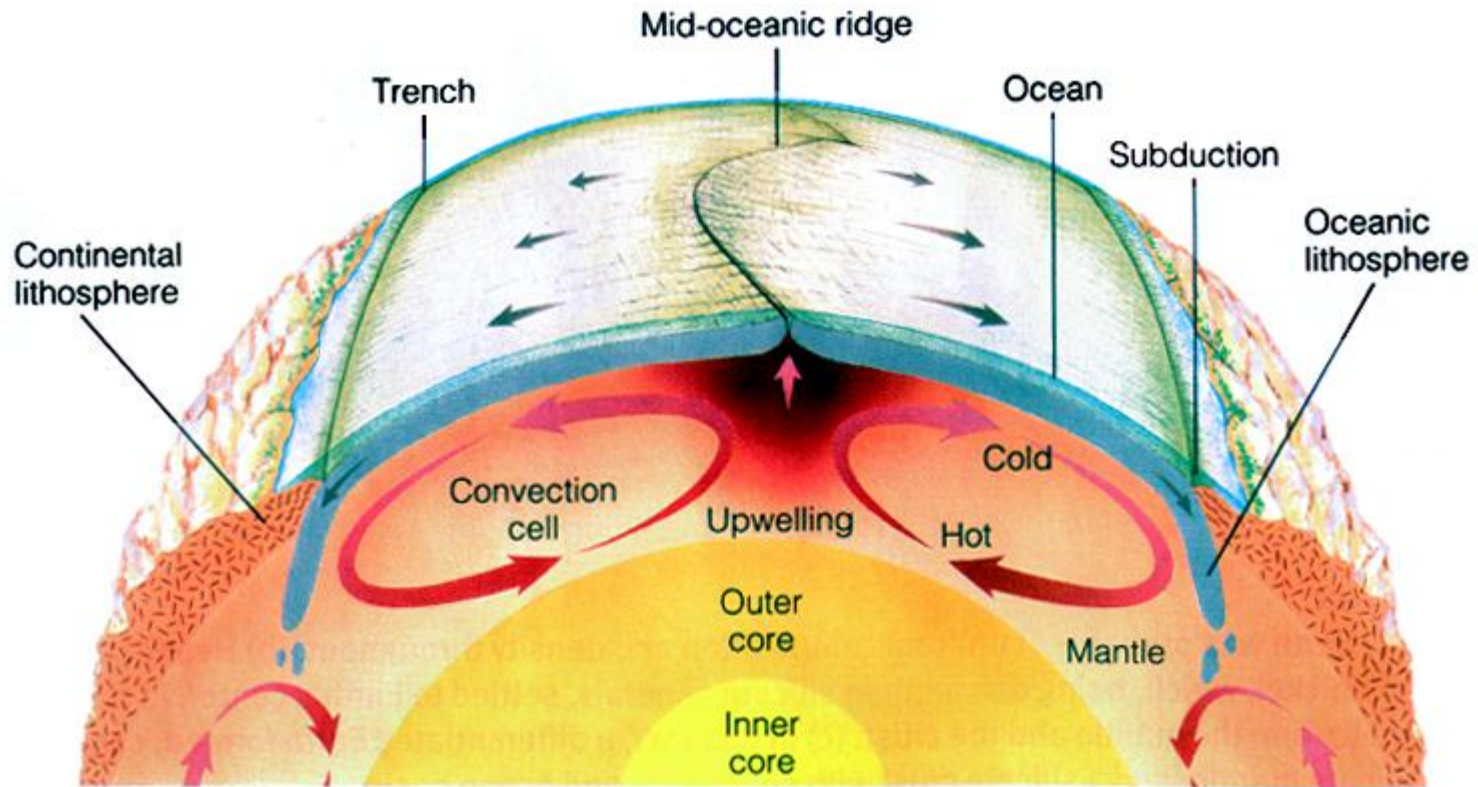
- predstavljajo do 100km debele kose, ki se gibljejo enotno
- sestavljene so iz skorje (kontinentalne in oceanske) in zgornjega dela plašča





# Litosferske plošče

- litosferske plošče se pomikajo od con raztezanja proti conam stiskanja
- nova skorja nastaja v conah raztezanja
- stara skorja se ruši v subdukcijskih conah

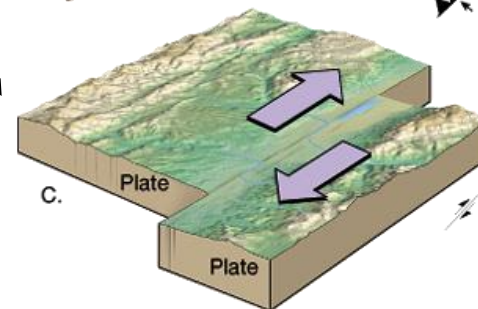
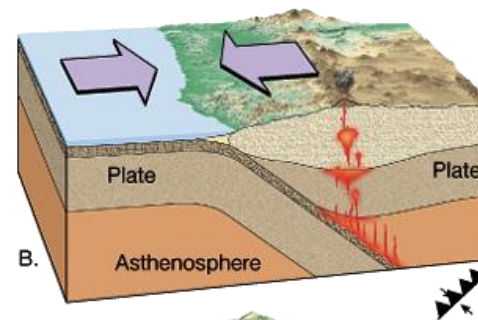
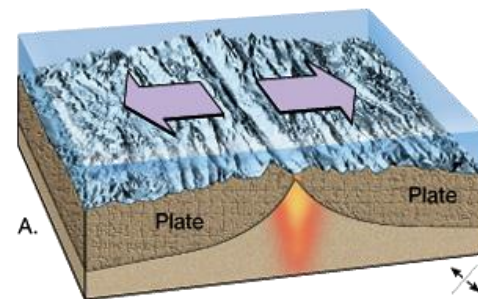




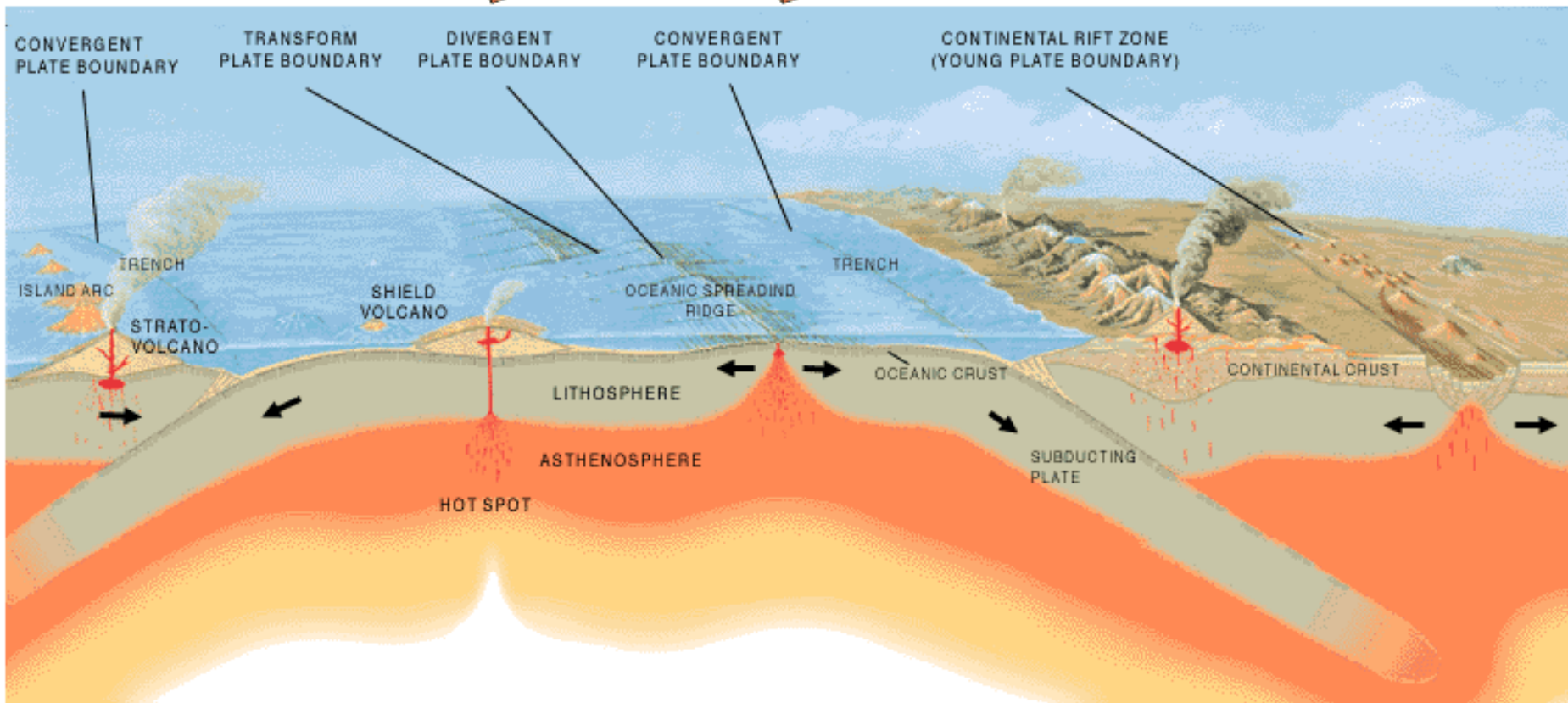
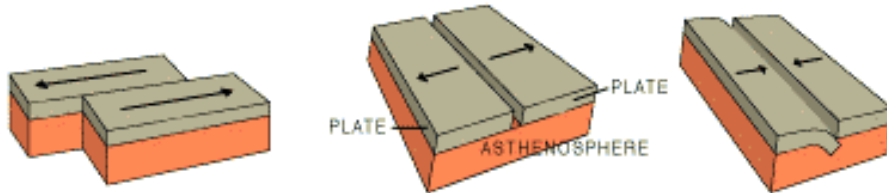
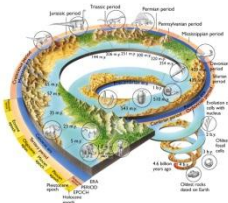


# Litosferske plošče: meje

- Litosferske plošče vplivajo ena na drugo, preko svojih robov. Poznamo
  - Divergentne meje
  - Konvergente meje
  - Transformne meje
  - Mejne cone plošč



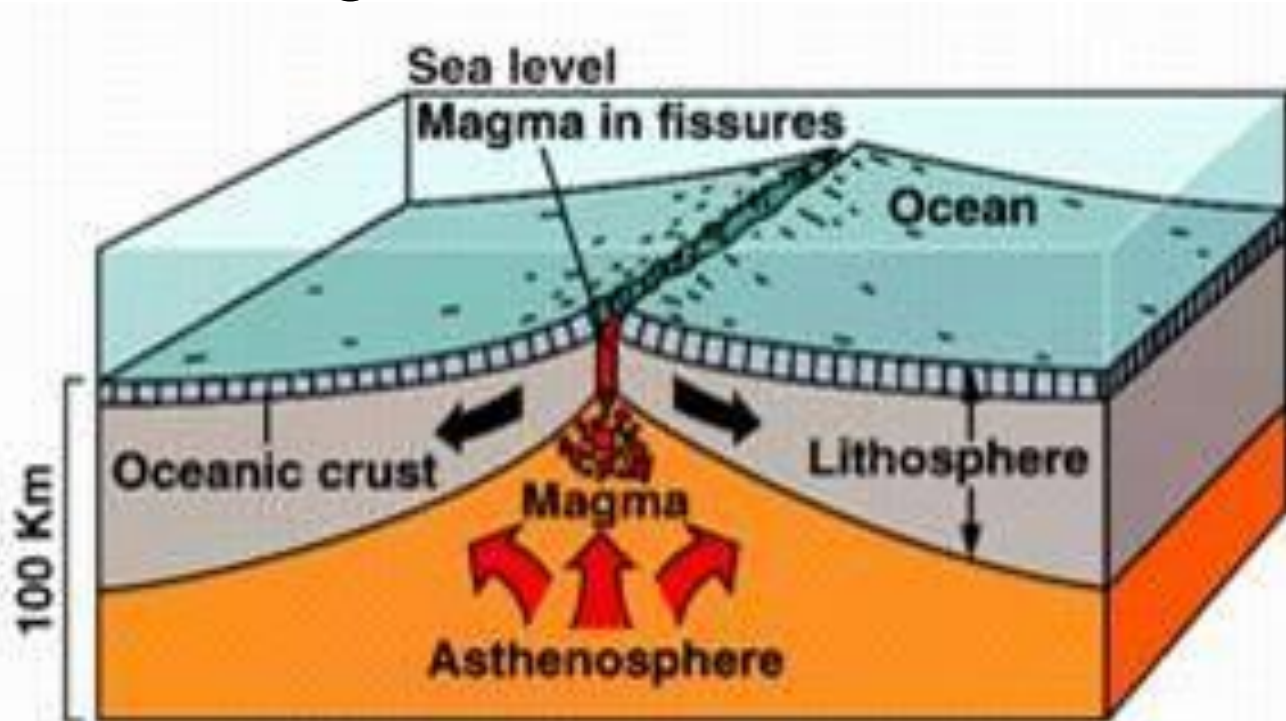
# Litosferske plošče: meje





# Litosferske plošče: divergentne meje

- Divergentne meje so meje ob katerih nastaja nova skorja, plošči pa se odmikata ena od druge.







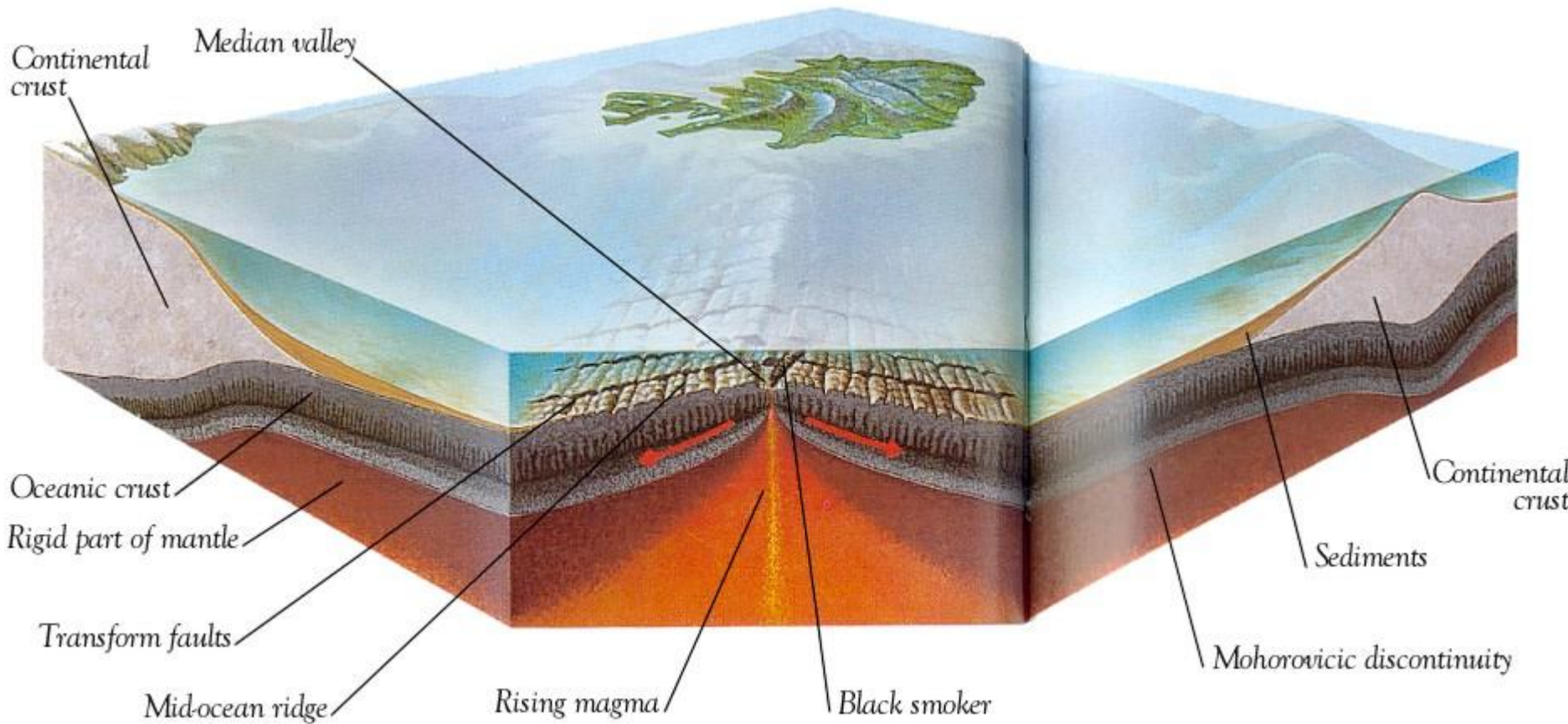
# Litosferske plošče: divergentne meje

- najbolj znano divergentno mejo predstavlja Srednjeatlantski greben



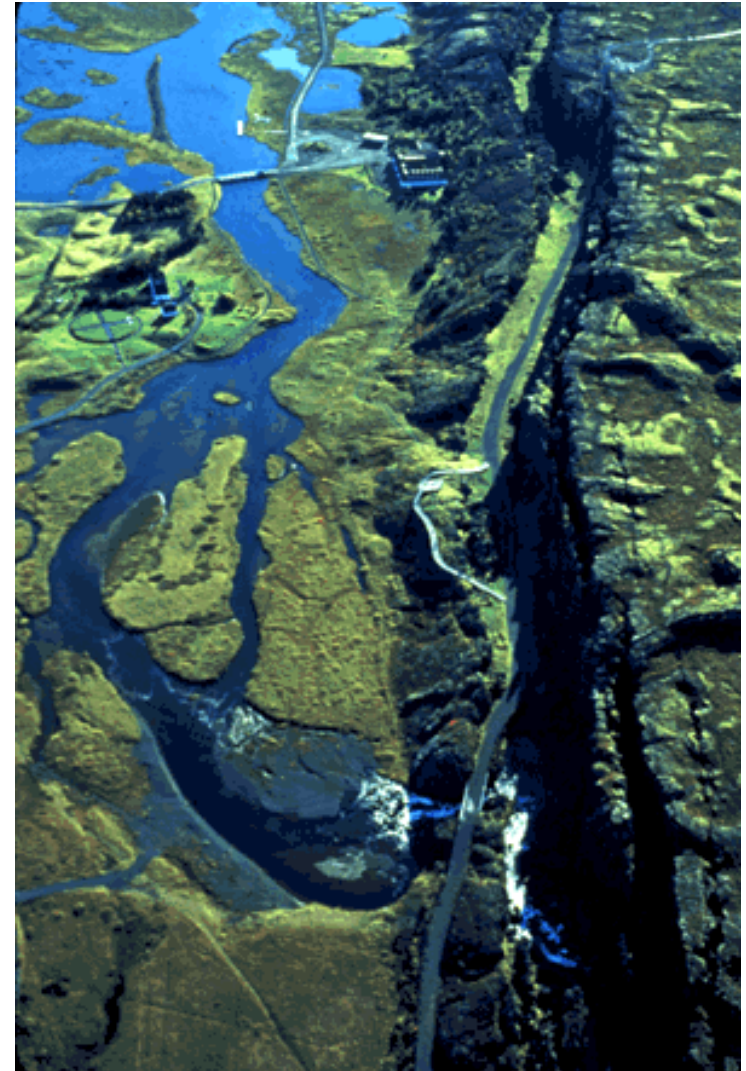
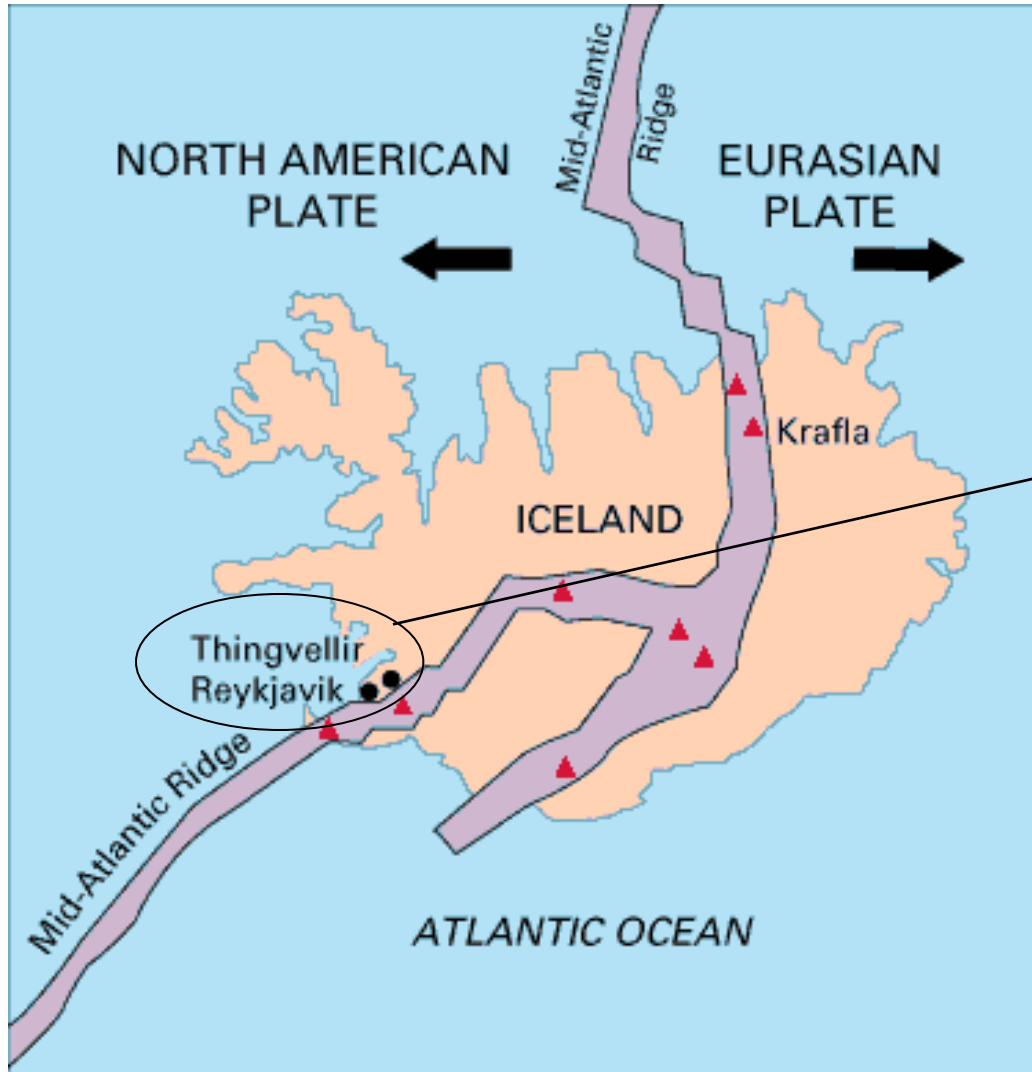


# Litosferske plošče: divergentne meje



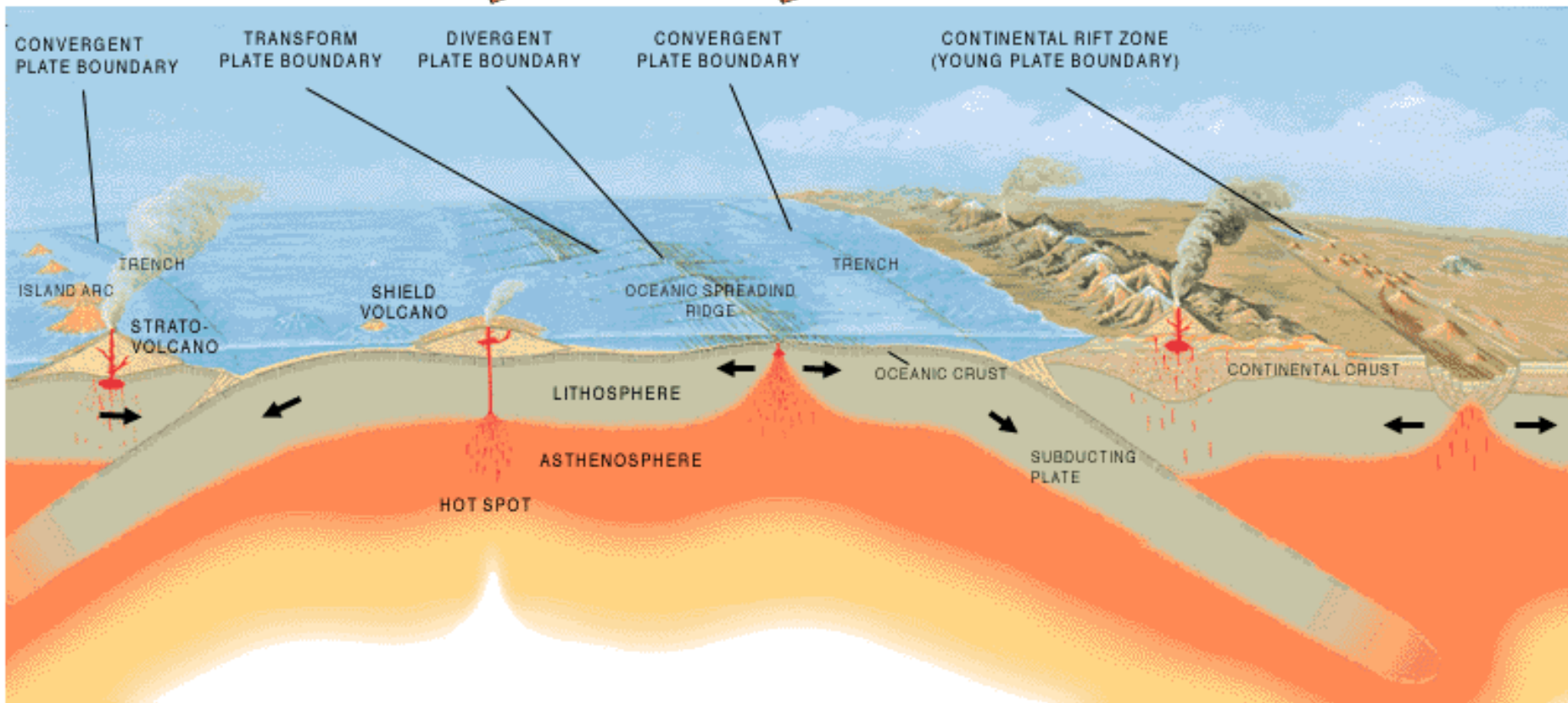
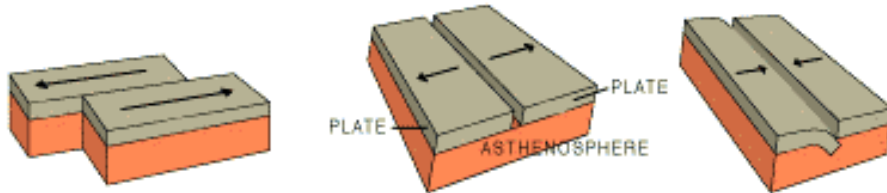
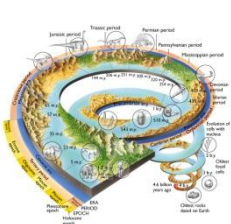


# Litosferske plošče: divergentne meje





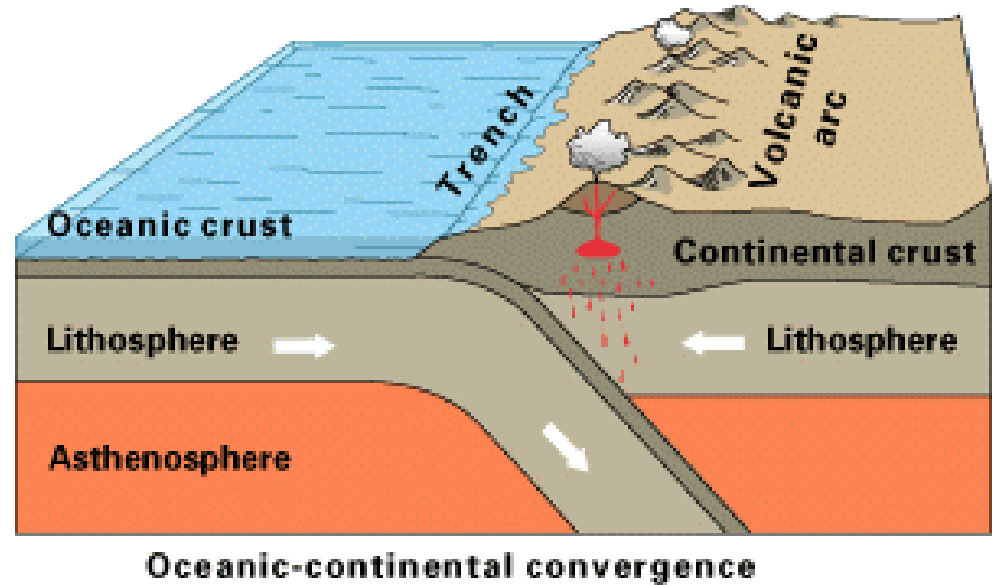
# Litosferske plošče: konvergentne meje

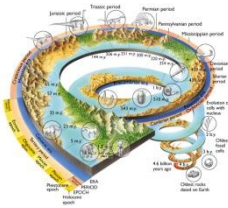




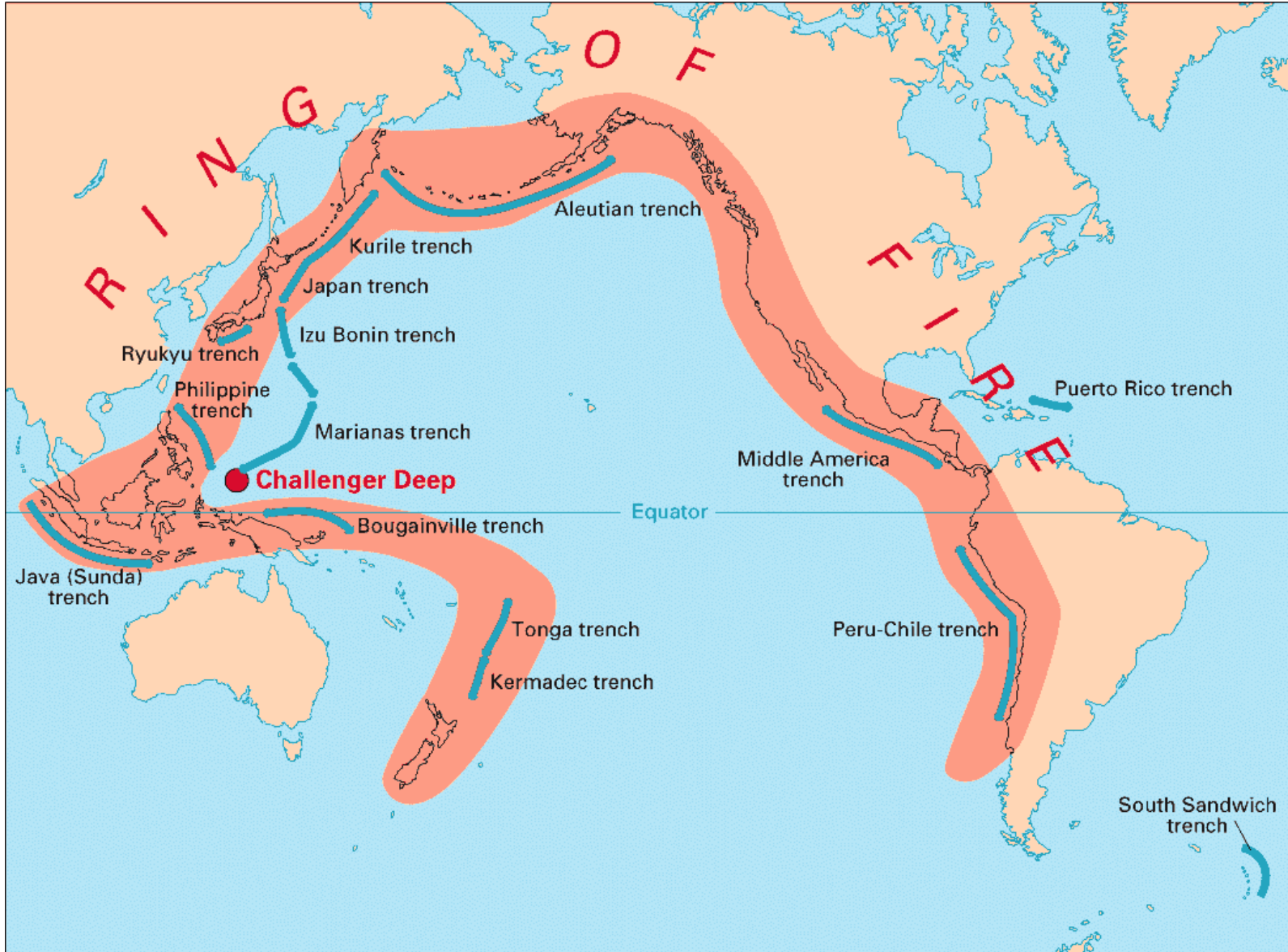
# Konvergentne meje: ocean-kontinent

- oceanska skorja je težja in ponavadi "potone" pod kontinentalno
- stik se imenuje cona subdukcije
- oceanska skorja se začne taliti
- kontinentalna skorja se dviguje
- močni potresi





# Konvergentne meje: ocean-kontinent

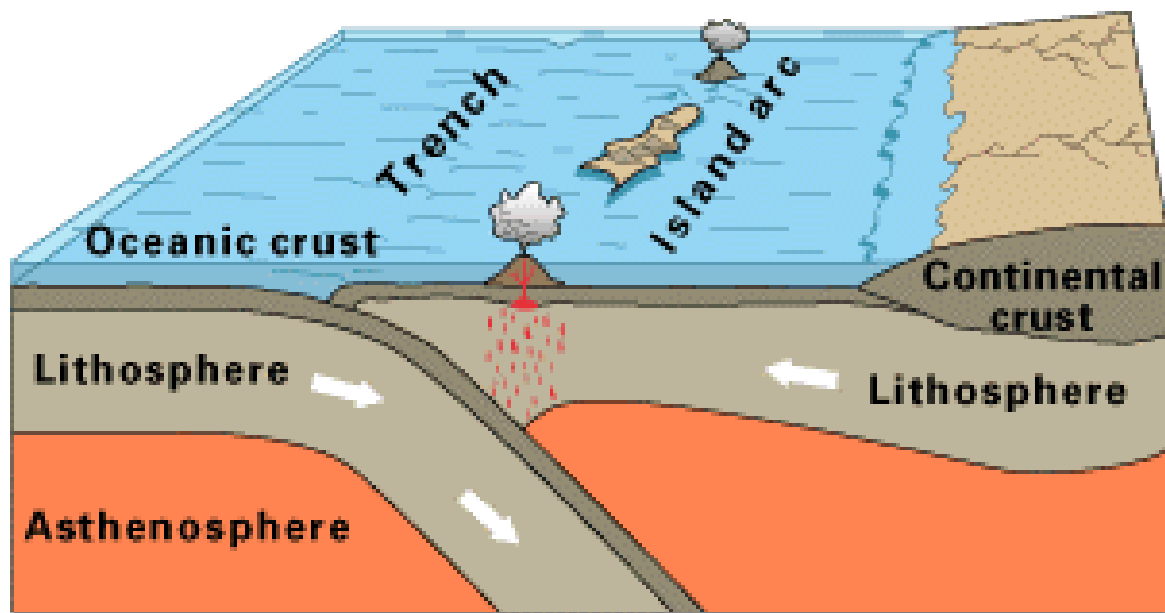






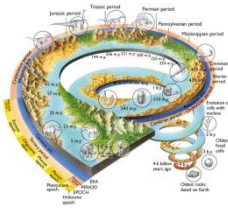
# Konvergentne meje: ocean-ocean

- ena izmed oceanskih skorij se začne podrivati
- nastanek globokomorskih jarkov
- nastanek otočnih lokov

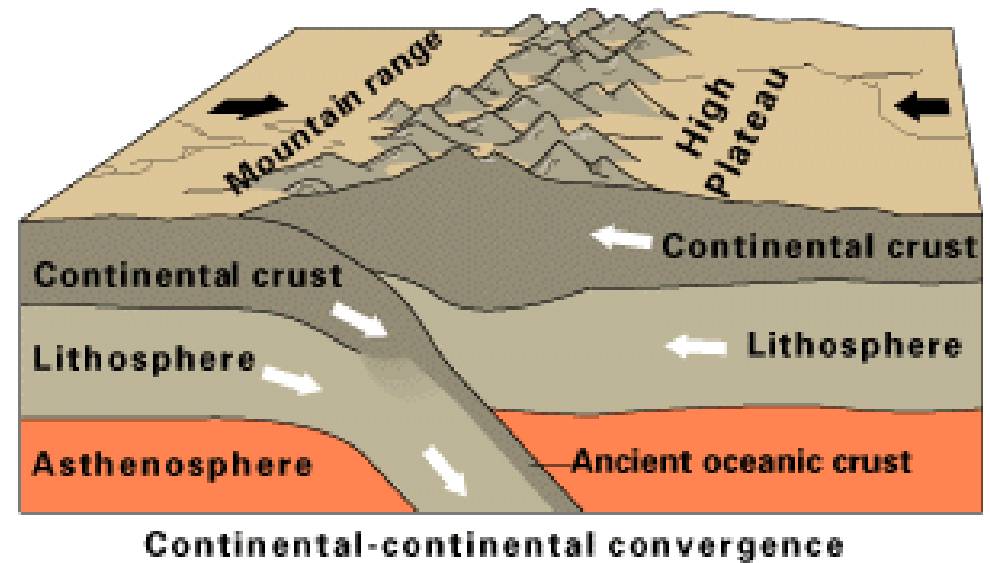


Oceanic-oceanic convergence

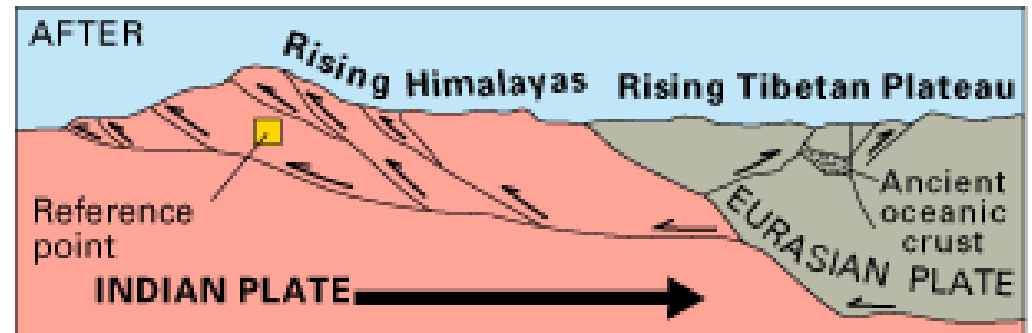
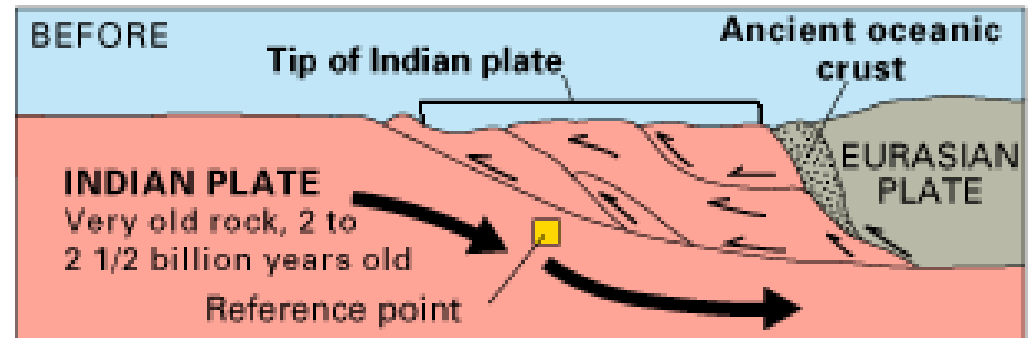
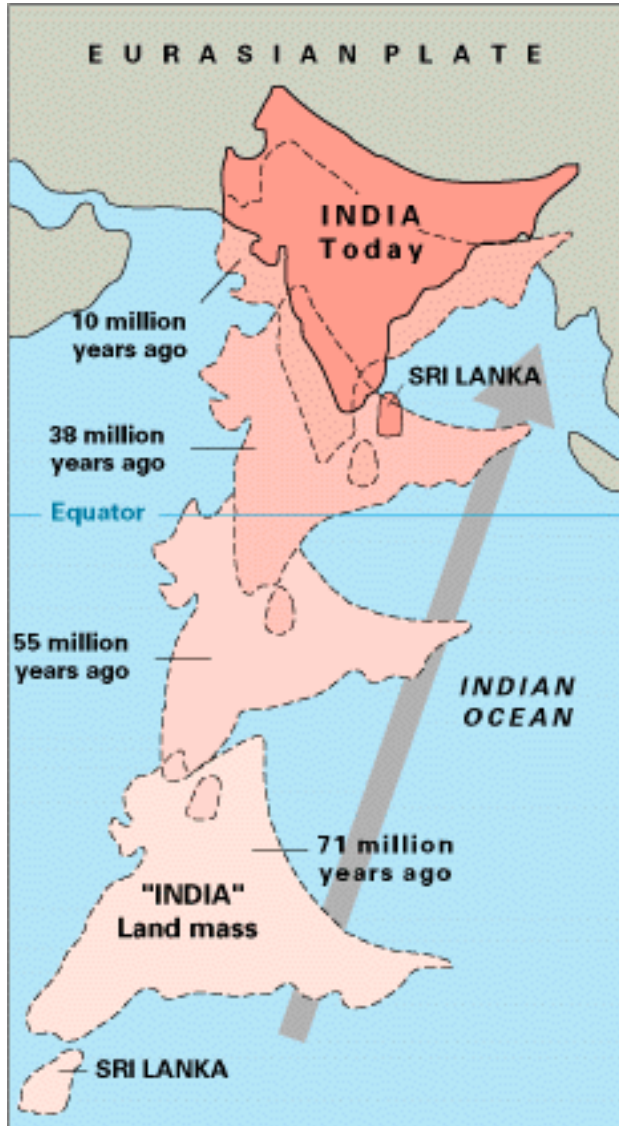
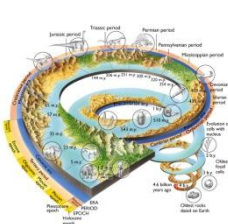
# Konvergentne meje: kontinent-kontinent



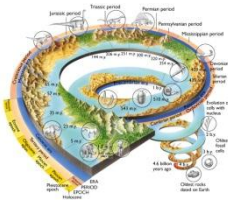
- kolizija in narivanje
- ni cone subdukcije
- nastanek izredno visokih orogenov
- Himalaja



# Konvergentne meje: kontinent-kontinent

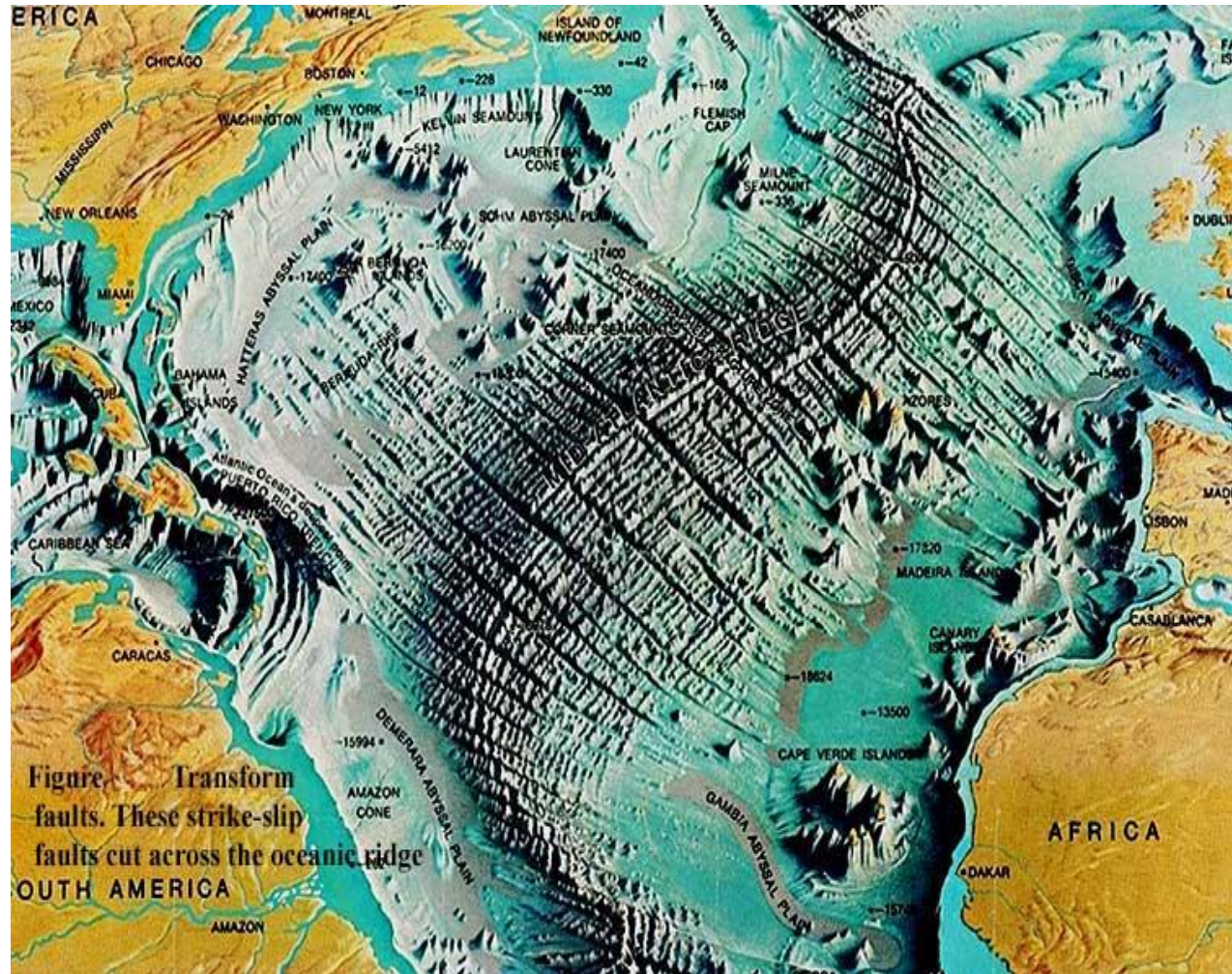






# Transformne meje

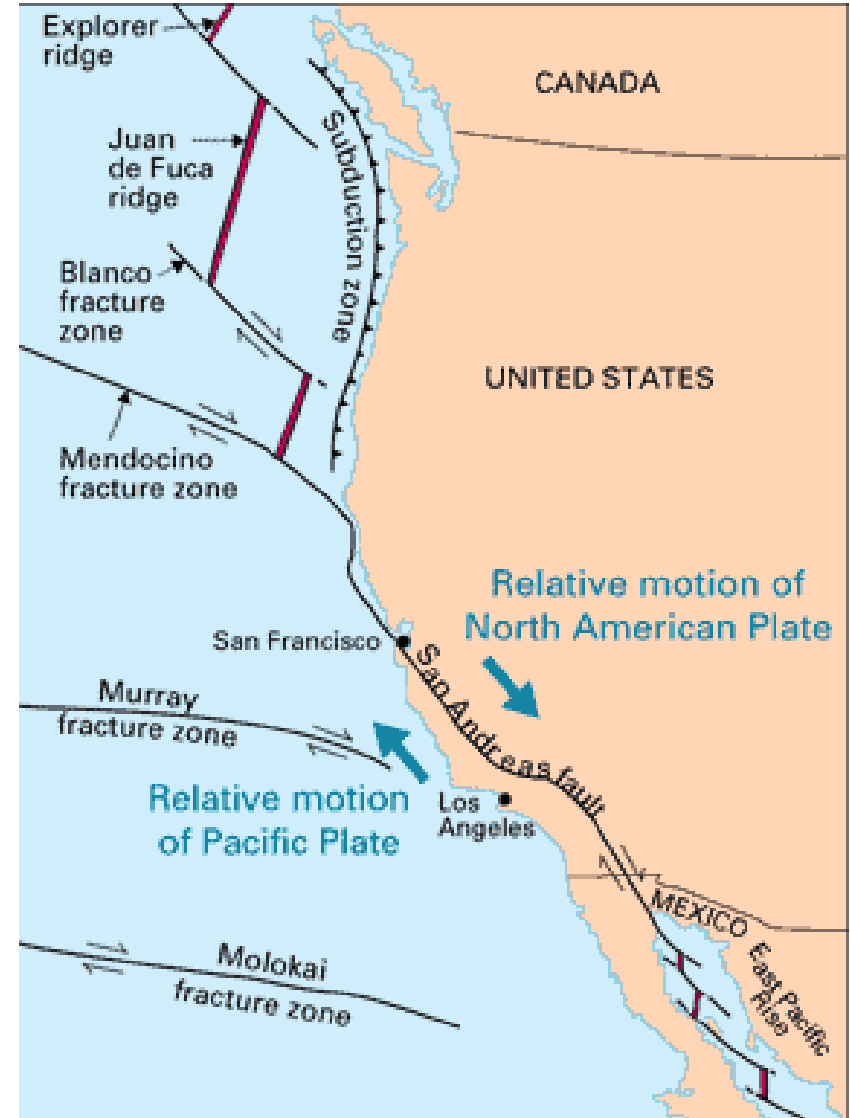
- horizontalni premiki med ploščami
- ni ne nastanka ne uničenja skorje
- najbolj znan primer
  - prelom sv. Andreja





# Transformne meje

- prelom sv. Andreja



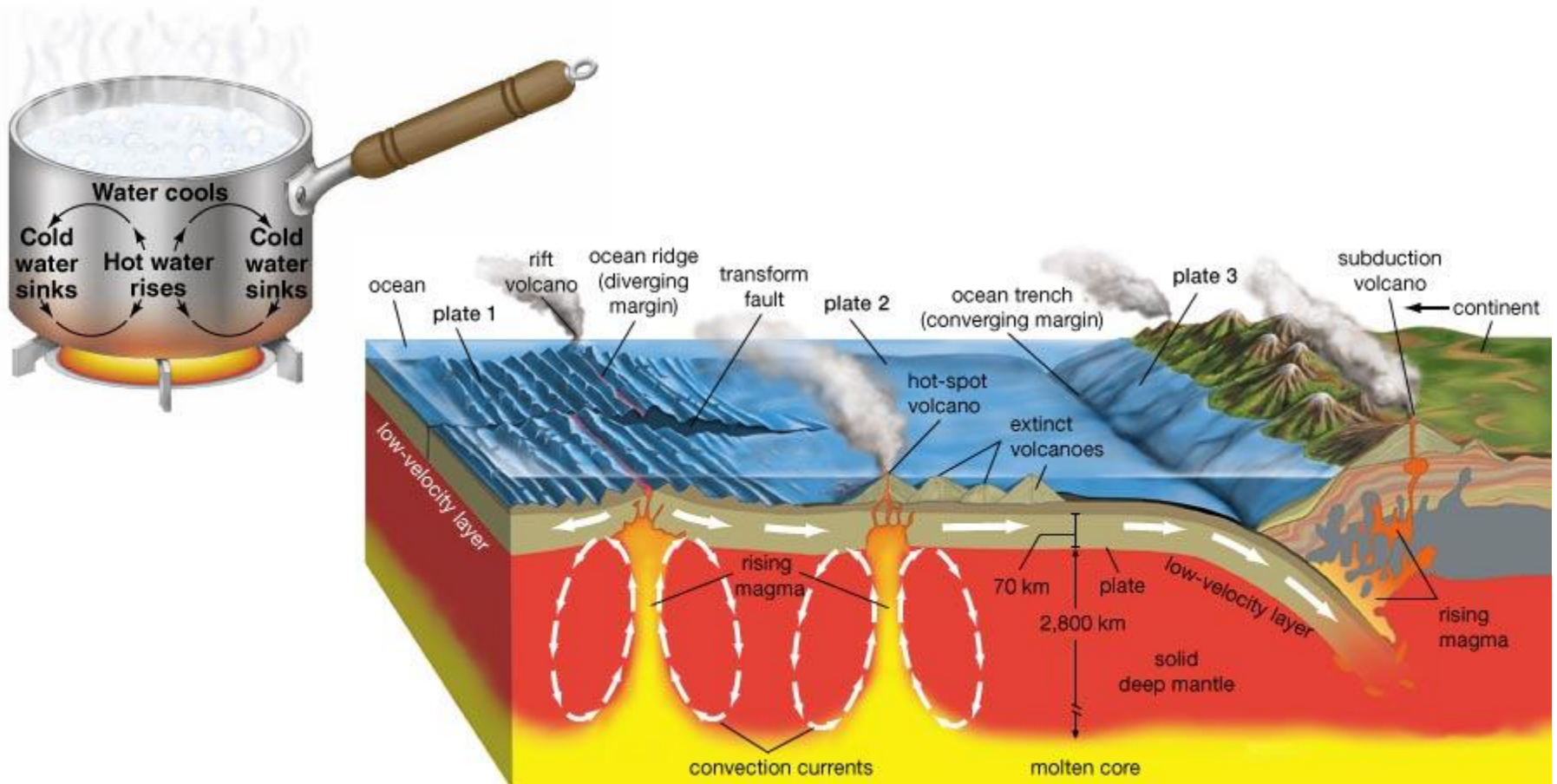




# Razlogi za premikanje plošč

- Konvekcijsko gibanje v plašču

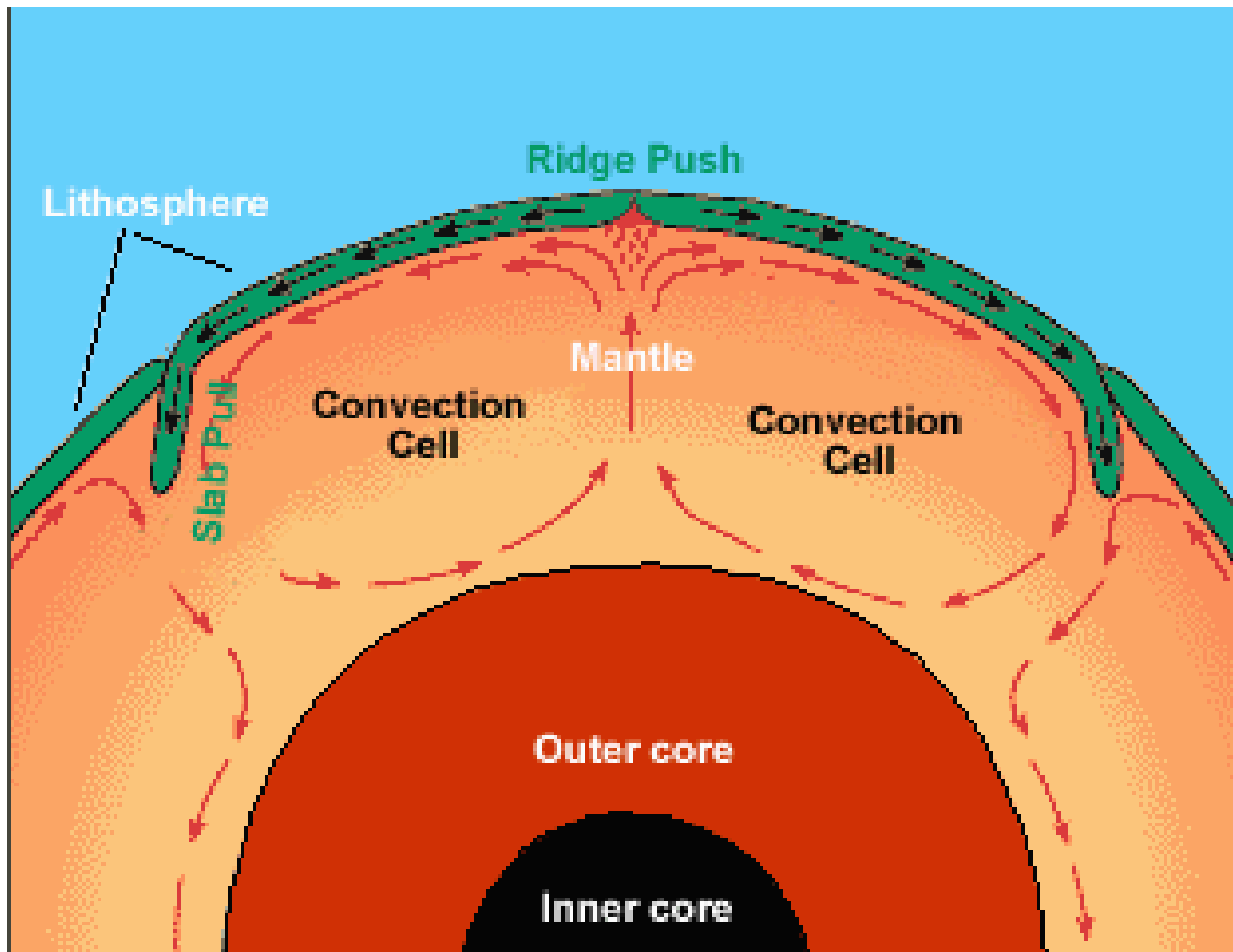
A.







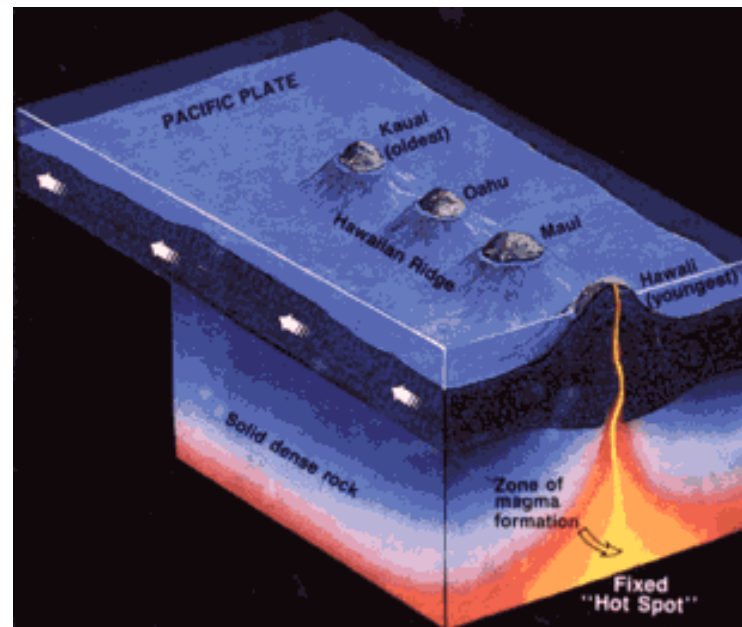
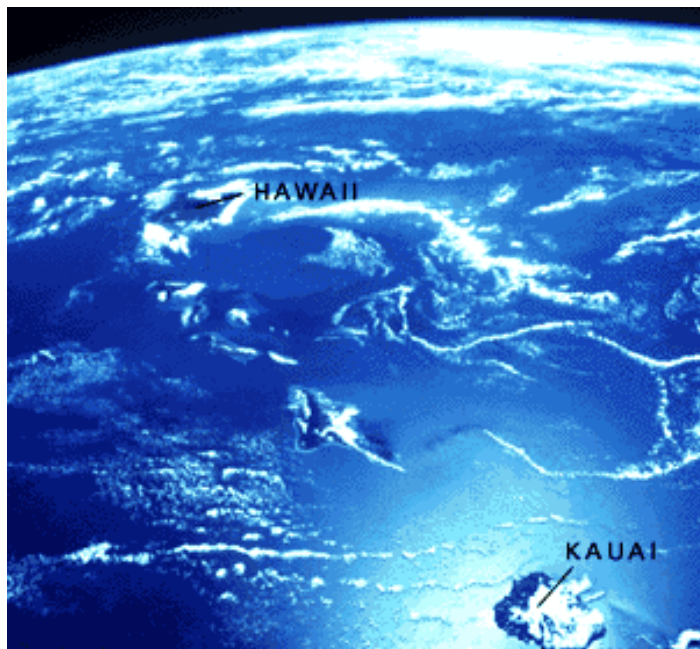
# Razlogi za premikanje plošč





# Vroče točke

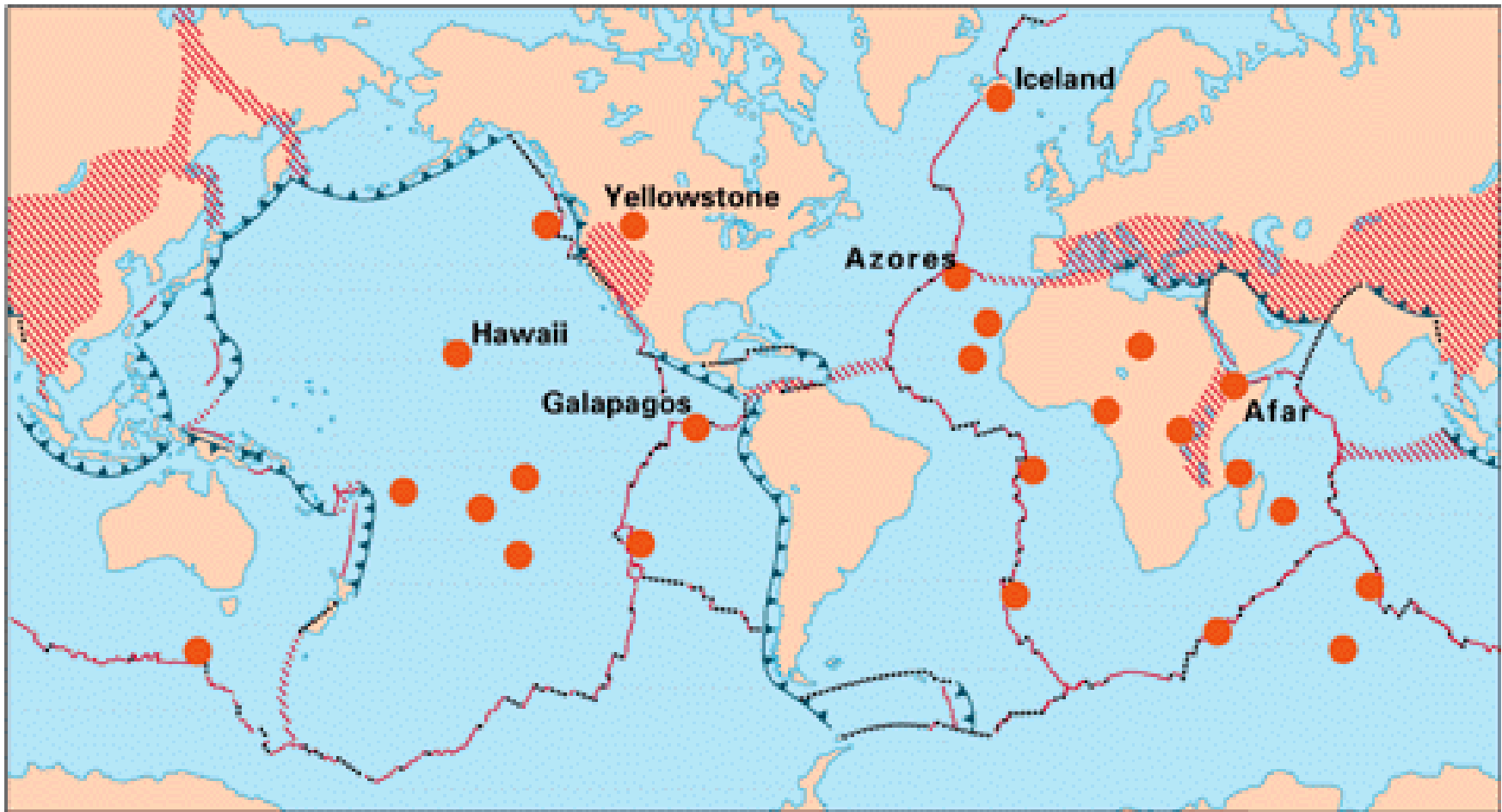
- večina potresov in vulkanov je zbranih okoli mej litosferskih plošč, vendar obstajajo izjeme
- Havajsko otočje se nahaja 3200km od najbližje meje





# Vroče točke

- lokacije pomembnejših vročih točk







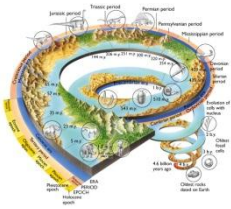


# GEOLOGIJA s PALEONTOLOGIJO za študente biologije

## 3. predavanje: MINERALI in MAGMATSKE KAMNINE







# MINERALI

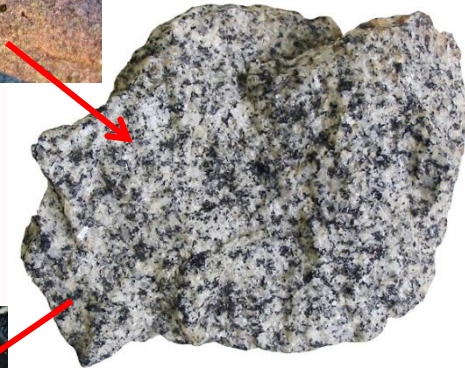
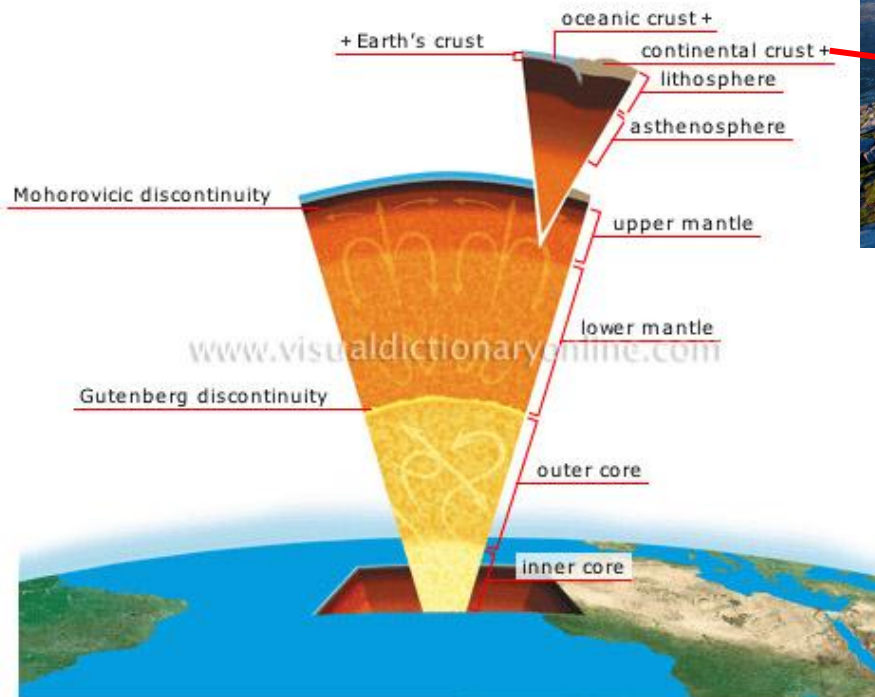






# MINERALI

- Zemljino skorjo sestavljajo zelo različne kamnine,
- kamnine pa so zgrajene iz mineralov
- kamnine lahko sestavlja samo en mineral, običajno pa jih je več









# MINERALI

Minerali dostikrat razkrivajo o razmerah v katerih so kamnine nastale:

- nekateri nastajajo (kristalizirajo) pri točno določenih temperaturah in tlakih
- nekateri nastajajo samo v morjih
- nekateri nastajajo samo v puščavskih pogojih
- v nekareih se zapiše magnetizem v času njihovega nastanka
- minerali, ki vsebujejo radioaktivne izotope, omogočajo meritev absolutnih starosti kamnin

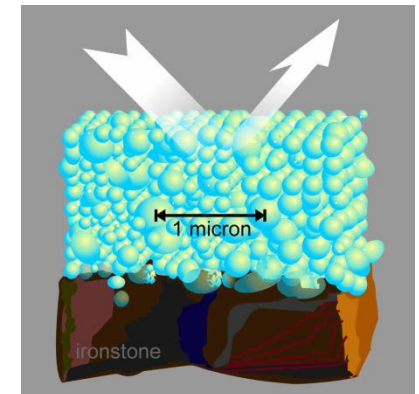




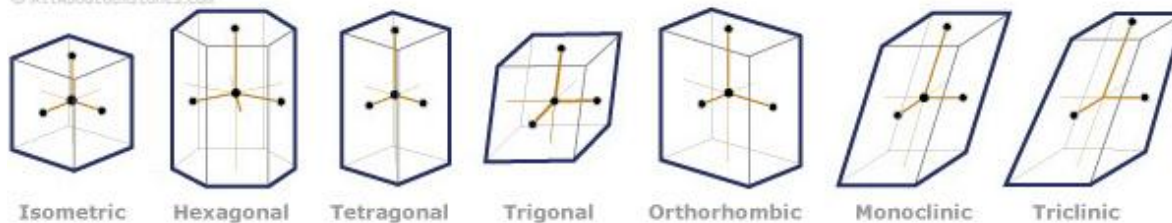


# MINERALI

- minerali so notranje urejeni v t.i. kristalnih rešetkah
- poznamo 7 osnovnih tipov kristalnih rešetk, ki jih imenujemo kristalne singonije
- od najbolj urejene proti najbolj kaotični si sledijo:  
kubični → heksagonalni → trigonalni → tetragonalni → ortorombski → monoklinski → triklinski
- redki minerali imajo nepravilno notranjo zgradbo; imenujemo jih amorfni minerali (lep primerek je opal)



AllAboutGemstones.com



Isometric

Hexagonal

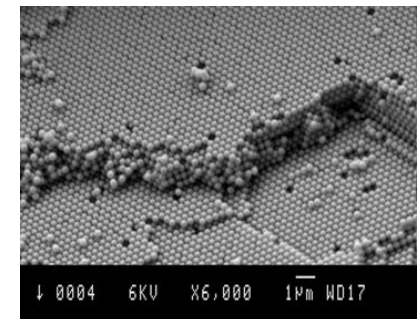
Tetragonal

Trigonal

Orthorhombic

Monoclinic

Triclinic

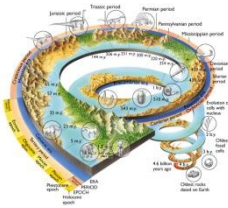




# MINERALI

- vsak mineral tako zelo natančno kemijsko in kristalografsko določimo, vendar pa so te analize dostikrat drage
- za osnovno ločevanje pa se običajno uporabljajo naslednje značilnosti:
  - barva; lahko značilna: malahit, azurit, akvamarin, lahko odvisna od primesi: kremen
  - barva črte; se lahko zelo razlikuje od barve minerala: zlat pirit ima črno črto
  - sijaj; kristalen, steklen, masten
  - razkolnost; lastnost minerala, da rad poka po določenih kristalnih ploskvah
  - prosojnost; odvisna od loma svetlobe na površini minerala
  - trdota; moshova relativna trdotna lestvica (skala od 1 do 10)
  - okus, otip; lep primer je slan halit
- bolj specifične, a še vedno uporabne lastnosti so še: gostota, magnetnost, fluorescenca, radioaktivnost



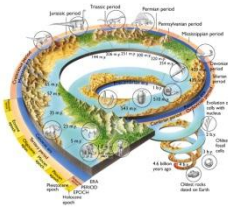


# MINERALI

- vseh naravnih mineralov je preko 3000
- število t.i. kamnintvornih mineralov veliko manjše
- delimo jih na silikate in ostale (nesilikate)



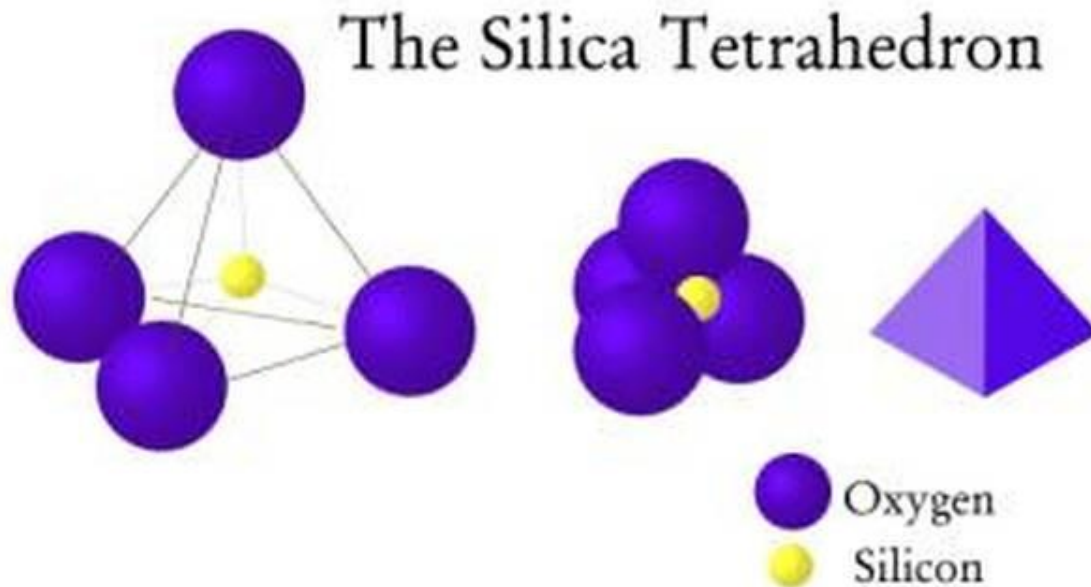




# MINERALI

Silikati so najpogostejši gradniki kamnin:

- osnovna elementa sta silicij (Si) in kisik (O),
- elementa Si in O tvorita kar 75% vse zemljine skorje
- ostali pogosti elementi so aluminij, železo, kalcij, kalij, natrij in magnezij
- Si in O sta med seboj vezana v obliki tristrane piramide

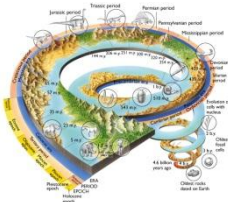




# MINERALI

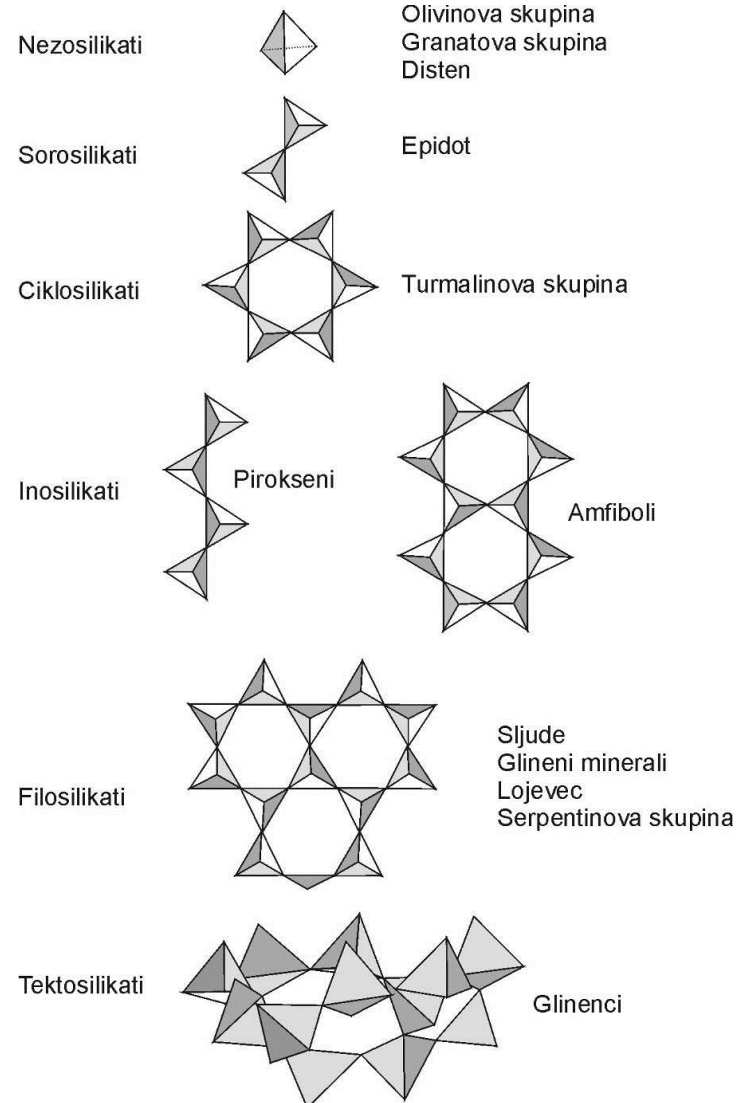
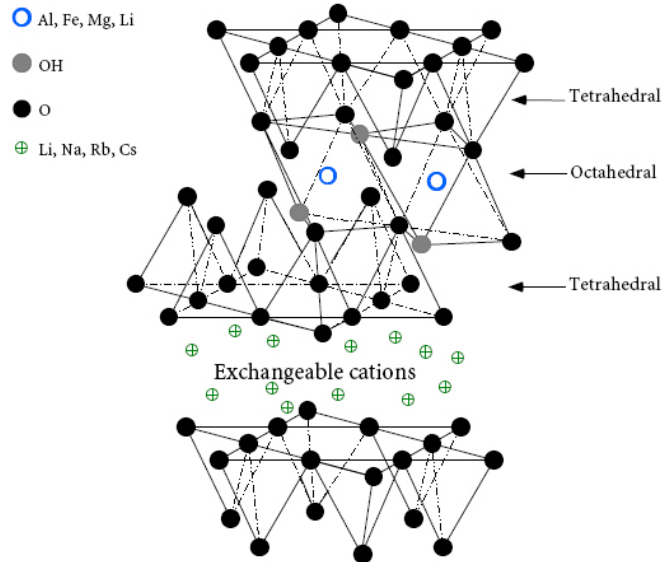
- če sta med seboj vezana le ta dva elementa je to mineral **kremen**
- kremen je verjetno najpogostejši mineral in ga dobimo v zelo različnih kamninah
- če raste v prazen prostor lahko tvori zelo lepe heksagonalne kristale in ga imenujemo tudi kamena strela
- poznamo zelo veliko barvnih različkov predvsem zaradi primesi, ki ga značilno obarvajo (radioaktivni elementi – temni kristali; čadavec, dvovalentno železo – zelen, trovalentno železo – rdeč; jaspis, amnetist)



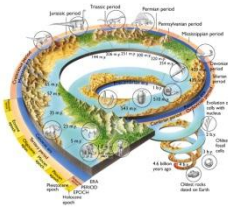


# MINERALI

- ostale silikate dobimo, ko se posamezne piramide vežejo med seboj na različne načine, medtem pa vmesne prostore zapolnjuje ostali elementi
- glede na to kako so piramide vezane med seboj ločimo več tipov silikatov







# MINERALI

Med najpomembnejše kamninotvorne silikate spadajo:

-glinenci

-K-glinenec (ortoklaz!, mikroklin, sanidin)

-plagioklazi (Na-Ca glinenci, kjer oba kationa tvorita trdno raztopino)

-sljude

-muskovit

-biotit

-pirokseni

-amfiboli

-augit, olivin, turmalin,...

-minerali glin





# MINERALI

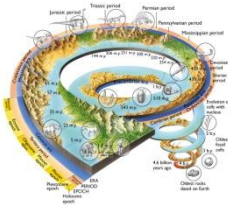
Kamninotvorni nesilikatni minerali so:

-karbonati:

-kalcit in aragonit =  $\text{CaCO}_3$ ; ju veže v svoje skelete in lupine večina `skeletonosnih` živali in rastlin; slednji se kasneje v kamninah spremeni v prvega

-dolomit =  $\text{MgCaCO}_3$ ; nastane iz prejšnega z kasnejšo izmenjavo kationov





# MINERALI

Kamninotvorni nesilikatni minerali

so:

-evaporiti; nastajajo z izparevanjem morske vode v zaprtih morjih (danes primer mrtvo morje)

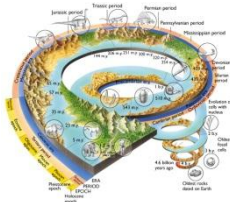
-halit =  $\text{NaCl}$

-anhidrit =  $\text{CaSO}_4$

-sadra =  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$







# KAMNINE

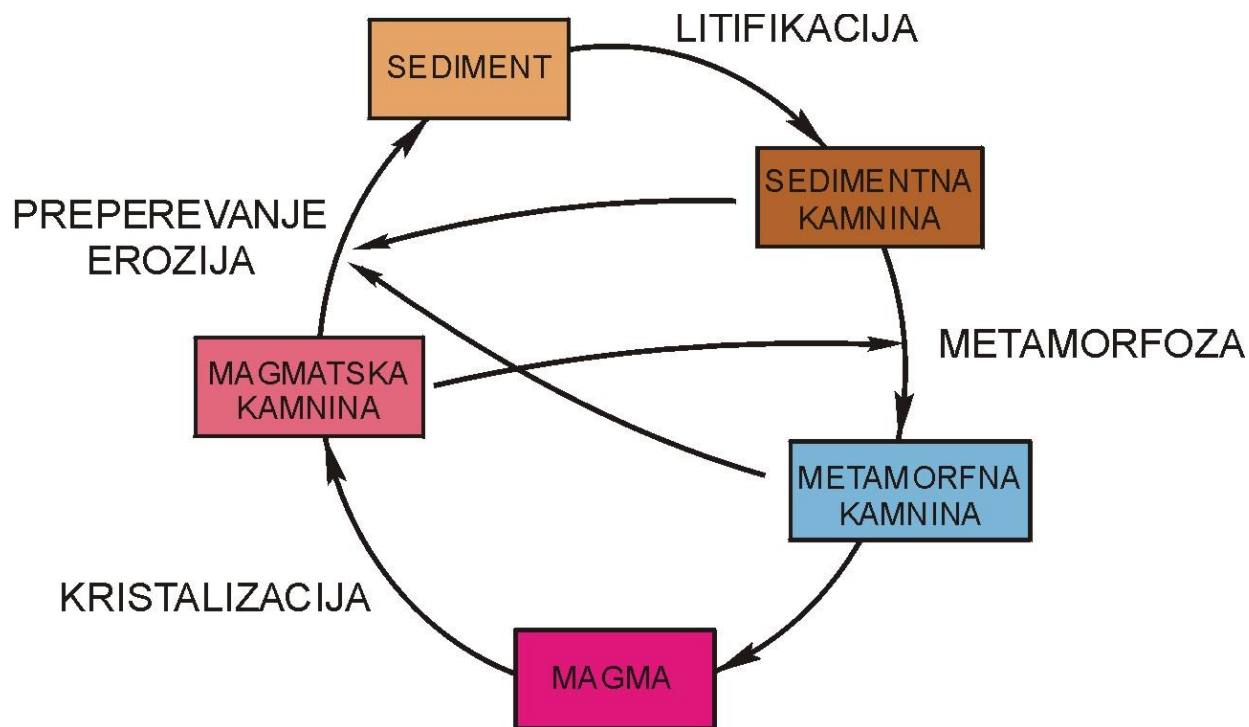
Glede na nastanek ločimo tri osnovne skupine kamnin:

- magmatske kamnine; nastanejo s strjevanjem oziroma kristalizacijo magme
- sedimentne kamnine; se tvorijo s strjevanjem oziroma cementacijo) sedimenta na zemeljski površini. Sediment nastane s preperevanjem starejših kamnin ali se izloča iz vode zaradi evaporacije ali s pomočjo živali in rastlin (biopercipitacija)
- metamorfne kamnine; nastanejo iz prejšnjih dveh skupin ali iz drugačnih metamorfnih kamnin, ko so te podvržene visokim tlakom in temperaturam. Pri tem običajno pride do spreminjanja mineralne sestave



# KAMNINE

- Vse kamnine lahko nastanejo iz drugih tipov kamnin: to ponazarja t.i. Kamninski krog
- najstarejše kamnine na Zemlji so bile magmatskega nastanka





# MAGMATSKE KAMNINE

- tvorijo 90% vse zemljine skorje, vendar pa jih relativno redko dobimo na površju, saj jih prekrivajo sedimentne kamnine
- običajno so razgaljene v jedru gorstev, kjer je velik dvig ozemlja ali pa v velikih globelih (Grand Canyon), velikokrat pa v obliki lavinih izbruhov
- nastanejo s strjevanjem magme







# MAGMATSKE KAMNINE

Magma je:

- raztopljena kamnina
- je talina sestavljena iz raztopljenih silikatov in plinov (lahkohlavnih komponent)
- magmo, ki prodre na površje, imenujemo lava



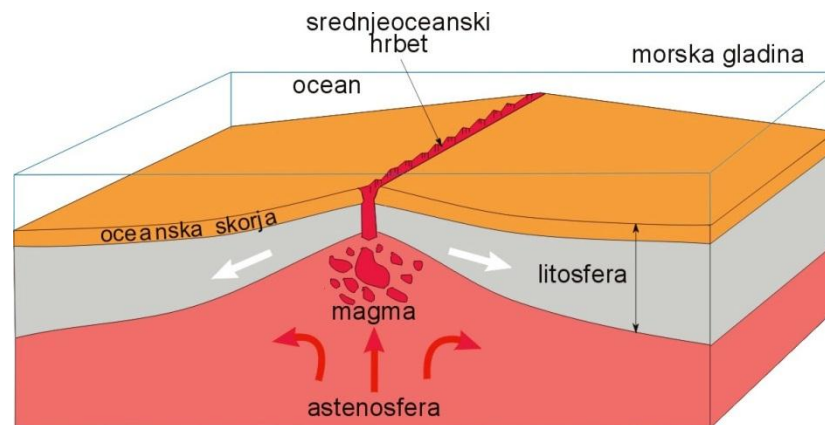
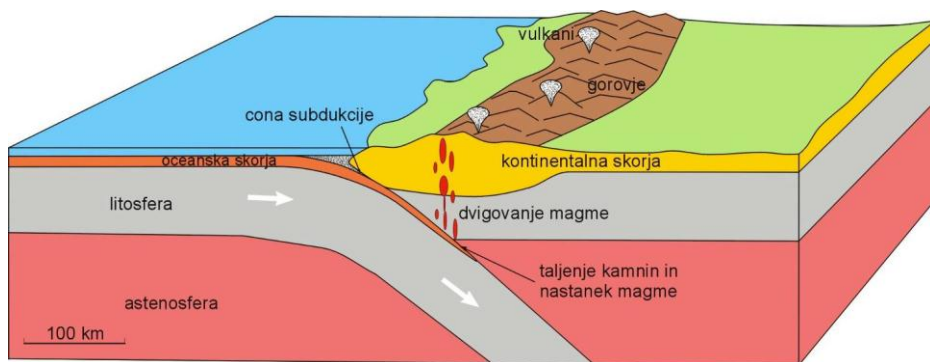


# MAGMATSKE KAMNINE

-Večina magem nastane na

-oceanskih hrbtih, kjer na površje dejansko prihaja astenosfera

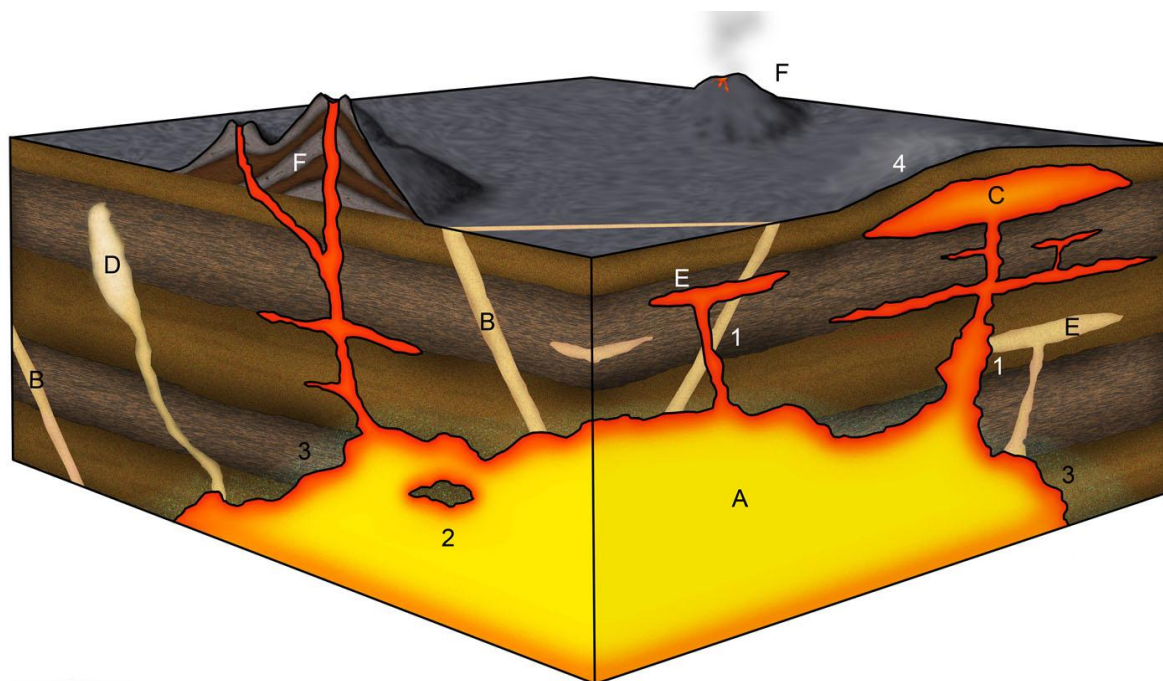
-cone subdukcije, kjer prihajajo kamnine v območja visoih tlakov in temperatur in se talijo





# MAGMATSKE KAMNINE

- magma običajno nastane z delnim topljenjem litosfere in sicer predvsem vrhnjega dela plašča ali spodnjega dela skorje
- proti površju prodira zaradi vzgona
- lahko se ustavi v skorji ali pa prodre na površino skorje

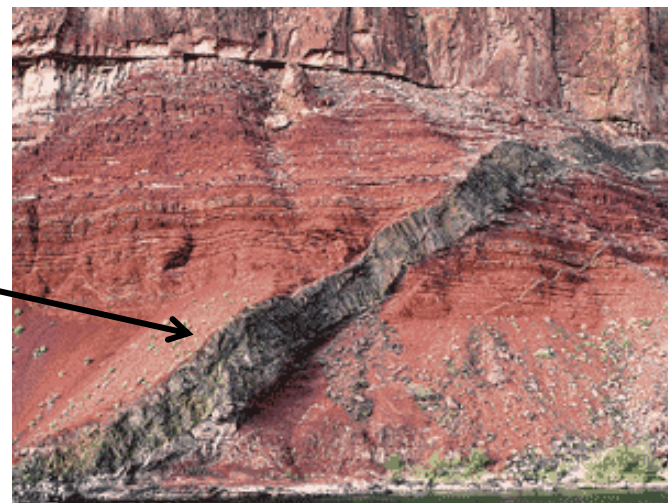
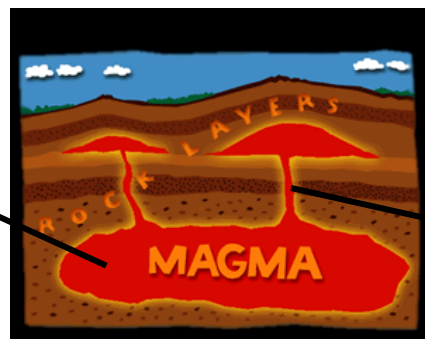


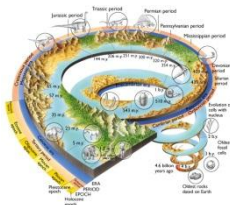




# MAGMATSKE KAMNINE

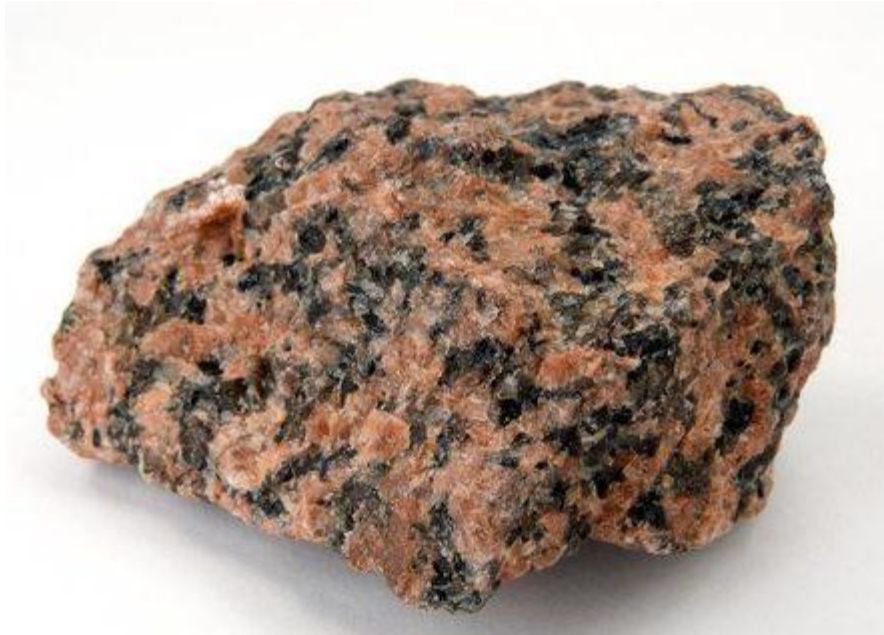
- v primeru, da se magma na svoji poti proti površini ustavi v skorji iz nje nastanejo globočnine
- imenujemo jih tudi intruzivne in plutonske magmatske kamnine
- za take magme je značilno da se zaradi segrete okolice ohlajajo počasi (lahko tudi več milijonov let) → iz magme se postopoma tvorijo minerali in magma v celoti izkristalizira





# MAGMATSKE KAMNINE

- tako magmatsko kamnino sestavljajo lepo izoblikovani, približno enako veliki minerali
- govorimo o t.i. zrnati strukturi











# MAGMATSKE KAMNINE

- magma lahko prodre na površino skorje (podmorsko ali na kopno) in iz nje nastanejo predornine
- imenujemo jih tudi ekstruzivne magmatske kamnine
- take magme oziroma lave se ohladijo zelo hitro (pri podmorskih izlivih tudi v nekaj urah) in taline `zamrzne`.
- govorimo o amorfni osnovi
- zaradi podobnosti s procesom izdelave stekla tovrstno ohlajeno lavo imenujemo tudi vulkanska osnova





# MAGMATSKE KAMNINE

V primeru, če v magmi ni bilo že izoblikovanih kristalov, govorimo o vulkanskih steklih

Glede na vsebnost lahkihplavne komponente jih delimo v:

- obsidian (nima mehurčkov in zelo spominja na steklo)
- perlit (vsebuje redke plinske mehurčke okoli katerih se tvorijo sferule zaradi katerih kamnina izgleda kot bi bila sestavljena iz biserov → od tod njeno ime)
- plovec (vsebuje zelo veliko zračnih mehurčkov, spominja na stiropor in plava na vodi)













# MAGMATSKE KAMNINE

-pogosto imajo t.i. porfiroidno strukturo, za katero je značilno, da večji kristali plavajo v osnovi, ki jo sestavljajo majhni kristali (in ne amorfna snov kot pri predorninah)





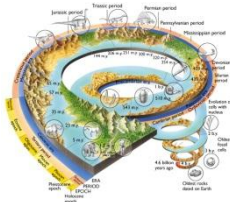


# MAGMATSKE KAMNINE

- lahko pa jih tvorijo samo zelo majhni (primer aplit) ali samo zelo veliki kristali (primer pegmatit)
- za žilnine je značilno, da lahko vsebujejo zelo redke in pogosto tudi poldrage in drage minerale (beril, turmalini,...)







# MAGMATSKE KAMNINE

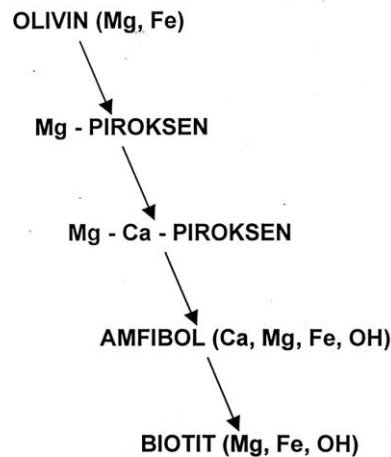
- za klasifikacijo magmatskih kamnin je pomembna struktura kot tudi sestava kamnin
- katera magmatska kamnina bo nastala je odvisno predvsem od kemične sestave magme in od tega kje se bo magma ohladila.
- tako bo iz magme, ki vsebuje veliko Si in O v notranjosti skorje nastala kamnina granit, z izlivom iste lave na površje pa bi nastal riolit (razlika je le v strukturi)
- hkrati lahko iz nekega vulkana nekaj časa bruha andezit, s spremembo kemizma magme v magmatskem ognjišču skozi čas pa lahko začne iz istega vulkana bruhati kremenov keratofir



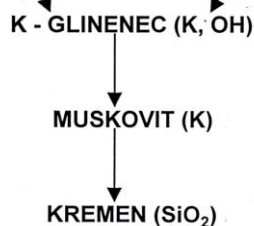
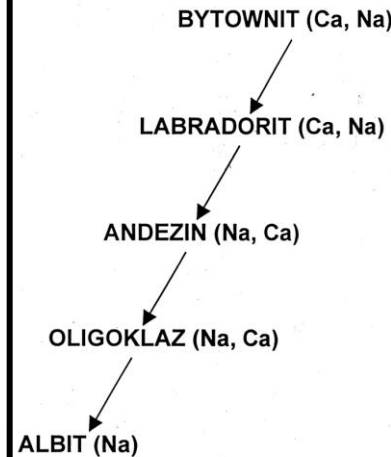
# MAGMATSKE KAMNINE

-značilno je, da se minerali izločajo po določenem redu, kar se da povzeti v t.i. Bownovem nizu, v katerem je prikazano kateri minerali nastajajo prvi (tisti na vrhu) in katere kasneje pri ohlajanju magme. Niz delimo na:

Nezvezni niz: pri ohlajanju magme iz starejših mineralov z reakcijo s preostalo magmo nastajajo drugačni minerali



Zvezni niz: pri ohlajanju magme mineral (plagioklaz) ostaja isti, spreminja se le kemična sestava (Na na kationskem mestu nadomešča Ca)

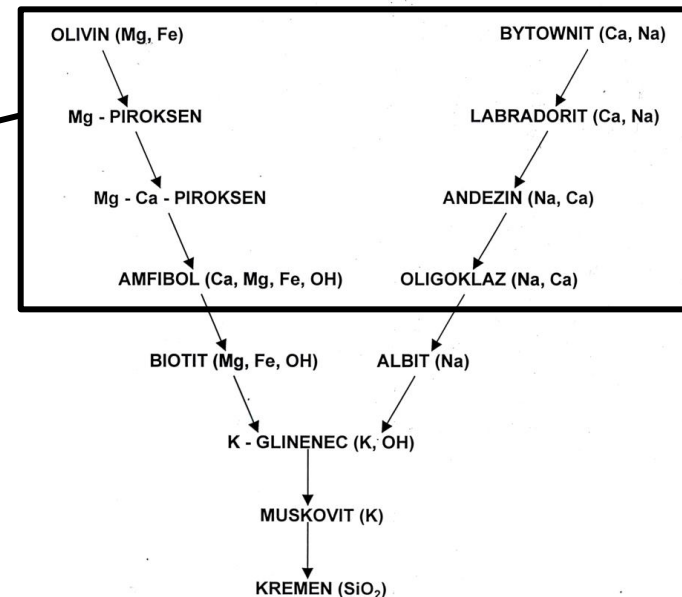


Magmatski preostanek: ti minerali se izločajo zadnji pri ohlajanju magem



# MAGMATSKE KAMNINE

- značilno je, da v naravi kamnine praviloma sestavljajo minerali, ki jih dobimo na enem delu Bowen-ovega niza
- tako v naravi skoraj ni primera, ko bi v isti kamnini dobili olivin in kremen
- zelo pogosta pa je recimo kamnina (gabro), ki vsebuje predvsem olivin, piroksene, amfibole in Ca-plagioklaze



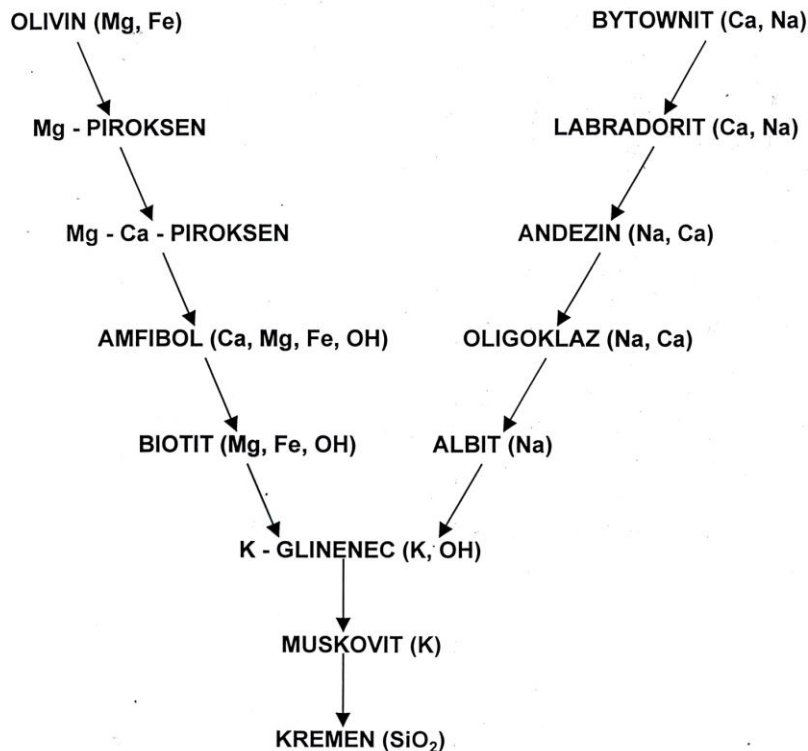




# MAGMATSKE KAMNINE

-Katere minerale bo kamnina vsebovala pa je odvisno predvsem od kemične sestave magme

-v primerih, ko ima magma veliko Fe, Mg in Ca bo nastala kamnina, ki vsebuje veliko mineralov iz vrhnjega dela niza → to so mafične (bazične) magmatske kamnine



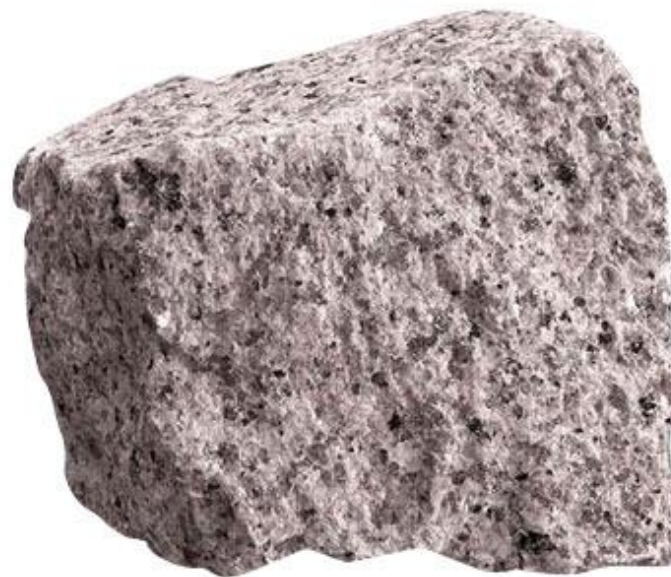
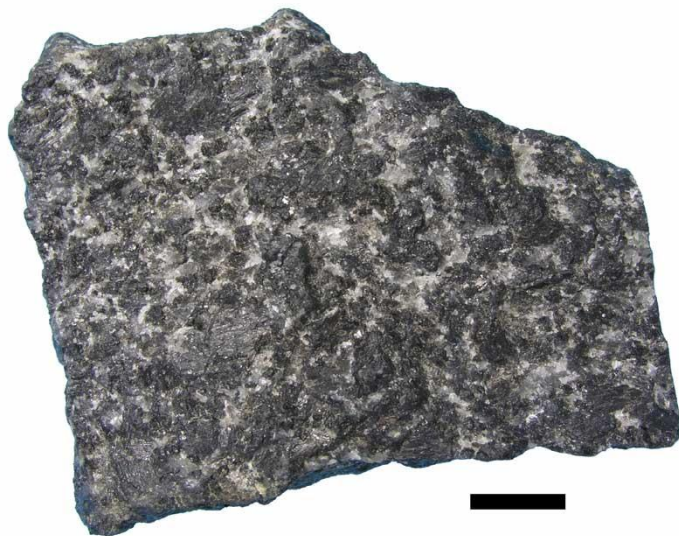
-v primerih, ko ima magma veliko Si in O ter tudi Na, K in Al bo nastala kamnina, ki vsebuje minerale predvsem iz spodnjega dela niza → to so felzične (kisle) magmatske kamnine



# MAGMATSKE KAMNINE

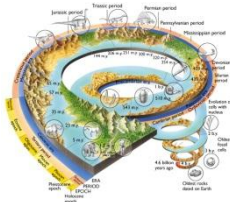
Generalno velja, da imajo mafične kamnine v primerjavi s felzičnimi:

- večjo gostoto
- več temnih mineralov in so zato običajno temnejše
- višjo temperaturo nastanka





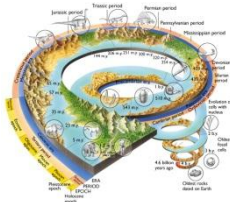




# MAGMATSKE KAMNINE

## Klasifikacija magmatskih kamnin:

glede na način nastanka	GLOBOČNINE	PREDORNINE	ŽILNINE
glede na mineralno sestavo			
<b>GRANITSKA SKUPINA</b>			
b.m.: kremen, kalijevi glinenci, kisli plagioklazi, srednji plagioklazi	<b>GRANIT</b> kremen + K-glinenec + kisli plagioklaz	<b>RIOLIT</b> <b>KREMENOV PORFIR</b> <b>KREMENOV KERATOFIR</b> vulkanska stekla: <b>OBSIDIAN, PLOVEC, PERLIT</b>	<b>GRANITPORFIR</b> <b>PEGMATIT</b> <b>APLIT</b>
z.m.: biotit, muskovit, amfiboli, pirokseni			
	<b>GRANODIORIT</b> kremen + sr-plagioklaz + K-glinenec	<b>DACIT</b>	
<b>SIENITSKA SKUPINA</b>			
b.m.: kalijevi glinenci, kisli plagioklazi	<b>SIENIT</b>	<b>TRAHIT</b> <b>PORFIR</b> <b>KERATOFIR</b>	
z.m.: biotit, muskovit, amfiboli, pirokseni			
<b>DIORITSKA SKUPINA</b>			
b.m.: srednji plagioklazi	<b>DIORIT</b> <b>TONALIT</b> (kremenov diorit)	<b>ANDEZIT</b>	
z.m.: amfiboli, pirokseni, biotit			
<b>GABRSKA SKUPINA</b>			
b.m.: bazični plagioklazi	<b>GABRO</b> <b>ČIZLAKIT</b>	<b>BAZALT</b> <b>BAZALT MANDLJEVEC</b> <b>DIABAZ</b>	
z.m.: pirokseni, amfiboli, olivin			
<b>PERIDOTITSKA SKUPINA</b>			
b.m.: pirokseni, amfiboli, olivin	<b>PERIDOTIT</b>		
z.m.: biotit			
b.m. - bistveni minerali			
z.m. - značilni minerali			



# MAGMATSKE KAMNINE

Magmatske kamnine v Sloveniji:

## 1 Globočnine:

-Pohorje; granodiorit in dacit (starost cca 18 milijonov let) in čizlakit (različek gabra imenovan po vasi Čezlak)

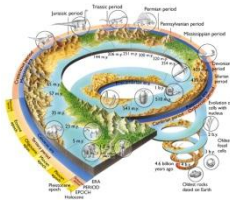
-Karavanke; granit, granitporfir in sienogranit, ki vsebuje t.i. vključke gabra (starost nekje med 220 do 300 milijonov let ali več) in tonalit (starost cca 24 milijonov let)

2 Žilnine: jih dobimo tako na pohorju in karavankah v obliki pegmatitinih in aplitnih žil in so malo mlajše od globočnin

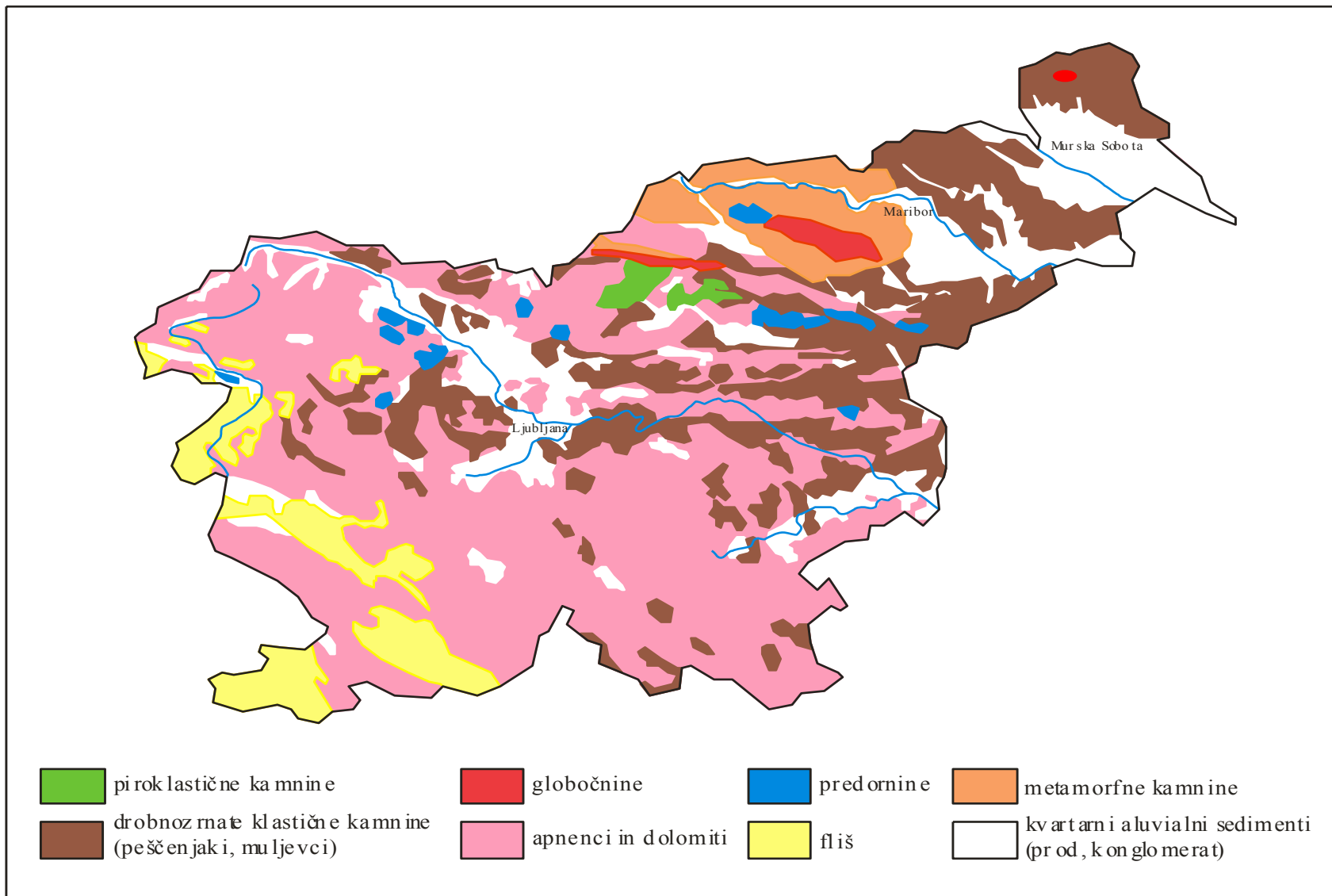
## 3 Predornine:

-osrednja Slovenija; porfir, keratofir, diabaz in bazalt (starost cca 230 milijonov let)

-Grad na Goričkem: peridotit (starost le okoli 4 milijone let)



# MAGMATSKE KAMNINE







# GEOLOGIJA s PALEONTOLOGIJO za študente biologije

## 4. predavanje: SEDIMENTNE IN METAMORFNE KAMNINE





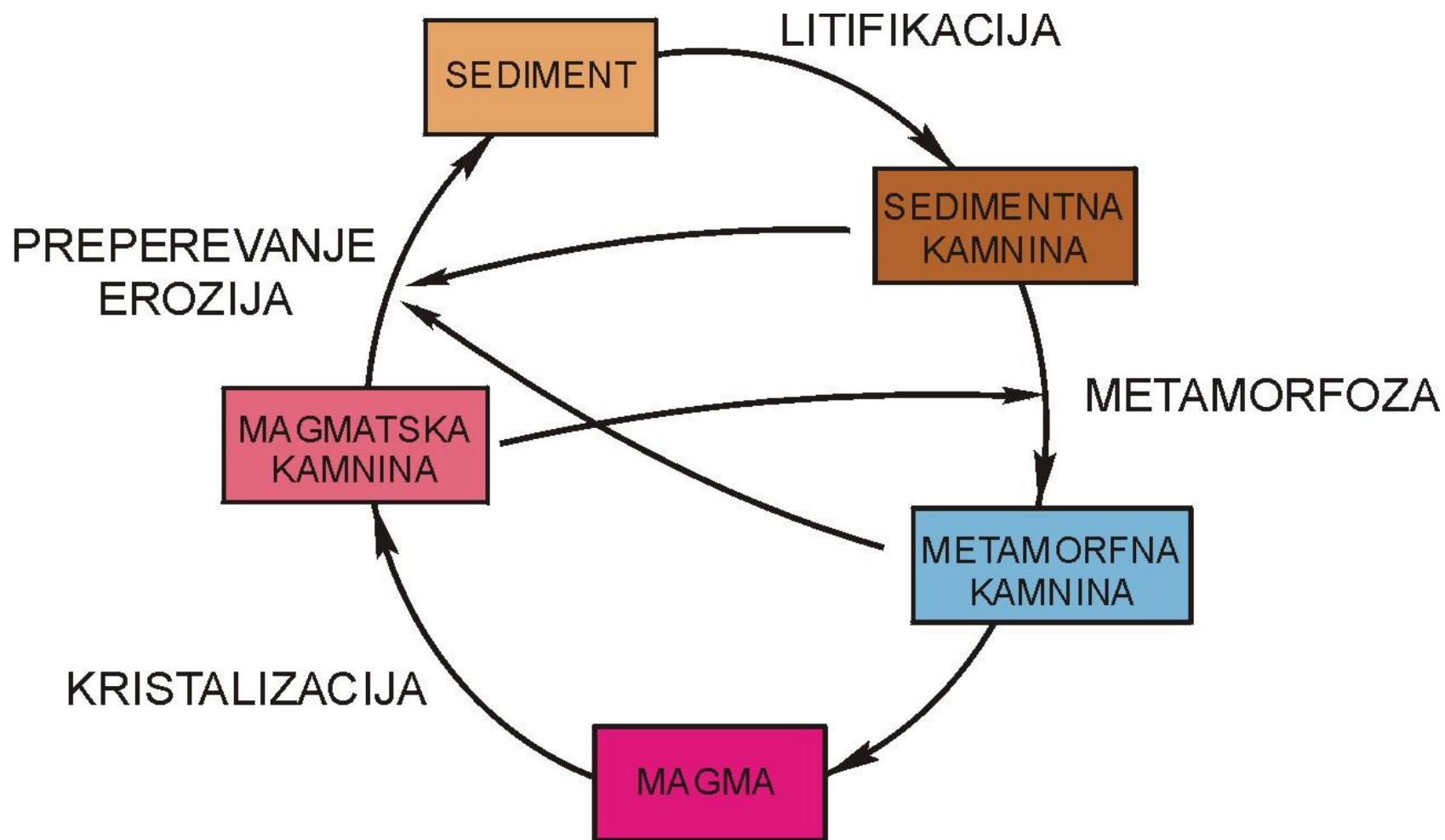
# SEDIMENTNE KAMNINE







# SEDIMENTNE KAMNINE







# SEDIMENTNE KAMNINE

Površino zemlje pokrivajo povečini sedimentne kamnine (okoli 75% vsega kopnega)

Osnovna značilnost sedimentnih kamnin je plastnatost

Vsaka plast je mlajša od tiste pod njo in nosi v sebi informacijo o zemljini preteklosti iz časa, ko je nastajala





# SEDIMENTNE KAMNINE

Sedimentne kamnine nastanejo s strjevanjem sipkega sedimenta (z kompakcijo ali cementacijo)

Predvsem glede na izvor sedimenta pa ločimo tri osnovne skupine sedimentnih kamnin:

- klastične = mehanske; sediment nastane s preperevanjem starejših kamnin
- biokemične; sediment nastane z izločanjem iz vode
- piroklastične; sediment nastane pri eksplozivnih erupcijah vulkanov





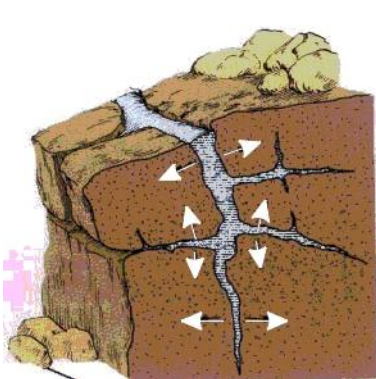
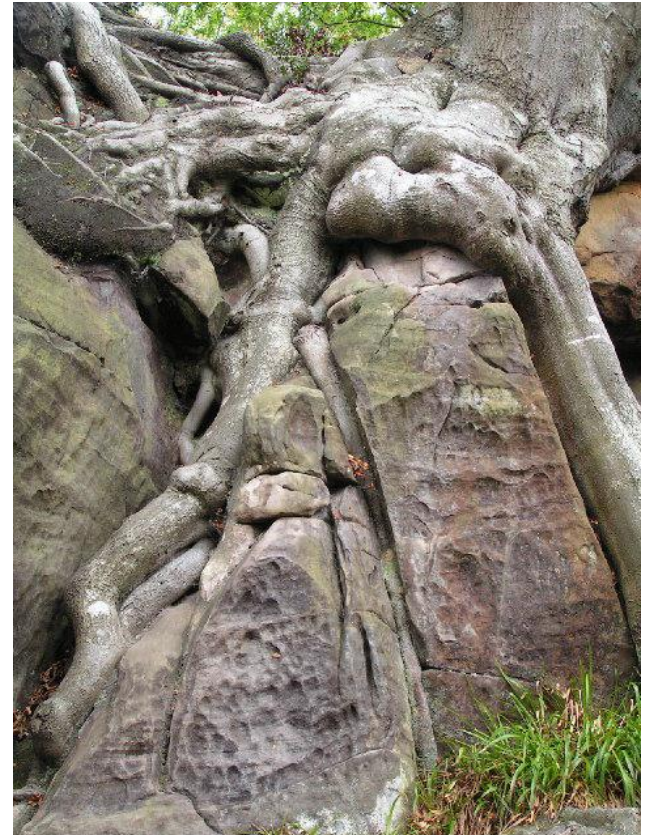


# SEDIMENTNE KAMNINE

## KLASTIČNE SEDIMENTNE KAMNINE

Prvi proces, ki spremlja nastanek sedimenta je preperevanje starejših kamnin na zemljini površini

Poteka na tri osnovne načine: mehansko, kemično in biološko





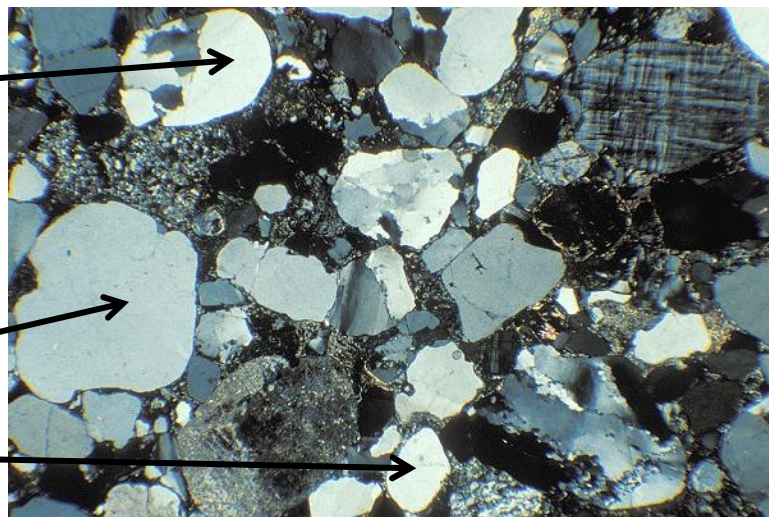
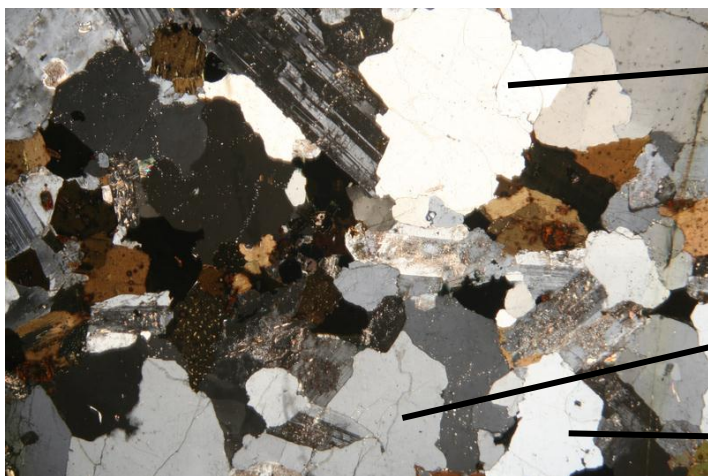


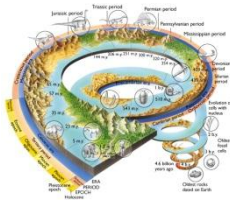
# SEDIMENTNE KAMNINE

## KLASTIČNE SEDIMENTNE KAMNINE

Značilno je, da so nekateri minerali bolj odporni na preperevanje (kremen) in se v sedimentnih kamninah pojavljajo zelo pogosto, drugi pa zelo hitro razpadejo (glinenci, sljude) in so tako v sedimentnih kamninah redki, oziroma se spremenijo v druge minerale

Tako iz granita nastane sediment, ki vsebuje veliko kremenca, medtem ko je ostalih zrn veliko manj (glinenci se deloma raztopijo, deloma pa spremenijo v minerale glin)





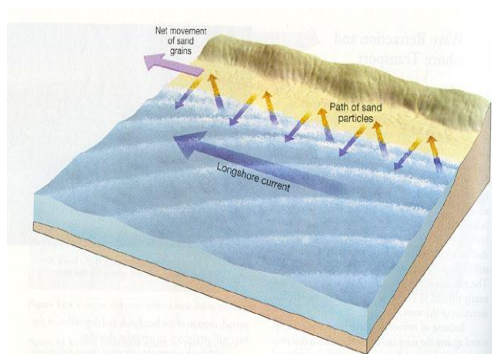
# SEDIMENTNE KAMNINE

## KLASTIČNE SEDIMENTNE KAMNINE

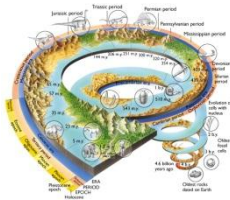
Drugi proces je transport materijala:

-dolžina transporta je zelo različna

-poteka običajno v dveh medijih: voda (tekoča in v ledenikih) in veter







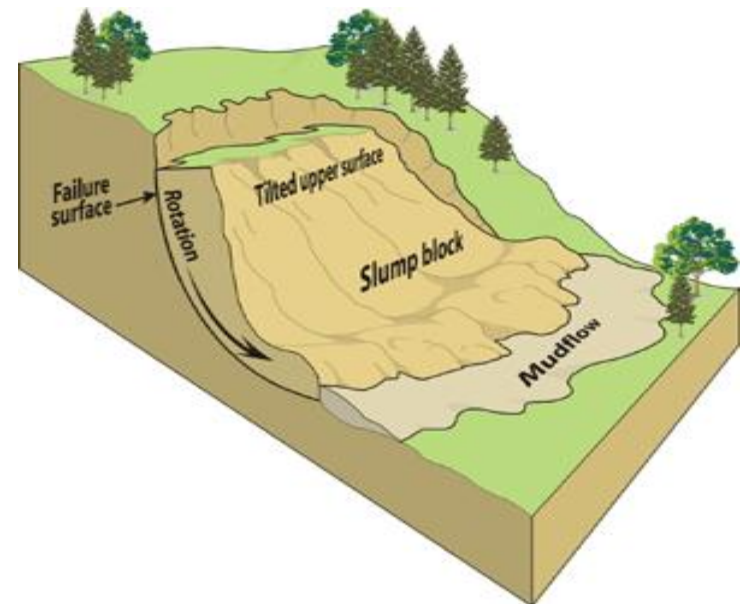
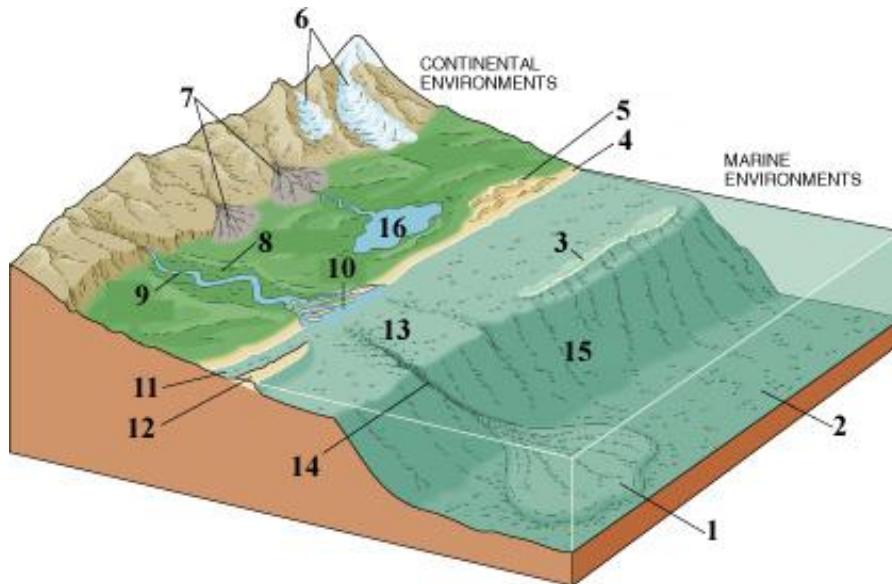
# SEDIMENTNE KAMNINE

## KLASTIČNE SEDIMENTNE KAMNINE

Zadnji proces nastanka sedimenta je usedanje oz. sedimentacija

Do usedanja pride takrat ko:

- transportni medij izgubi svojo moč
- materijal se ustavi zaradi zmanjšanja nagiba pobočja pri gravitacijskih dogodkih (kamninski podor)









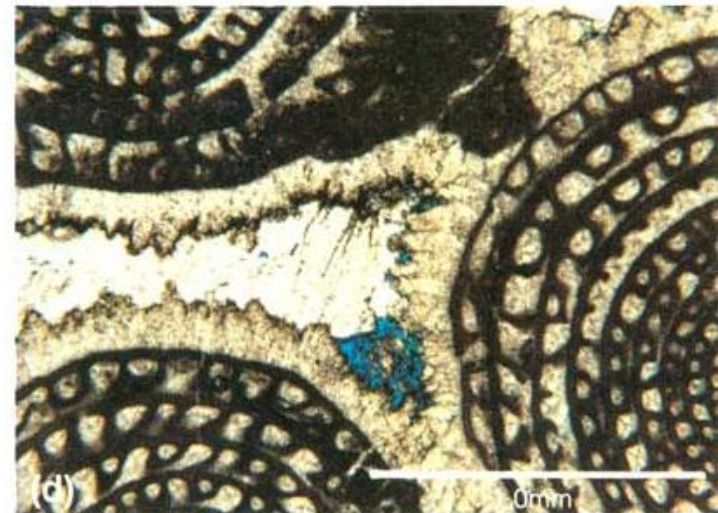
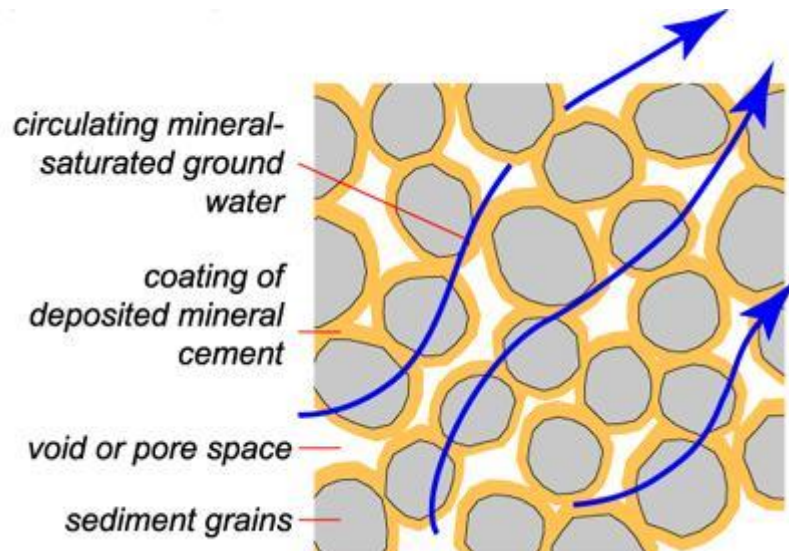
# SEDIMENTNE KAMNINE

## KLASTIČNE SEDIMENTNE KAMNINE

Da iz sedimenta končno nastane sedimentna kamnina je potreben še proces imenovan litifikacija

Običajno se vrši z izločanjem mineralov iz pornih voda, ki tečejo skozi medzrnske prostore → ta proces imenujemo cementacija

Najpogostejša minerala sta kalcit in kremen









# SEDIMENTNE KAMNINE

## KLASTIČNE SEDIMENTNE KAMNINE

Pogosto so klastične sedimentne kamnine sestavljene iz zrn različnih velikostnih razredov;

-v takem primeru tisti razred, ki ga je največ tvori jedro imena

-tisti velikostni razredi, ki jih je manj pa jih k imenu dodamo kot pridevnike (prvi pridevnik je tisti, katere komponente je najmanj)

### PRIMER:

-kamnino sestavlja:

50% proda, 30% peska in  
20% gline

-tako kamnino imenujemo:  
glineni peščeni konglomerat





# SEDIMENTNE KAMNINE

## BIOKEMIČNE SEDIMENTNE KAMNINE

Ključna razlika z klastičnimi je v tem, da se sediment pri biokemičnih izloča neposredno iz vode.

Pri tem je izločanje lahko anorgansko, kjer se minerali iz vode izločajo zaradi:

- prenasičenja = izhlapevanja morske vode v majhnih morjih, zaprtih lagunah ali priobalnih slanih jezerih)
- spremembe pogojev v vodi; sprememba tlaka na izvirih kjer se izloča lehnjak







# SEDIMENTNE KAMNINE

## BIOKEMIČNE SEDIMENTNE KAMNINE

Bolj pogosto pa pri izločanju mineralov iz morske vode sodelujejo organizmi kar imenujemo bioprecipitacija.

Minerale, večinoma kalcit in njegov kemični ekvivalent aragonit, običajno izločajo neposredno z vgradnjo v svoje skelete,

Lahko pa s svojim delovanjem (recimo metabolizmom, dihanjem) posredno pospešijo izločanje posameznih mineralov





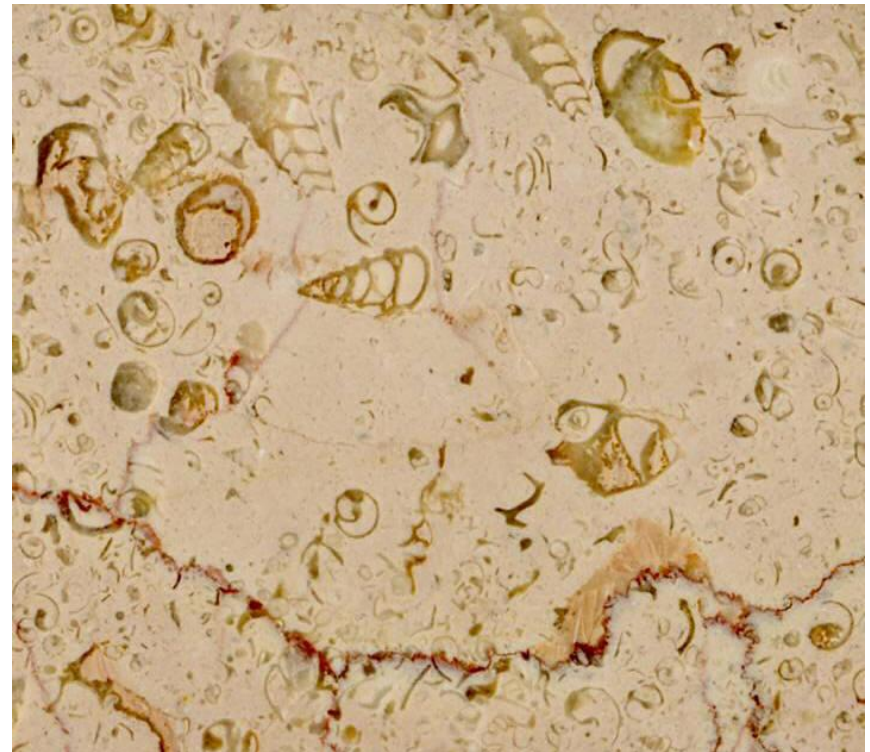


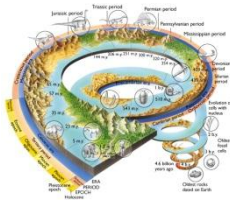
# SEDIMENTNE KAMNINE

## BIOKEMIČNE SEDIMENTNE KAMNINE

Večina akumuliranega kalcita nato razpade v zelo fine drobce in tvori t.i. Karbonatno blato, del skeletov pa se ohrani in jih kasneje v kamnini vidimo kot fosile

Kamnino, ki nastane z litifikacijo tovrstnega materiala, imenujemo apnenec





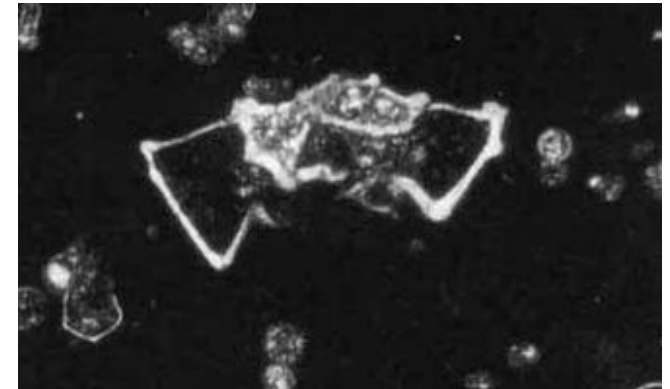
# SEDIMENTNE KAMNINE

## BIOKEMIČNE SEDIMENTNE KAMNINE

Apnenci so zelo raznoliki tako po barvi, vsebnosti fosilov, velikosti sestavnih delcev etc.

To je odvisno predvsem od okolja v katerem so nastajali:

- apnenci ki so nastajali na koralnem grebenu so običajno beli (izprani) in vsebujejo veliko fosilnih ostankov
- apnenci ki so nastajali v lagunah, vsebujejo veliko nerazpadle organske snovi in so zato črni. Fosili so redki, ali pa izjemno številni s tem, da imamo le po eno fosilno vrsto (okoljski specialisti)
- apnenci, ki so nastajali na v globokih vodah so običajno temni in skoraj izključno iz karbonatnega blata. Šele pod mikroskopom lahko vidimo fosilne ostanke planktona







# SEDIMENTNE KAMNINE

## BIOKEMIČNE SEDIMENTNE KAMNINE

Apnenci se kasneje dostikrat spremenijo v kamnino dolomit.

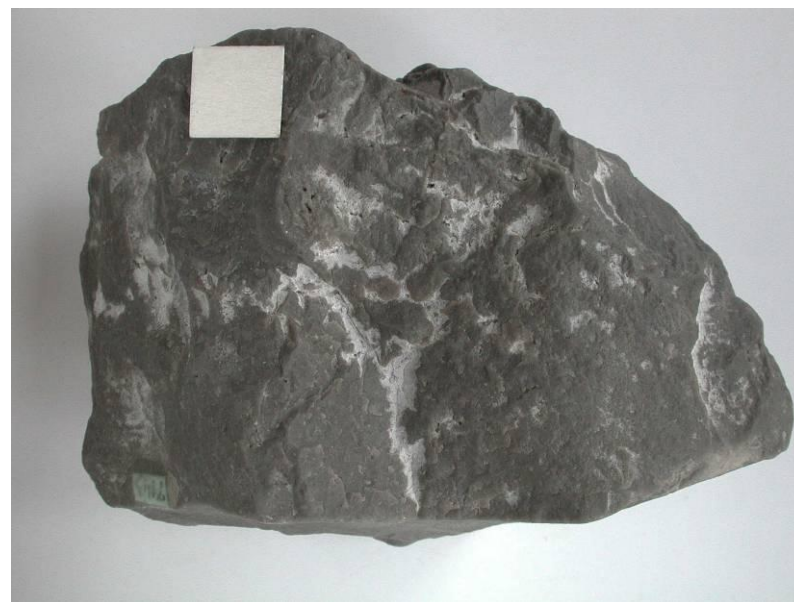
Pri tem pride do nadomeščanja Ca kationa v kalcitni rešetki z Mg ionom

Kristali dolomita so za cca 11% manjši od kristalov kalcita zato se:

-se kamnina (apnenec) pogosto malo `sesuje` sama vase in pri tem se popolnoma uniči prvotna struktura in sestava kamnine.

-poveča poroznost kamnine

-nastane `kamnina brez spomina`







# SEDIMENTNE KAMNINE

## BIOKEMIČNE SEDIMENTNE KAMNINE

Apnenci in dolomiti nastajajo predvsem v plitvih morjih, kjer imamo veliko primarno produkcijo

V globokih morjih in oceanih pa je sedimentacija zelo počasna in običajno omejena na drobce oziroma skelete planktonskih organizmov, ki počasi tonejo na morsko dno.



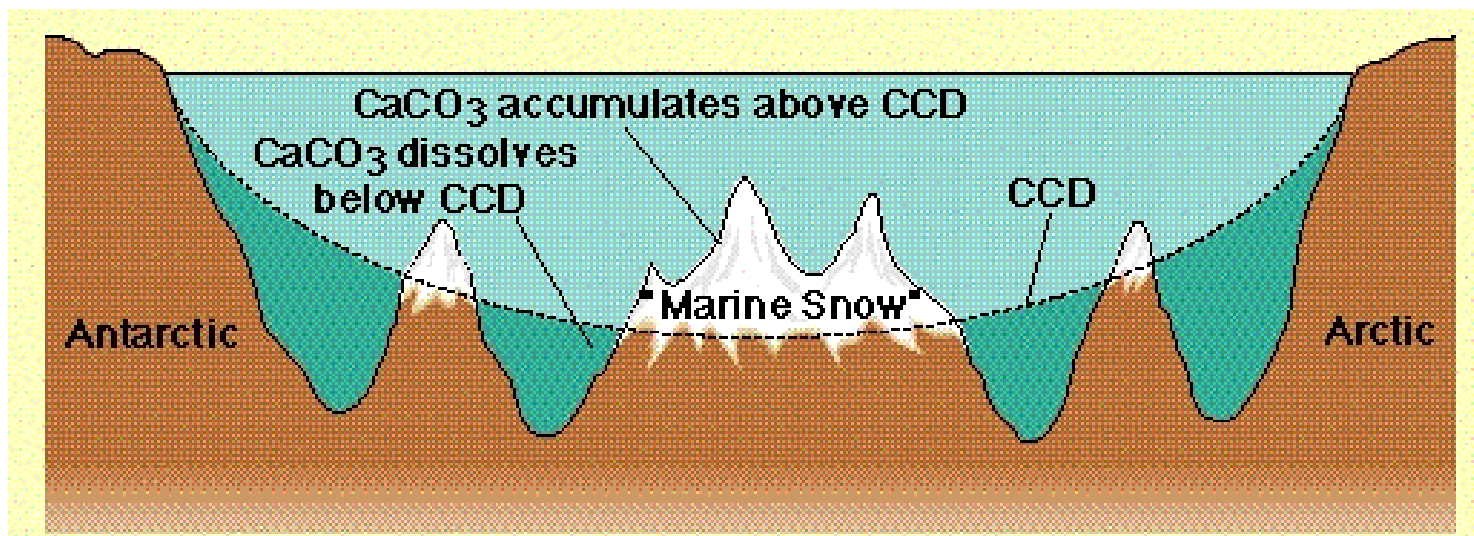


# SEDIMENTNE KAMNINE

## BIOKEMIČNE SEDIMENTNE KAMNINE

Tovrstno sedimentacijo v globokih morjih imenujemo pelagična sedimentacija. Kakšen sediment se bo usedal na morskem dnu, pa je odvisno predvsem od globine morskega dna.

Na globini cca 4500 metrov imamo tako imenovano `karbonatno kompenzacijsko globino' oz. CCD pod katero se zaradi povečanih tlakov vsa kalcit raztopi



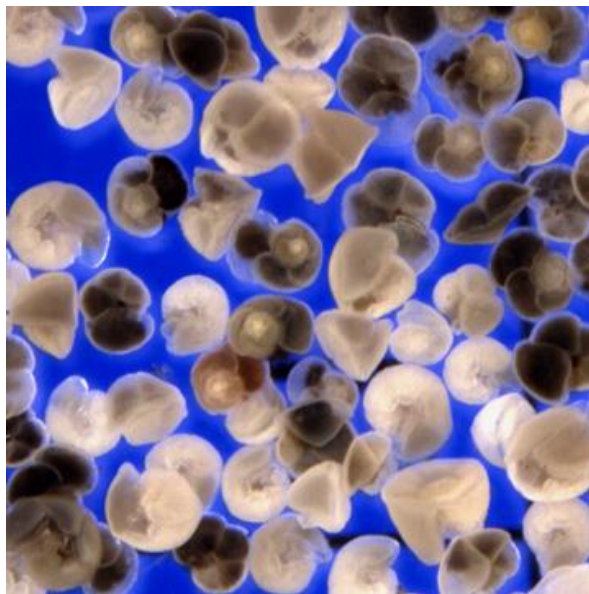


# SEDIMENTNE KAMNINE

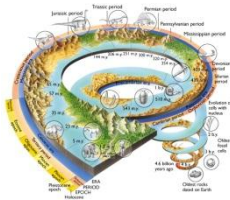
## BIOKEMIČNE SEDIMENTNE KAMNINE

Nad to globino dobimo sediment, ki ga sestavljajo v veliki meri kalcitni planktonski skeletki.

Te običajno tvorijo kokolitosfere (primarni producenti), planktonske foraminifere (luknjičarke-enocelične živalce) in pteropodi





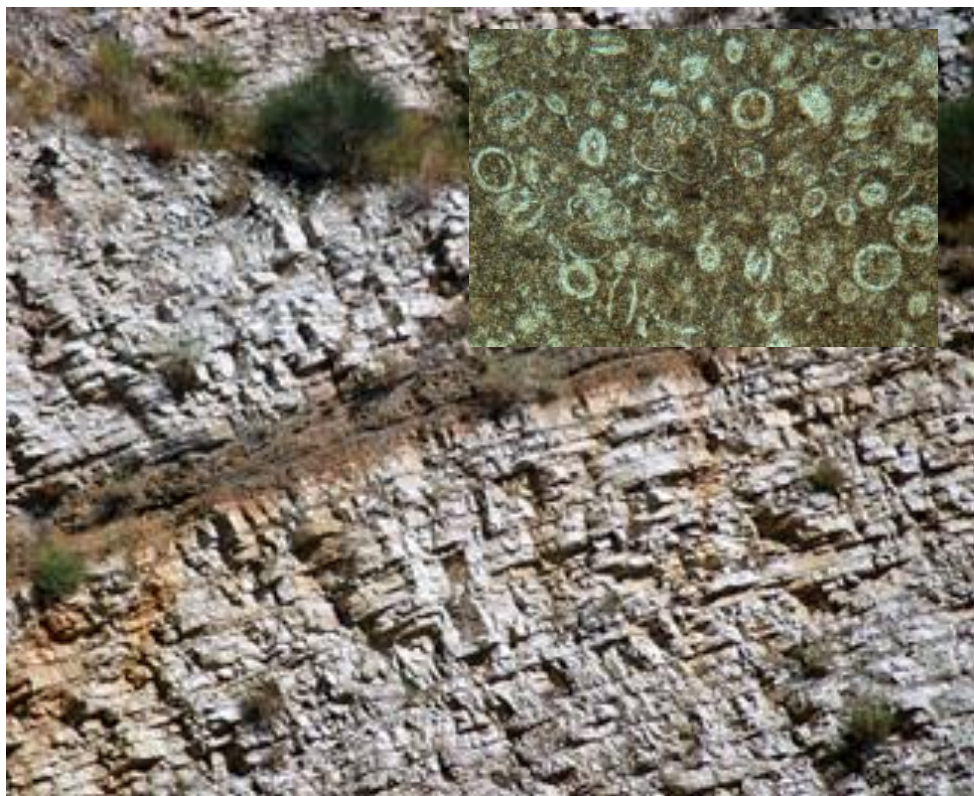


# SEDIMENTNE KAMNINE

## BIOKEMIČNE SEDIMENTNE KAMNINE

Ko je sediment iz kalcitnih skeletov še zelo slabo vezan, govorimo o kredi, ki dejansko zelo spominja na šolsko kredo (če se je še spomnete)

Kasneje pa se lahko popolnoma strdi v t.i. pelagični apnenec









# SEDIMENTNE KAMNINE

## BIOKEMIČNE SEDIMENTNE KAMNINE

V bližine CCD globine pa običajno dobimo mešan tip sedimentov, ki ga sestavljajo deloma kalcitni deloma kremenični planton.

Tovrsten sediment kemično ni stabilen, zato prihaja do:

A razstapljanja posameznih skeletov

B lateralne migracije mineralnih raztopin

C percipitacije – izločanja mineralov v obliki geod – gomoljev

Z dokončno litifikacijo nastane običajno pelagični apnenec z gomolji roženca

Tovrstne kamnin so pri nas kar pogoste in jih dobimo predvsem v predgorju Julijskih Alp in osredni Sloveniji







# SEDIMENTNE KAMNINE

## BIOKEMIČNE SEDIMENTNE KAMNINE

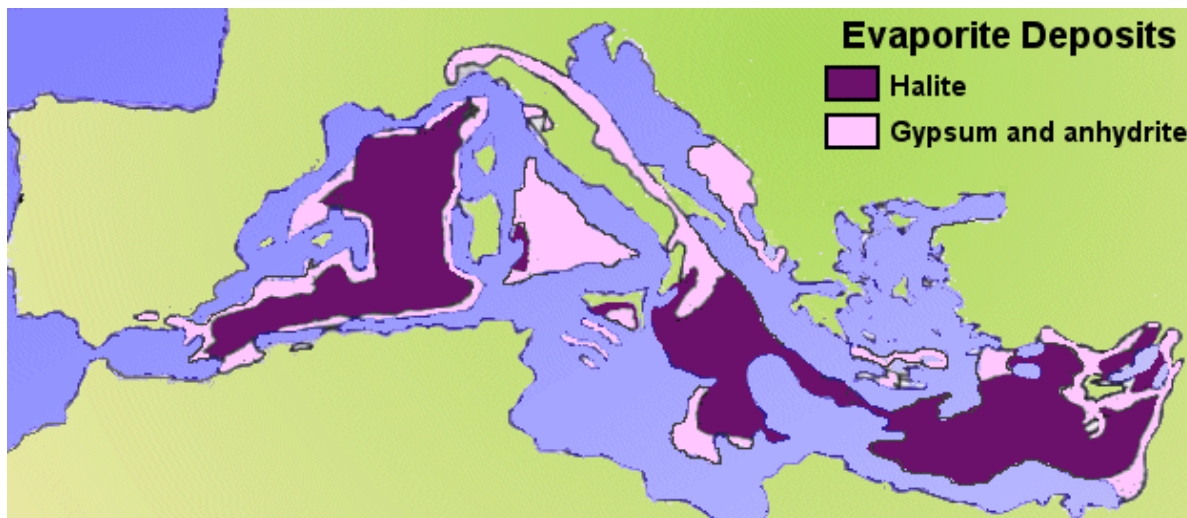
Med biokemične kamnine spadajo tudi evaporiti

To so kamnine sestavljene predvsem iz treh mineralov: halit, anhidrit in sadra

Nastanejo z izsuševanjem morske vode v zaprtih akumulacijah (jezera, zaprte lagune, manjša morja)

Lahko gre le za zelo tanke plasti, če so bile akumulacije morske vode majhne

Občasno pa so debeline evaporitov izredno debele; zelo znani so tako imenovani mesinski evaporiti, ki so nastali z izsuševanjem mediteranskega morja pred približno 20 milijoni let in dosegajo debeline tudi do 2 km.





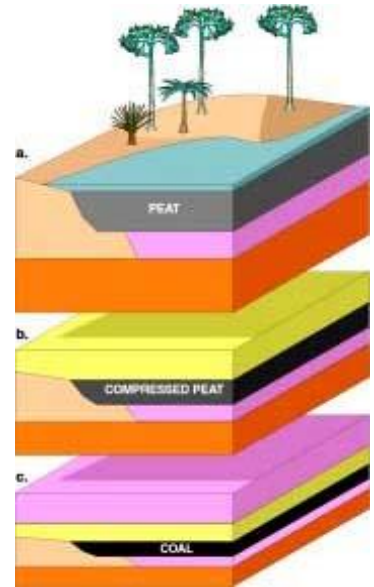
# SEDIMENTNE KAMNINE

## BIOKEMIČNE SEDIMENTNE KAMNINE

Premog tudi uvrščamo med biokemične sedimentne kamnine

Običajno nastaja z nakopičenjem rastlinskih ostankov v močvirjih v katerih ni kisika, kar preprečuje razpadanje organske snovi

Kvaliteta premoga in s tem kalorična vrednost običajno raste z njegovo starostjo in količino sedimentov, ki so kasneje odloženi nad njim







# SEDIMENTNE KAMNINE

## PIROKLASTIČNE SEDIMENTNE KAMNINE

Nastanejo pri velikih eksplozivnih vulkanskih erupcijah







# SEDIMENTNE KAMNINE

## PIROKLASTIČNE SEDIMENTNE KAMNINE

Pri eksplozivnih erupcijah so v ozračje vržene ogromne količine vulkanskega pepela

Značilno je, da velikost delcev upada z oddaljevanjem od vulkanskega stožca

V bližini vulkanov lahko dobimo piroklastične tokove – pregret pepel v obliki turbolentne mase zgrmi v okolico → zelo pogubni dogodki (Pompeji)

Droben vulkanski pepel pa lahko ostane v ozračju zelo dolgo in se razširi na zelo velike razdalje.





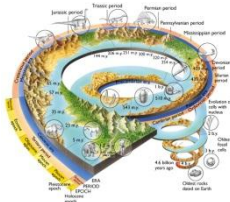
# SEDIMENTNE KAMNINE

## PIROKLASTIČNE SEDIMENTNE KAMNINE

Klasifikacija piroklastičnih kamnin podobno kot pri klastičnih temelji predvsem na velikosti in zaobljenosti zrn

<b>PIROKLASTIČNE KAMNINE</b>		
nevezan material	VULKANSKE BOMBE	VULKANSKI PEPEL
velikost zrn	2 mm	
kamnina	<b>TUFKA BREČA</b> <b>TUFSKI KONGLOMERAT</b>	<b>TUF</b>





# SEDIMENTNE KAMNINE

SEDIMENTI IN SEDIMENTNE KAMNINE V SLOVENIJI:

Predstavljajo večinski del slovenskega površja – okoli 90%

SEDIMENTI;

- mladi (kvartarni) rečni nanosi v dolinah oziroma kotlinah večjih rek.
- deloma kopenski deloma morski sedimenti vzhodne slovenije, ki so nastali z pogrezanjem panonskega prostora (starost do cca 30 milijonov let). Del teh je že vezan v trdne kamnine
- morski sedimenti danes nastajajo v tržaškem zalivu

KAMNINE

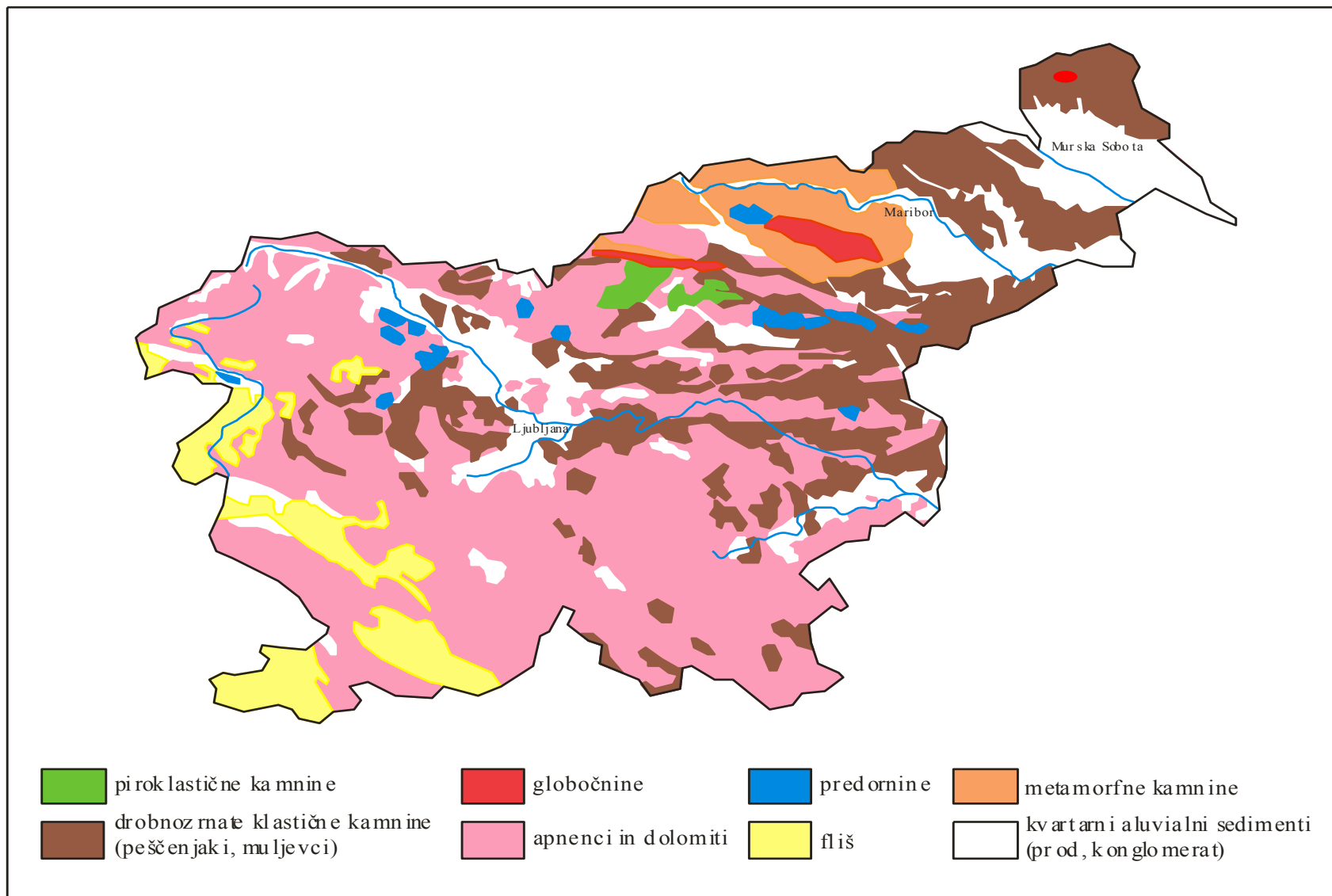
Zahodno Slovenijo pa v glavnem gradijo mezozojske in paleocenske **karbonatne kamnine** (apnenci in dolomiti) in na področju Istre ter Goriškega paleogenske **flišne kamnine**.

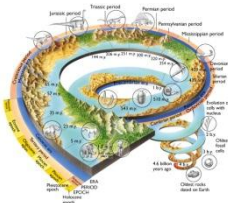
V osrednji sloveni je veliko paleozojskih klastičnih kamnin

**Piroklastične kamnine** najdemo v širši okolici Smrekovca. Tufi in ostali piroklastični različki so oligocenske starosti (~24 milijonov let).



# Poenostavljena petrografska karta Slovenije



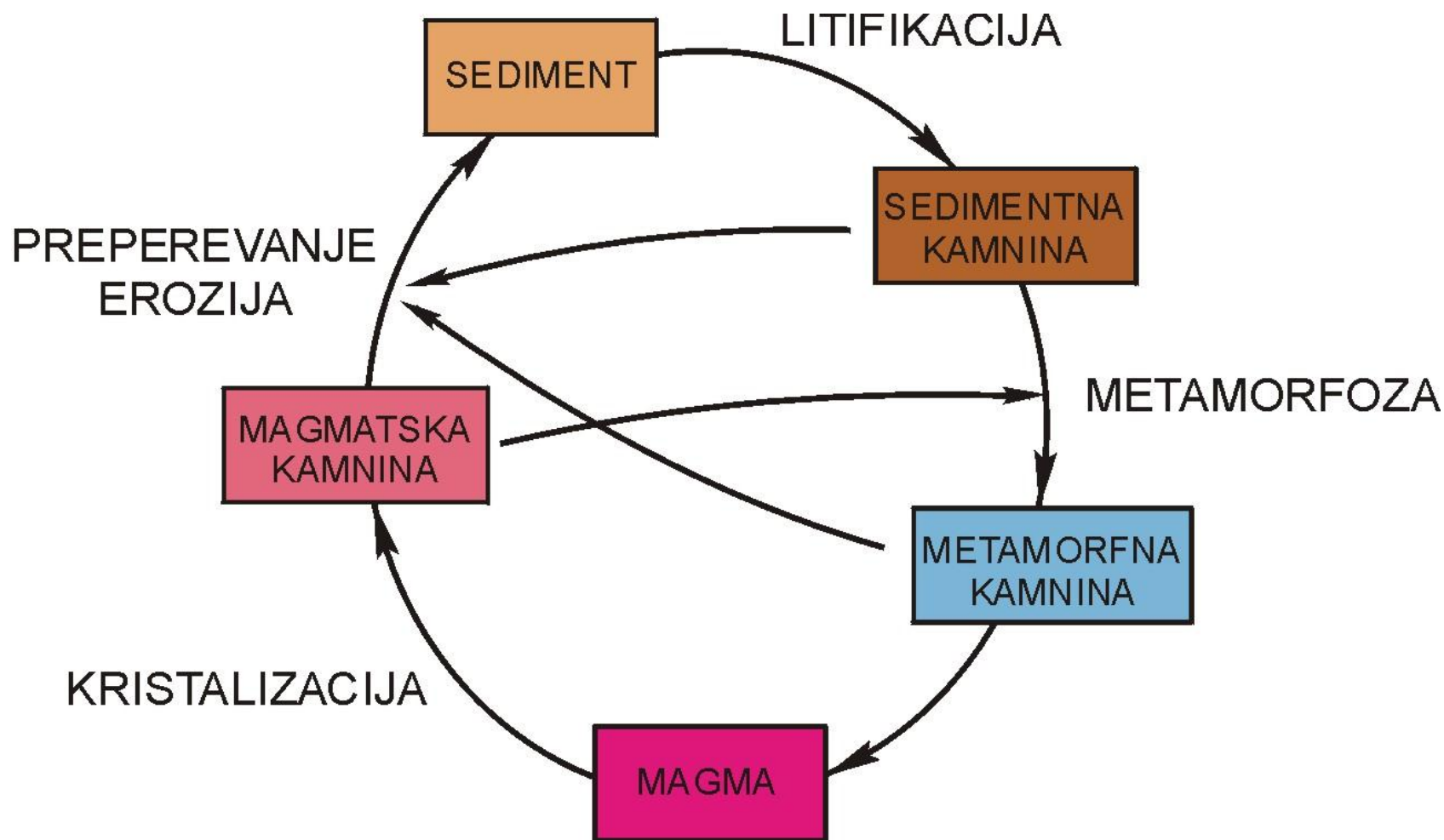


# METAMORFNE KAMNINE

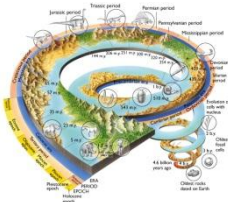




# METAMORFNE KAMNINE







# METAMORFNE KAMNINE

Metamorfne kamnine lahko nastanejo z metamorfozo magmatskih, sedimentnih ali že obstoječih metamorfnih kamnin.

Proces metamorfoze obsega številne fizikalno-kemične spremembe že obstoječih kamnin, ki so posledica:

- povišne temperature,
- povišanega tlaka,
- prisotnosti vode in drugih fluidov ter plinov in/ali
- tektonskih procesov.

Posledice metamorfoze so spremembe prvotnih mineralov, molekularno pregrupiranje in nastajanje novih, pri danih pogojih obstojnejših mineralnih paragenez. Pri tem pride do delne ali popolne rekristalizacije prvotnih kamnin z nastajanjem novih struktur in novih mineralov. Pride lahko do:

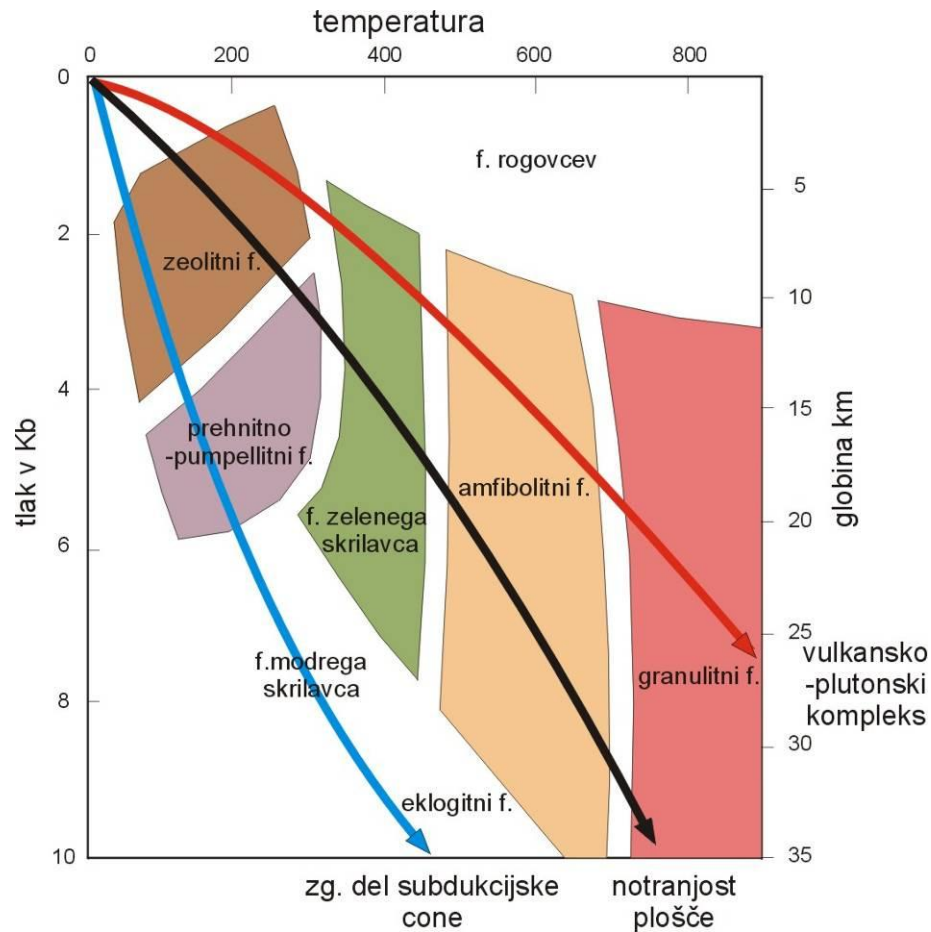
- spremembe strukture kamnine: mineralna sestava se ne spremeni,
- delne spremembe mineralne sestave: prehod nekaterih mineralov v obstojnejše oblike,
- popolne spremembe mineralne sestave: kemična sestava ostane nespremenjena,
- spremembe kemične sestave: če v reakcije vstopijo prisotni fluidi in plini.

**Procesi metamorfoze potekajo v trdnem agregatnem stanju.**



# METAMORFNE KAMNINE

## Metamorfni faciesi



(prirejeno po McGearry & Plummer, 1994)

Metamorfoza je zvezen proces, ki poteka v širokem območju temperature in tlaka.

Pri določenih tlakih in temperaturah so stabilne točno določene mineralne parageneze.

Polje stabilnosti takšne parageneze in njihovega značilnega minerala nam označuje **metamorfni facies**.

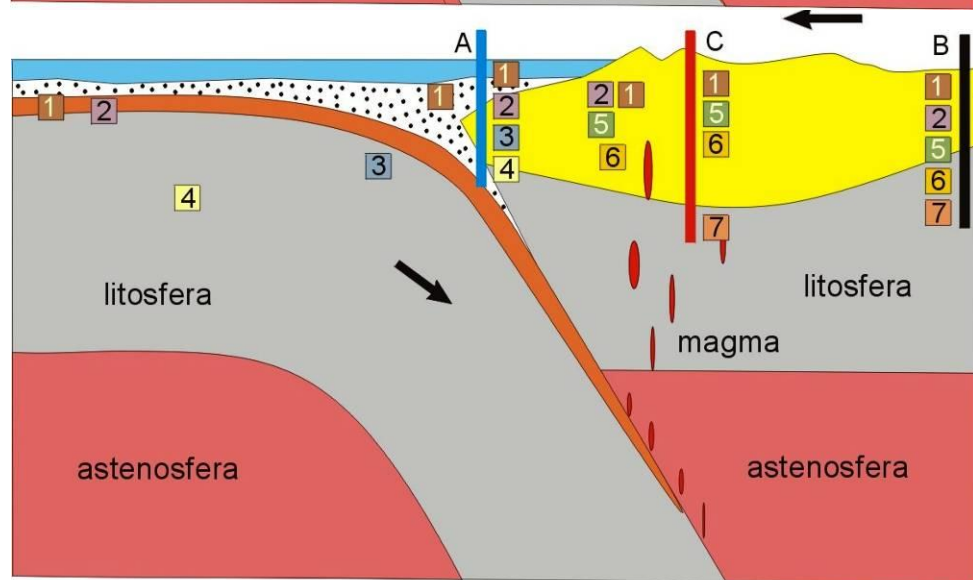
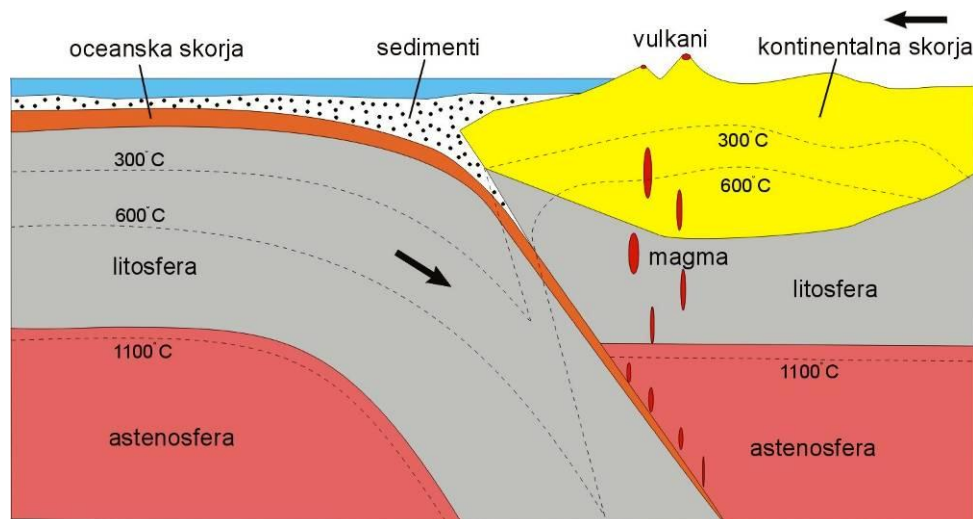
Na osnovi mineralne sestave neke kamnine lahko napovemo, pri kakšnih tlakih in temperaturah je kamnina nastala.

Višji kot so tlaki in temperature, bolj visoko metamorfozirane so kamnine.

Proces je časovno reverzibilen: če pridejo visoko metamorfozirane kamnine v pogoje nižjih tlakov in temperatur, dobimo **retrogradno nižje** metamorfozirane faciese.



# METAMORFNE KAMNINE



## Metamorfni faciesi in tektonika plošč

Nastanek metamorfnih faciesov v naravi lahko razložimo s teorijo o tektoniki plošč.

Do metamorfoze prihaja ob stikih litosferskih plošč.

Na osnovi metamorfnih faciesov lahko napovemo, kje in kako so potekali procesi metamorfoze.

V posameznih profilih (A, B, C) bomo dobili različna zaporedja faciesov, kar je seveda pogojeno s temperaturami in/ali tlaki oz. položajem v litosferski plošči.

- 1 zeolitni f.    2 prehnitno-pumpellitni    3 f.modrega skrilavca    4 eklogitni f.
- 5 f. zelenega skrilavca    6 amfibolitni f.    7 granulitni f.

(prirejeno po McGearry & Plummer, 1994)





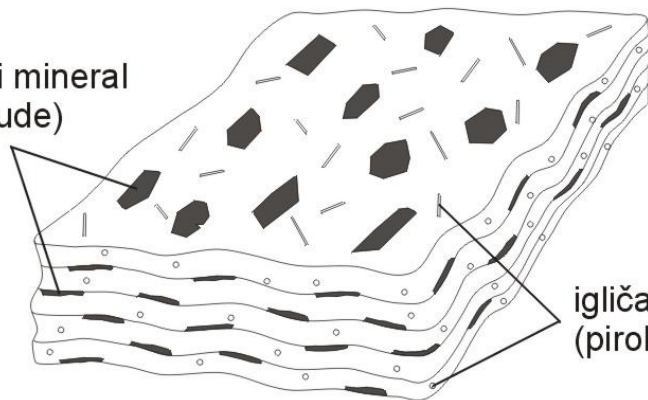
# METAMORFNE KAMNINE

## Skrilavost metamorfnih kamnin

SMER NAJVEČJEGA PRITISKA



ploščati mineral  
(sljude)



igličasti minerali  
(pirokseni amfiboli)

(prirejeno po McGeary & Plummer, 1994)

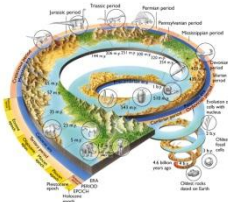


Če na kamnine deluje usmerjeni pritisk, se bodo igličasti (*amfiboli, pirokseni*) in ploščati (*sljude*) minerali usmerili pravokotno na smer največjega pritiska.

Zato postanejo vezi po ravninah pravokotnih na smer usmerjenega pritiska šibkejše in kamnina se po teh ravninah zlahka razkolje.

Tej lastnosti pravimo **skrilavost**.

Če so pritiski v vseh smereh približno enaki, se mineralna zrna ne usmerijo in ne pride do pojava skrilavosti. Takšne metamorfne kamnine so **masivne**.



# METAMORFNE KAMNINE

## Klasifikacija metamorfnih kamnin

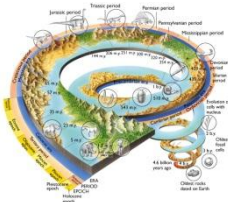
Metamorfne kamnine glede na strukturo delimo v 2 skupini:

- **SKRILAVE** so tiste, ki so nastale zaradi usmerjenih pritiskov in imajo jasno izraženost skrilačevost,
- **MASIVNE** so tiste, ki nimajo izražene skrilačevosti.

**Skrilave metamorfne kamnine** delimo glede na mineralno sestavo in stopnjo kristaliničnosti.

**Masivne metamorfne kamnine** delimo glede na bistveni(e) mineral(e).

METAMORFNE KAMNINE		
SKRILAVE	MASIVNE	
SKRILAVEC FILIT BLESTNIK GNAJS	MARMOR KVARCIT	AMFIBOLIT EKLOGIT SERPENTINIT



# METAMORFNE KAMNINE

## Skrilave metamorfne kamnine

Delimo jih glede na mineralno sestavo in stopnjo kristaliničnosti :

- kamnine z najnižjo stopnjo metamorfoze imenujemo **SKRILAVCI**.

- **sljude** + **kremen** + značilni minerali (klorit, biotit, pirokseni.....)

- nizka stopnja kristaliničnosti (majhna zrna)

**FILIT**

- visoka stopnja kristaliničnosti (velika zrna)

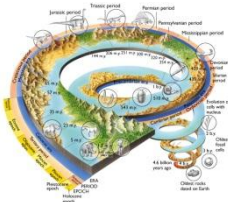
**BLESTNIK**

- **glinenci** (>20 %) + **sljude** + **kremen** + značilni minerali

**GNAJS**

naraščajoča stopnja metamorfoze





# METAMORFNE KAMNINE

## Masivne metamorfne kamnine

Delimo jih na osnovi bistvenih mineralov, ki jih kamnina vsebuje. V splošnem ločimo dve podskupini masivnih metamorfni kamnin:

- **svetle** (sestavljajo jih svetli minerali):

**MARMOR** - bistveni mineral je **kalcit** ali **dolomit**.

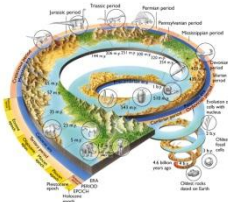
**KVARCIT** - bistveni mineral je **kremen**.

- **temne** (sestavljajo jih temni minerali):

**AMFIBOLIT** - bistveni minerali so **amfiboli** in **Ca-plagioklazi**.

**EKLOGIT** - bistvena minerala sta **granat** in **omfacit** (piroksen).

**SERPENTINIT** - bistveni minerali so minerali **serpentinove skupine**.



# METAMORFNE KAMNINE

Kakšno vrsto metamorfne kamnine dobimo, zavisi od kemijske sestave prvotnih kamnin.

Tako lahko iz različnih kamnin dobimo iste metamorfne kamnine, saj imajo določene sedimentne in magmatske kamnine podobno kemijsko sestavo.

Metamorfne kamnine, ki so nastale iz magmatskih kamnin, imajo predpono **ORTO-** (npr. ortoamfibolit, ortognajs).

Metamorfne kamnine, ki so nastale iz sedimentih kamnin, imajo predpono **PARA-** ali **META-** (npr. paraamfibolit, paragnajs, metaamfibolit, metagnajs).

## prvotna kamnina

apnenec, dolomit

bazične magmatske kamnine, laporovec

glinavec

kisle magmatske kamnine

peščenjaki

kremenov peščenjak

ultrabazične magmatske kamnine

## → naraščajoča stopnja metamorfoze →

marmor

skrilavec → amfibolit → eklogit

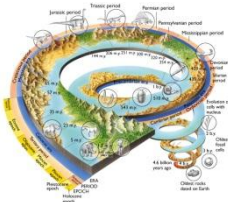
filit → blestnik → gnajs

gnajs

gnajs

kvarcit

serpentinit



# METAMORFNE KAMNINE

## METAMORFNE KAMNINE V SLOVENIJI:

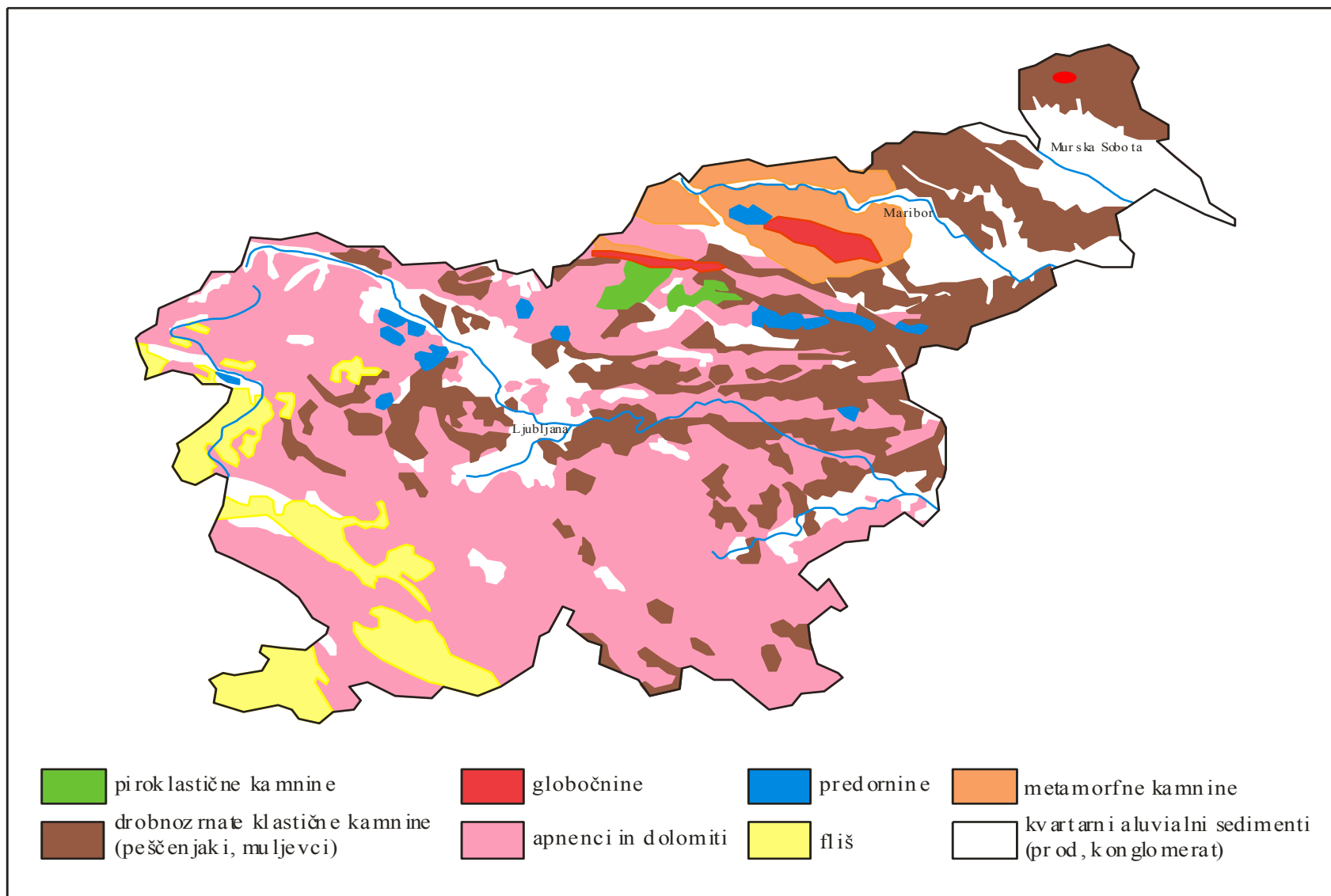
V pasu severno od Drave nastopajo v glavnem nizkometamorfne kamnine Štalenskogorske serije (**filiti**, **blestniki**). Gre za metamorfozirane sedimentne kamnine mlajšepaleozojske starosti. Metamorfoza naj bi potekala v času zgornje krede.

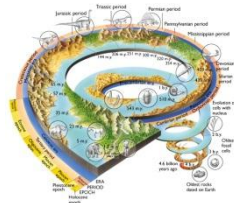
Na Pohorju nastopajo visokotemperaturne metamorfne kamnine. Prevladujejo **blestniki** in **gnajsi**, v katerih najdemo leče **marmorja**, **kvarcita**, **amfibolita**, **eklogita** in **serpentinita**.

Starost omenjenih kamnin ni znana. Po nekaterih virih naj bi šlo za staropaleozojske ali celo predkambrijske sedimentne in magmatske kamnine, katere so zajele tri različno stare faze metamorfoze.

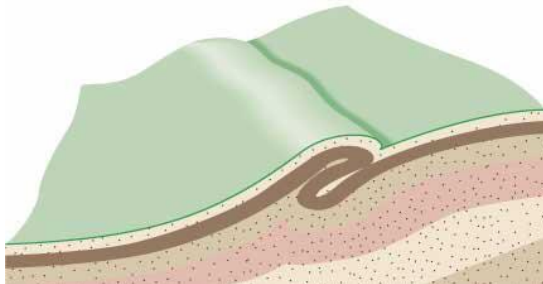
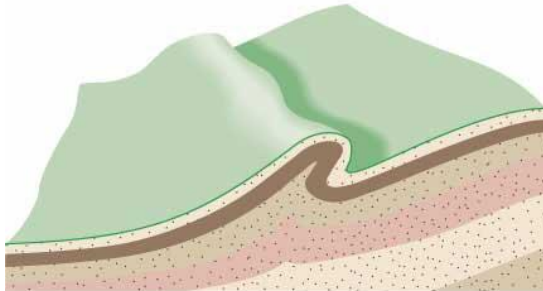
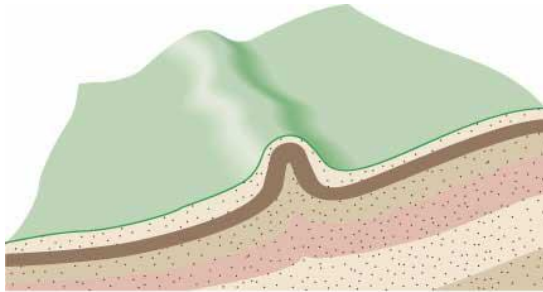


# Poenostavljena petrografska karta Slovenije





# GEOLOGIJA s PALEONTOLOGIJO za študente biologije



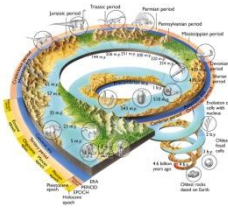
## 5. predavanje: Geološke strukture in potresi





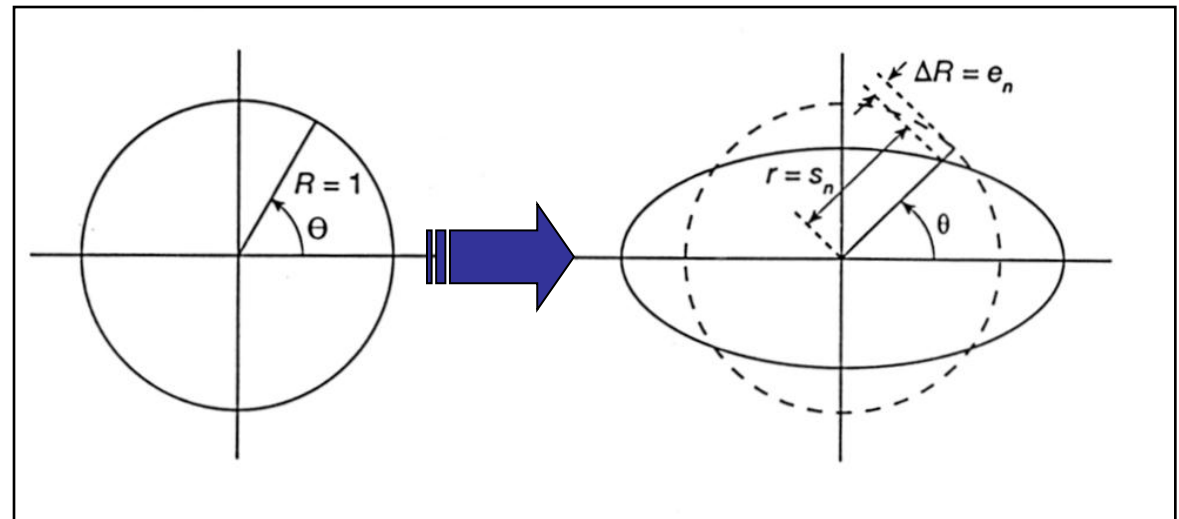






# Geološke strukture: deformacija

- deformacija
  - sprememba orientacije, oblike in velikosti telesa
- homogene in nehomogene deformacije
  - homogene: enakomerno porazdeljene po telesu
  - nehomogene: vse ostale (večina geoloških)
- deformacije opisujemo z deformacijsko elipso in elipsoidom

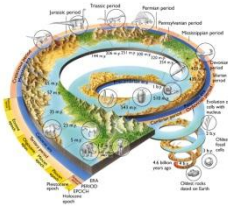




- kompetente in nekompetentne kamnine
  - kompetentne: bolj toge, težko deformabilne kamnine
  - nekompetentne: lahko deformabilne, duktilne kamnine







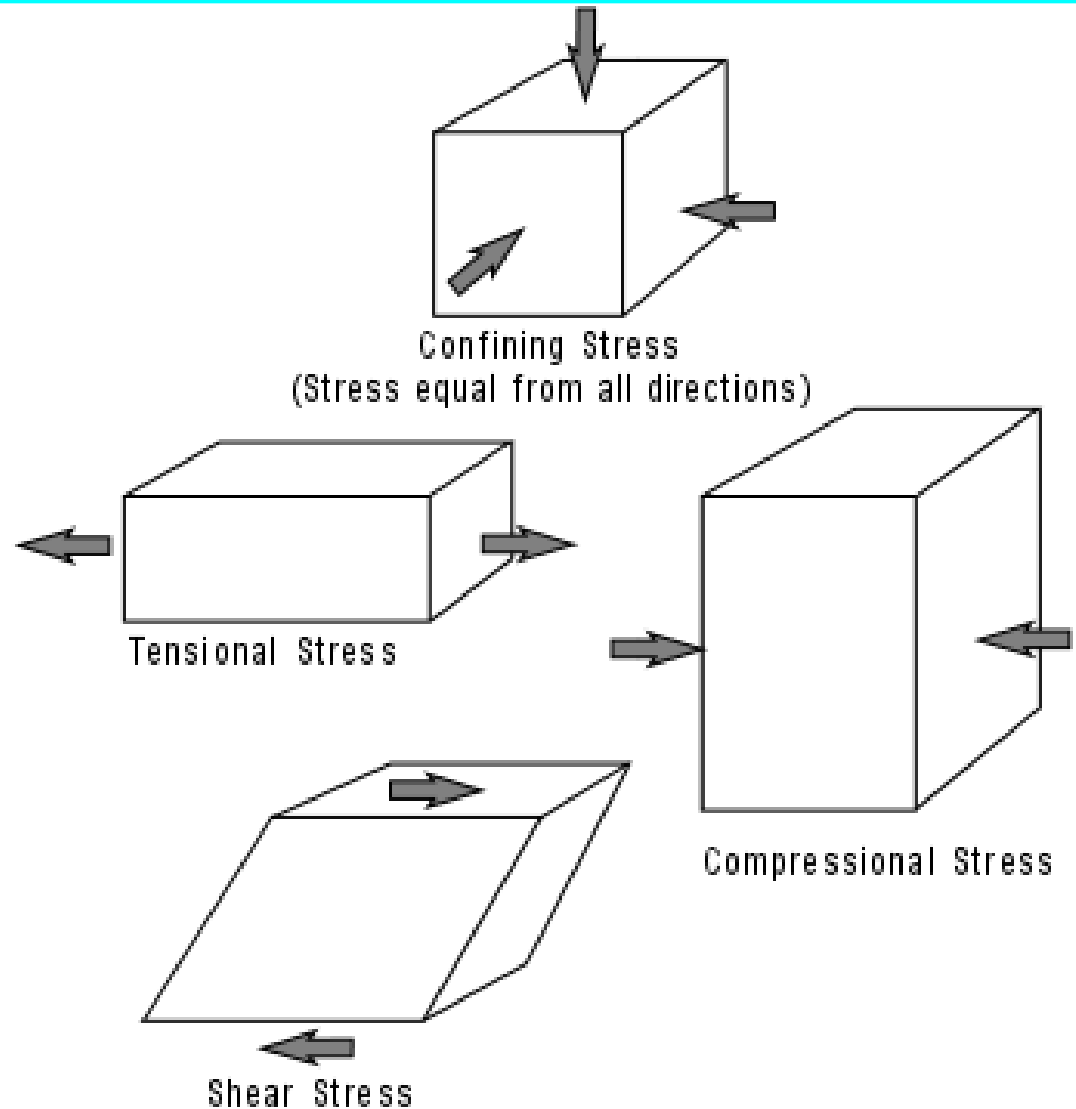
# Geološke strukture: sila, pritisk, napetost

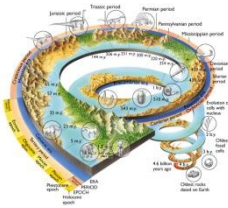
- sila
  - fizikalna količina, ki definira medsebojni vpliv dveh teles
- pritisk
  - mera za intenzivnost delovanja sile
  - sila na enoto površine v določeni točki
  - normalna in strižna komponenta
- napetost
  - odgovor na delovanje pritiska
  - ponavadi pomeni spremembo volumna in oblike telesa



# Geološke strukture: napetost

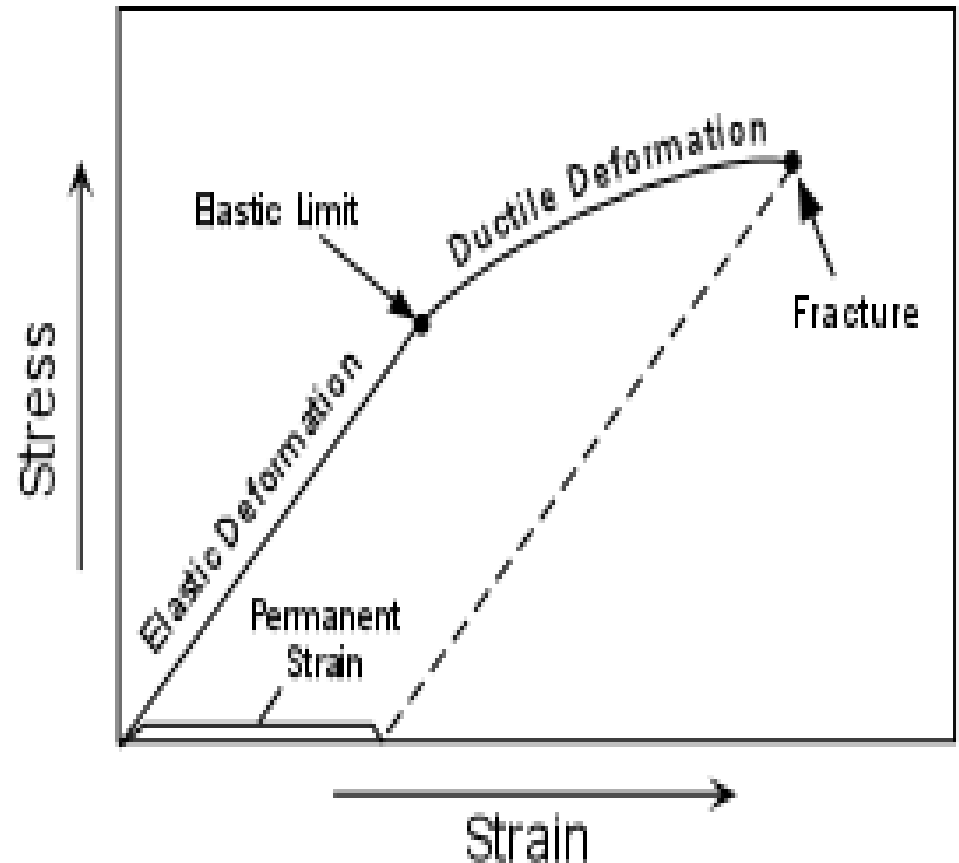
- napetost
  - kompresijska ali tlačna,
  - natezna
  - strižna



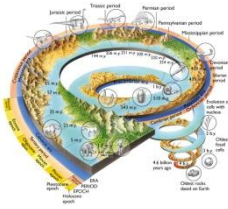


# Geološke strukture: napetost

- napetost v trdnih telesih povzroči:
  - elastične deformacije
    - spremembe oblike telesa so reverzibilne
  - plastične deformacije
    - spremembe telesa so ireverzibilne
  - lomne deformacije

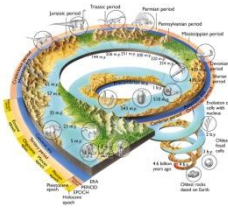






# Geološke strukture: napetost

- Geološke strukture
  - Razpoke,
    - splošen uvod,
    - Normalni prelomi
    - Narivi in reverzni prelomi
    - Zmični prelomi
  - Gube



# Geološke strukture: razpoke

- razpoka: presledek v kamnini nastal zaradi delovanja napetosti
- natezne
- strižne
- sistemi razpok





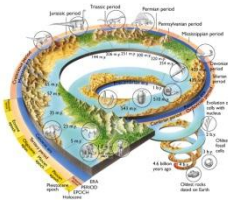
# Geološke strukture: razpoke

- natezne razpoke
  - različno dolge razpoke, ob katerih se je kamnina razprla
  - premik ob razpoki je nezaznaven
  - nastajajo pri krhkih kamninah ob prekoračenju natezne trdnosti
  - so ena najpogostejših struktur v kamninah









# Geološke strukture: razpoke

## Strižne razpoke:

- nastanejo s strigom in premikom vzdolž ploskve razpoke
- premik izredno majhen
- pogosto so prisotne tektonske drse
- po geometriji so strižne razpoke povsem podobne nateznim







# Geološke strukture: razpoke

- sistemi razpok
  - sistematične razpoke
  - družina razpok
  - razpoklinski sistem







# Geološke strukture: razpoke

- pomen razpok
  - pridobivanja kamnin v kamnolomih
  - vpliv na erozijo in oblikovanje površja
  - prevajajo fluide (voda, nafta, mineralne raztopine)
  - vplivajo na stabilnost površja in izkopov





# Geološke strukture: prelomi

- prelom je diskontinuiteta v kamnini ob kateri je prišlo do vidnega premika vzdolž diskontinuitetne ploskve
- premiki ob prelomih znašajo od mm do 1000 km

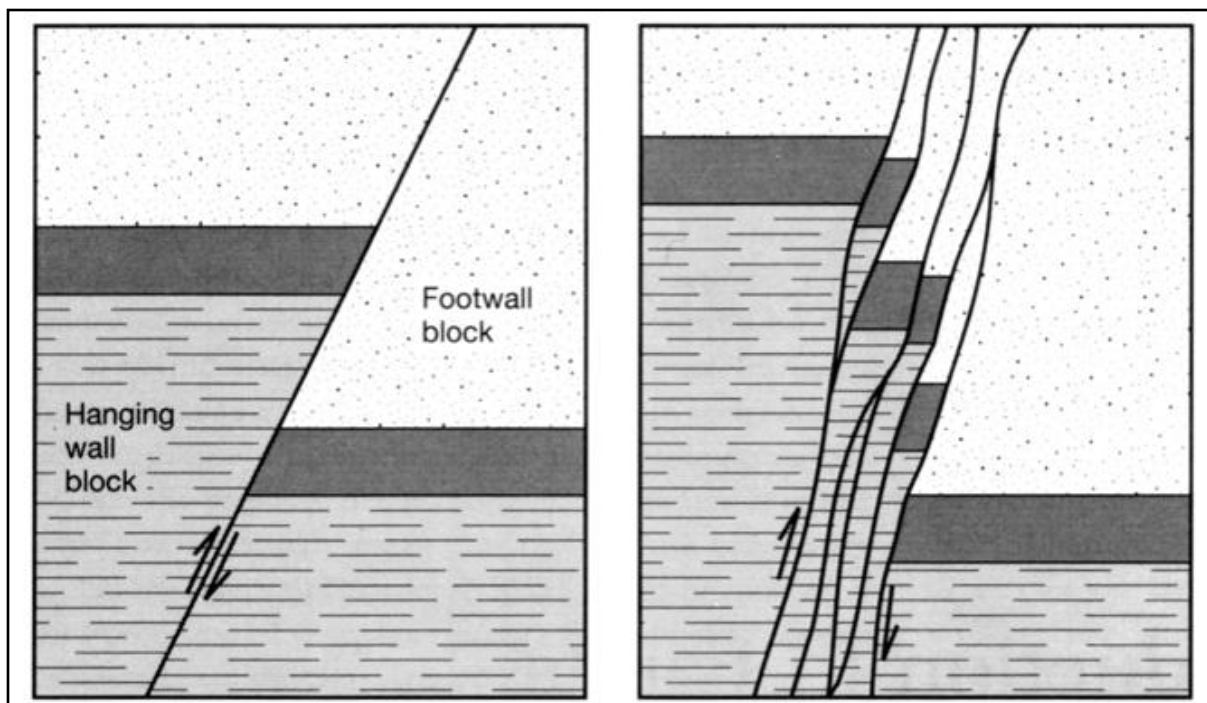






# Geološke strukture: prelomi

Prelomi so lahko ostro definirane ploskve, pogosto pa je kamina prelomljena v ***prelomni coni***, ki jo sestavlja mnogo približno vzporednih in medsebojno prepletenih prelomov



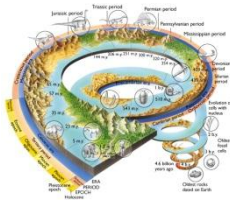




# Geološke strukture: prelomi

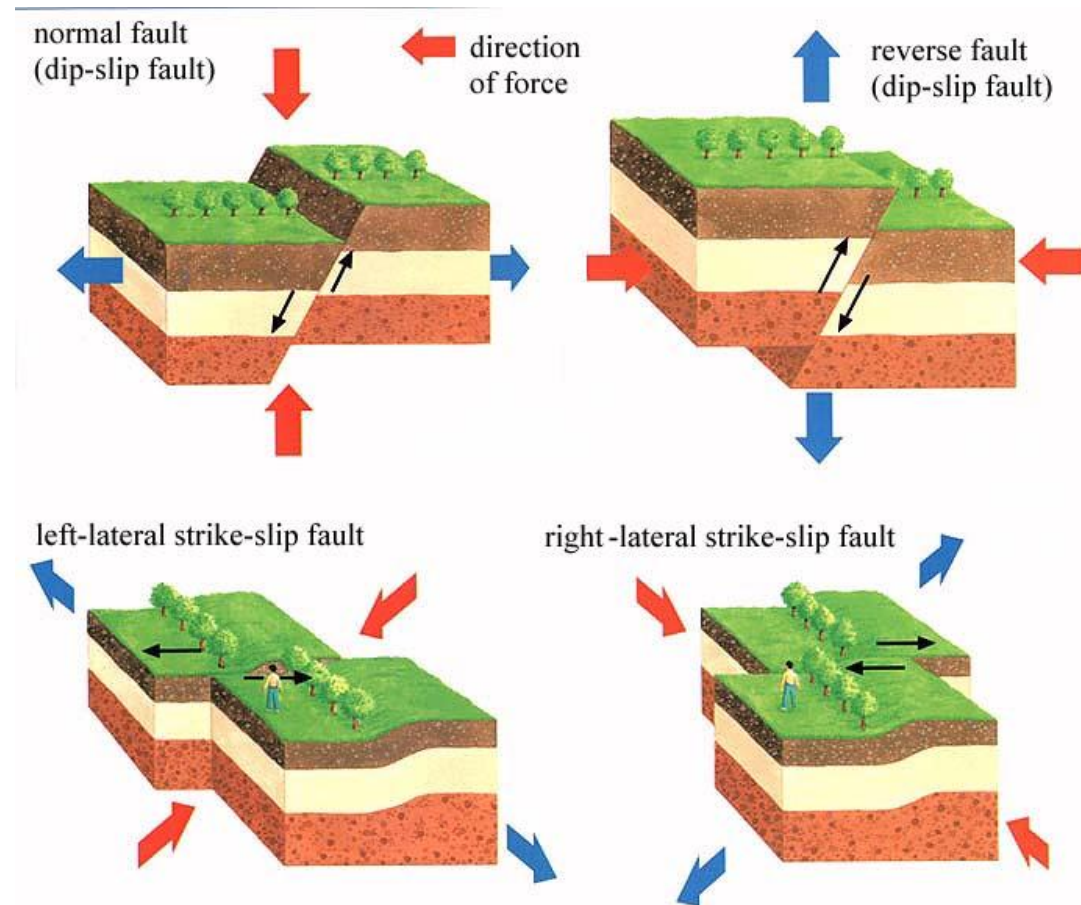
- prelom razdeli kaminski masiv na dva bloka oziroma dve krili
  - talninski blok
  - krovniški blok





# Geološke strukture: prelomi

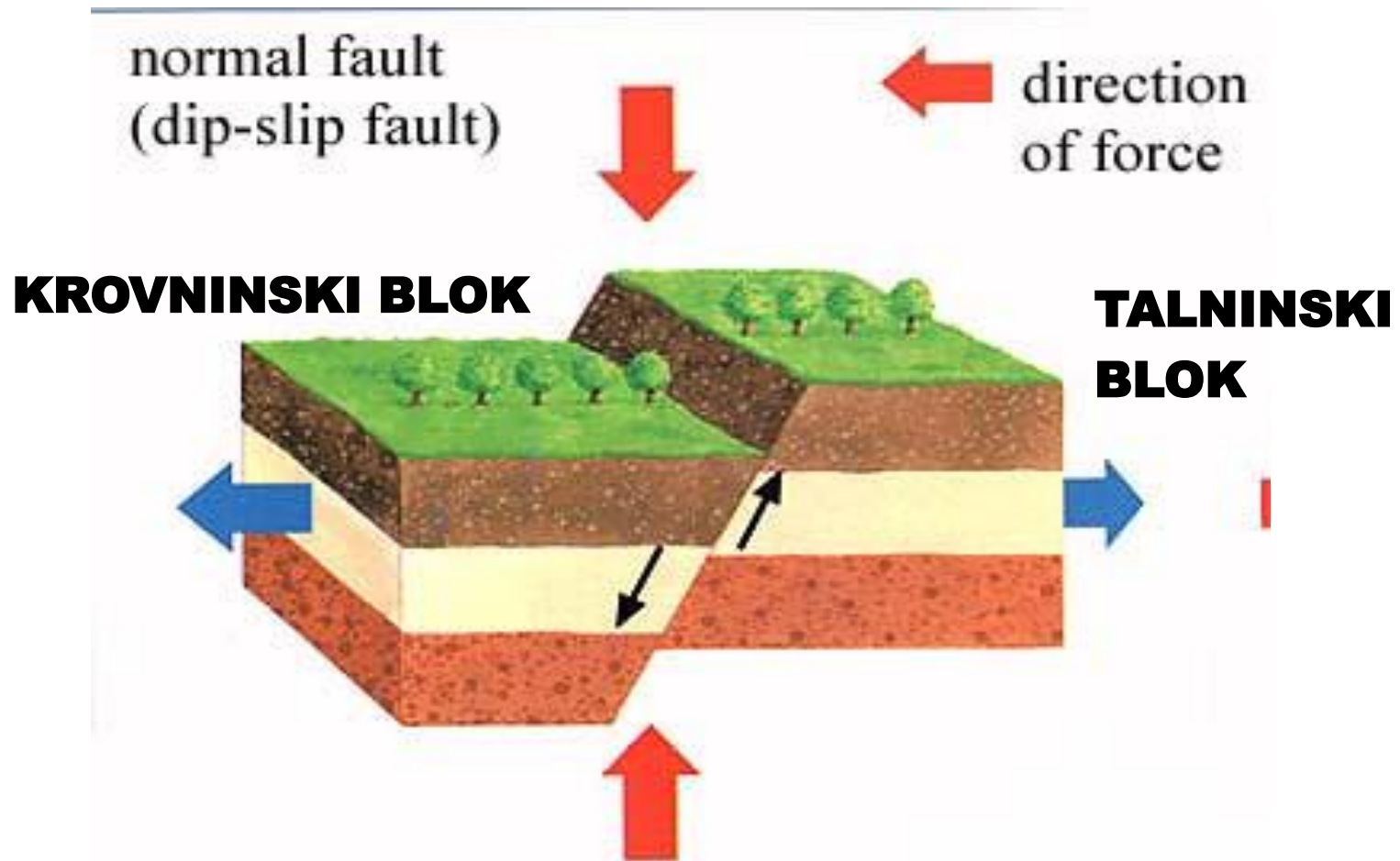
- klasifikacija prelomov
  - zmični prelomi (strižni)
  - prelomi s premikom po vpadu (normalni, reverzni)
  - prelome s poševnim premikom





# Geološke strukture: prelomi

- normalni prelomi

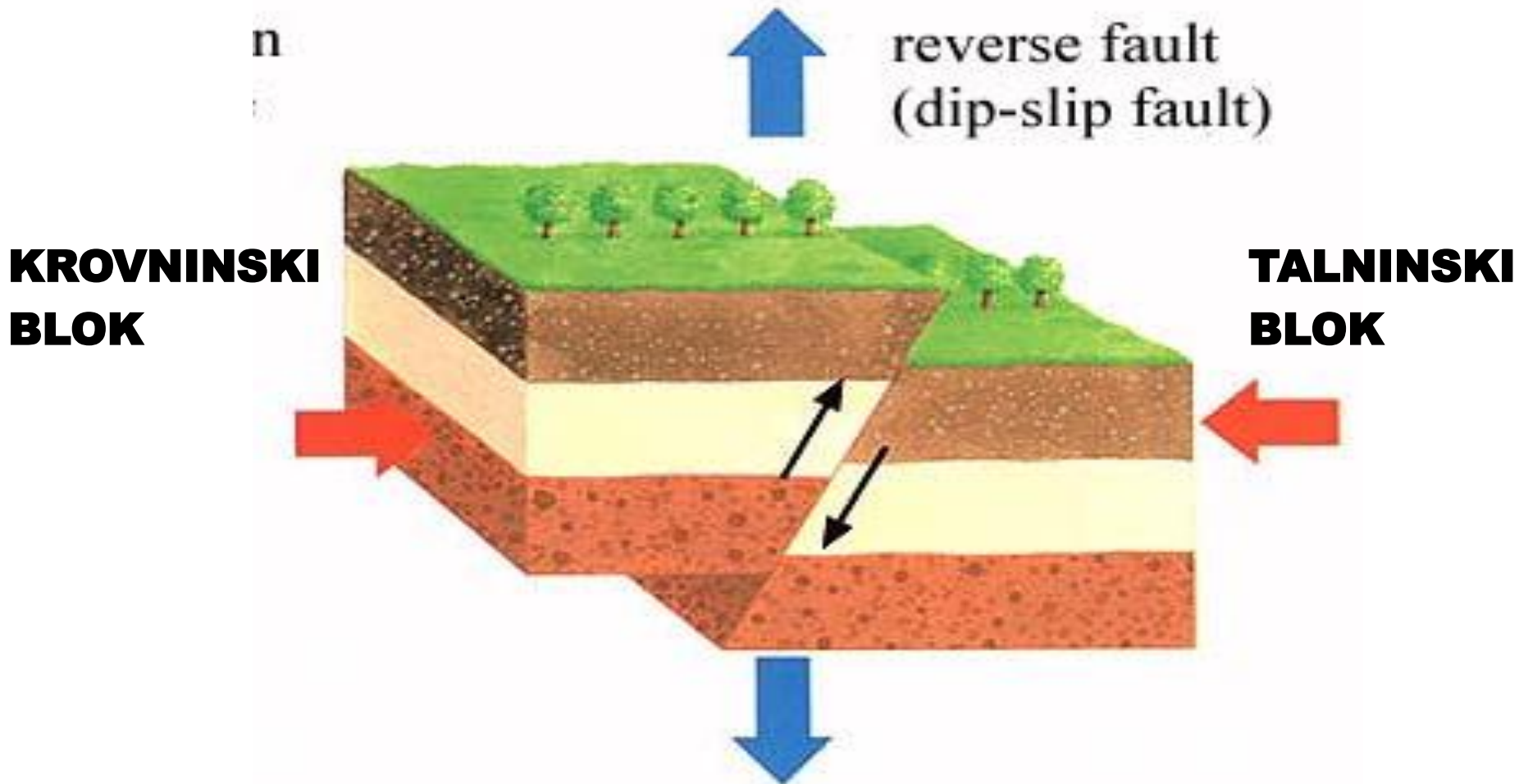






# Geološke strukture: prelomi

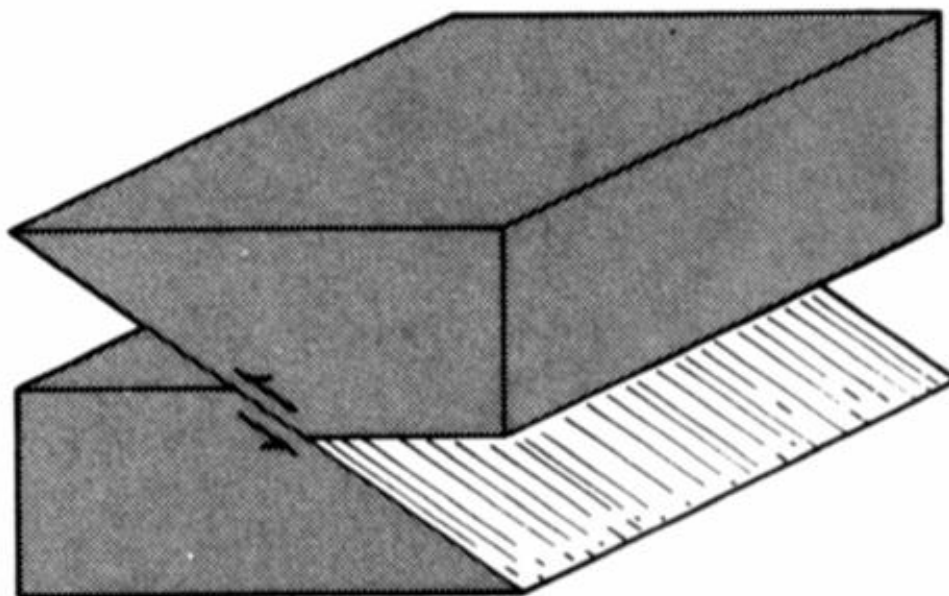
- reverzni prelomi





# Geološke strukture: prelomi

- reverzni prelomi: NARIVI (če je nagibni kot narivne ploskve manjši od 45 stopinj)



Thrust-Slip Fault

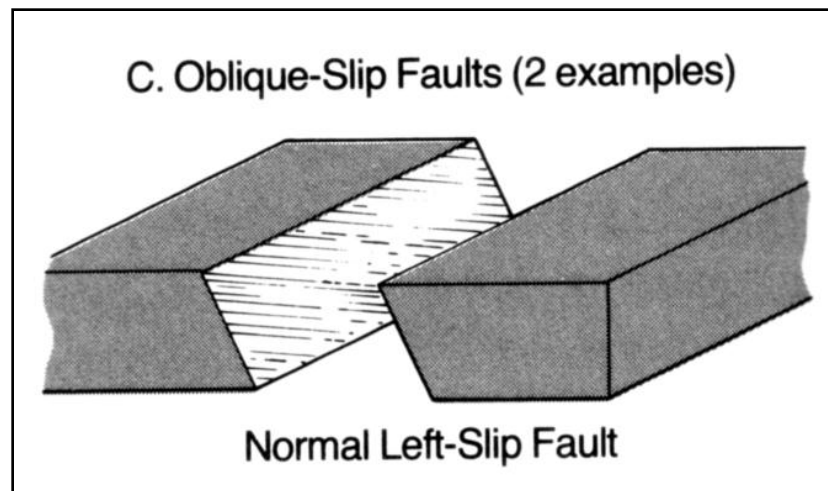
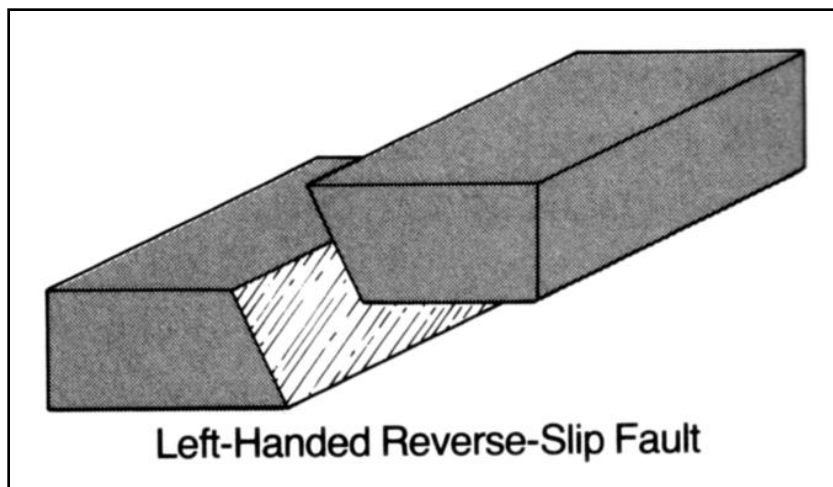






# Geološke strukture: prelomi

- prelomi s poševnim premikom





# Geološke strukture: prelomi

- prelomne ploskve skoraj nikoli niso ravne

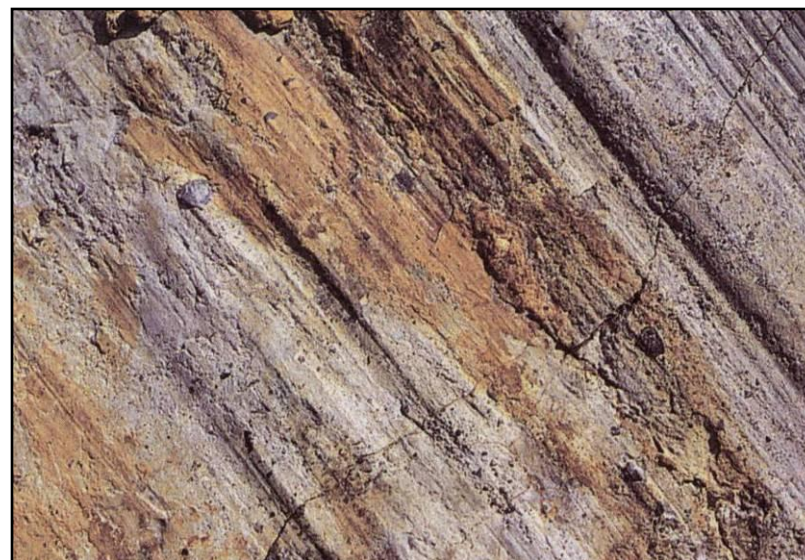






# Geološke strukture: prelomi

- prelomna ploskev je ponavadi gladka
  - tektonsko zrcalo
- premikanje blokov povzroči nastanek drs in raz na ploskvi

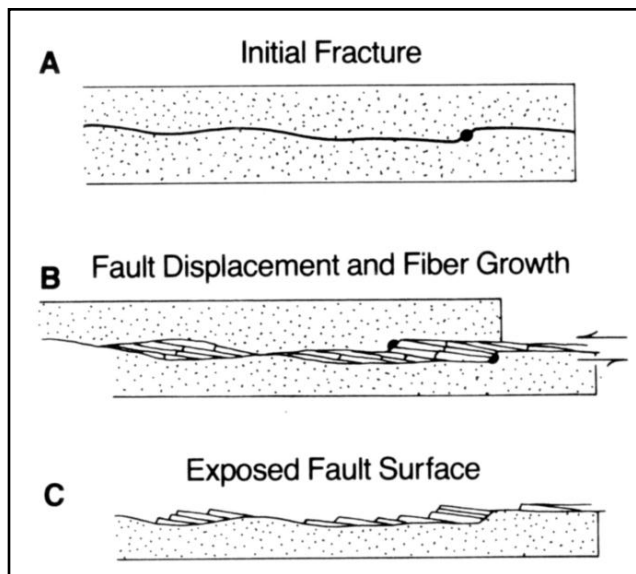


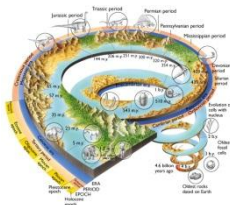




# Geološke strukture: prelomi

- na ploskvi lahko zrastejo tudi vlaknati kristali





# Geološke strukture: prelomi

- pri premikih ob prelomu zaradi trenja in drobljenja nastajajo značilne kamnine







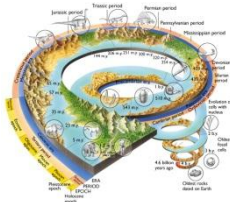
# Geološke strukture: prelomi

- ob prelomih se največkrat razvije prelomna cona, prelom kot ena sama izolirana ploskev namreč nastopa redko









# Geološke strukture: prelomi

- Po pretrtosti in spremenjenosti kamnine pa ločimo naslednje cone:
  - **zdrobljena cona** je cona kataklastične deformacije z značilnimi, povsem pretrtimi kamninami (tektonska glina, tektonski zdrob, tektonska breča)
  - **porušena cona** je preprežena z gostim sistemom prelomov in nesistematičnih razpok, ki deli kamnino na različno velike in različno orientirane bloke
  - **razpoklinska cona** je široko območje, prepreženo z (večinoma) sistematskimi razpokami, pojavljajo pa se tudi manjši, do nekaj 100 m dolgi prelomi z zanemarljivim premikom.





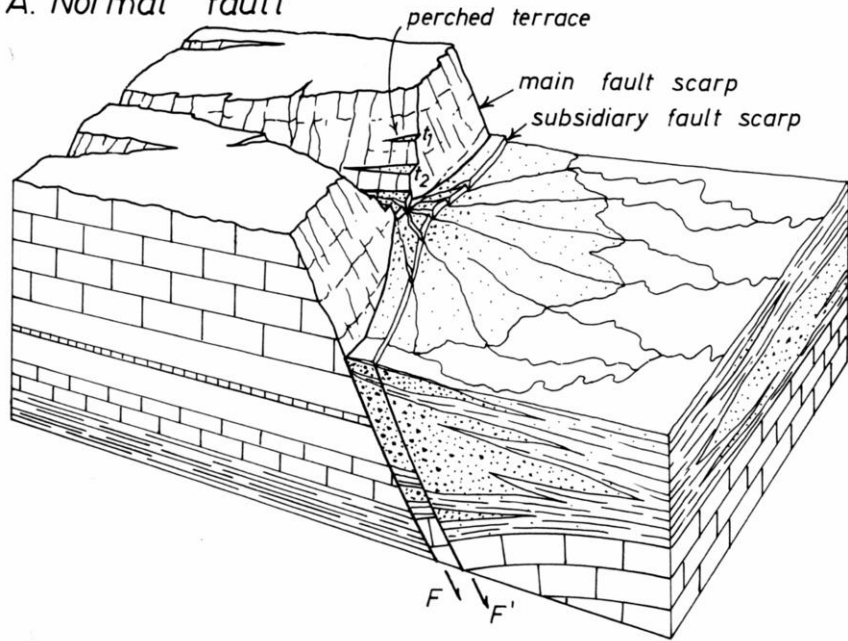




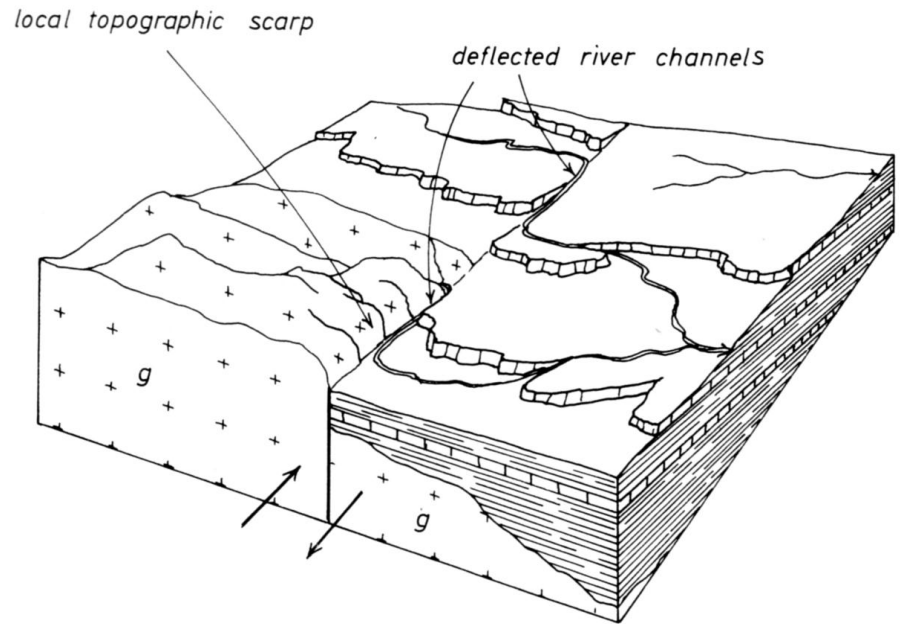
# Geološke strukture: prelomi

- prelomni robovi

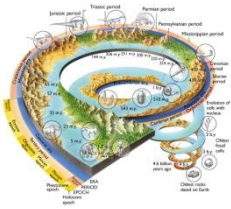
A. Normal fault



C. Strike-slip fault



# Geološke strukture: gube

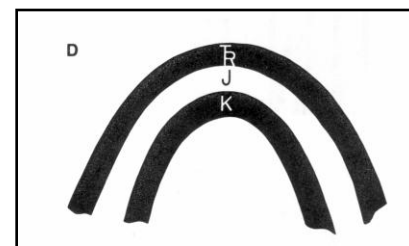
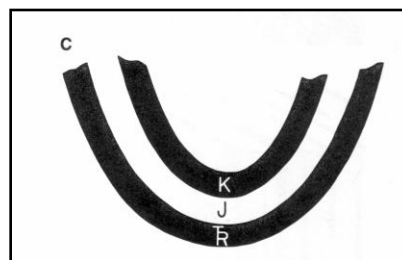
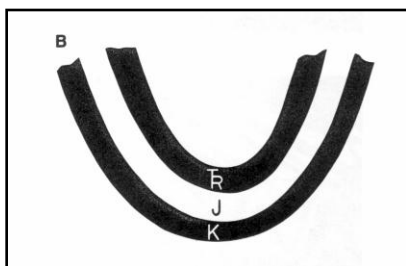
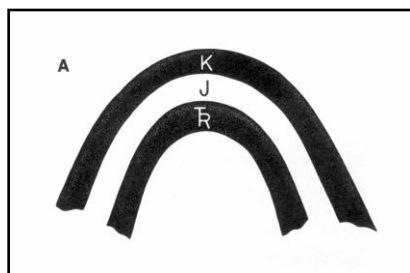






# Geološke strukture: gube

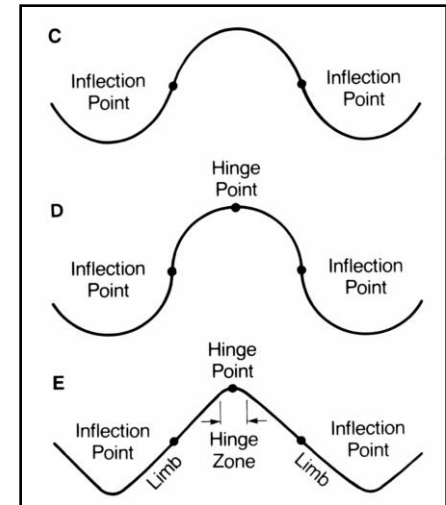
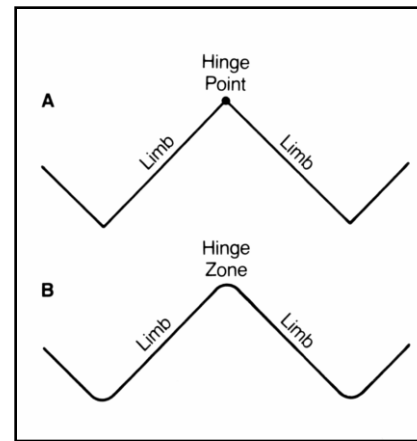
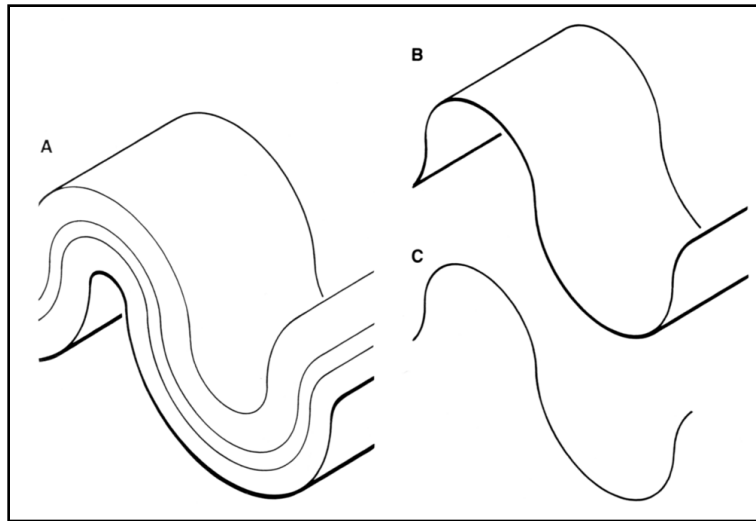
- Uvodne definicije
  - **Antiforma** - guba, ki je konveksna navzgor
  - **Sinforma** - guba, ki je konveksna navzdol
  - **Antiklinala** - guba, ki je konveksna v smeri mlajših plasti (v jedru gube pa nastopajo starejše plasti)
  - **Sinklinala** - guba, ki je konveksna v smeri starejših plasti (v jedru gube pa nastopajo mlajše plasti)







# Geološke strukture: gube

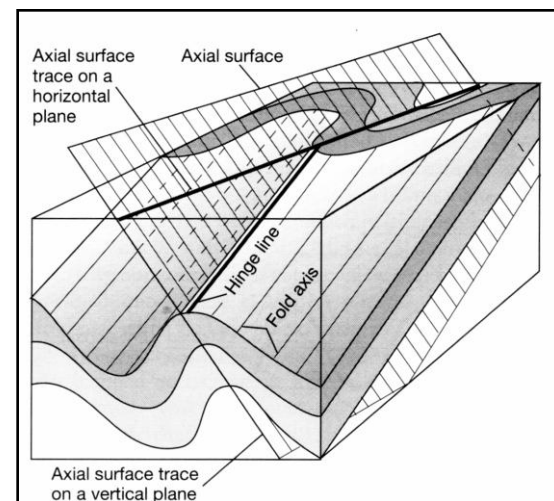
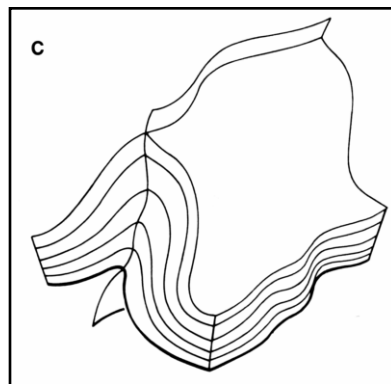
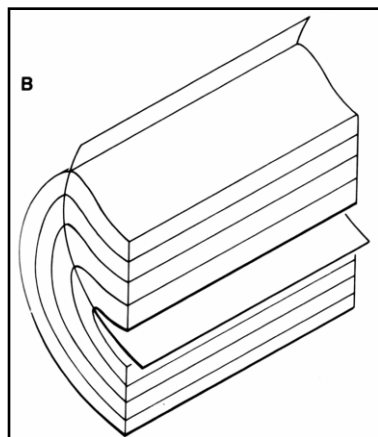
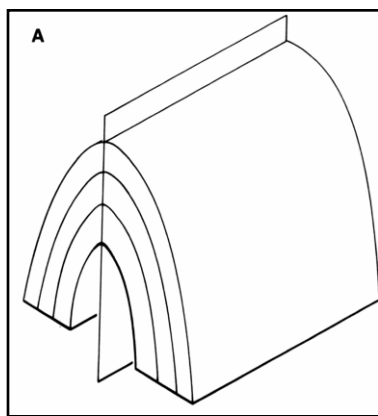


- V profilu gube ločimo **krili gube** in **pregib gube**. Pregib je lahko oster (**pregibna točka**), pogosteje pa je postopen (**pregibna cona**). V pregibu ima nagubana ploskev največjo ukrivljenost.
- Tudi krili gube sta pogosto ukrivljeni; prehod iz konveksne v konkavno obliko krila imenujemo **prevojnna točka**.



# Geološke strukture: gube

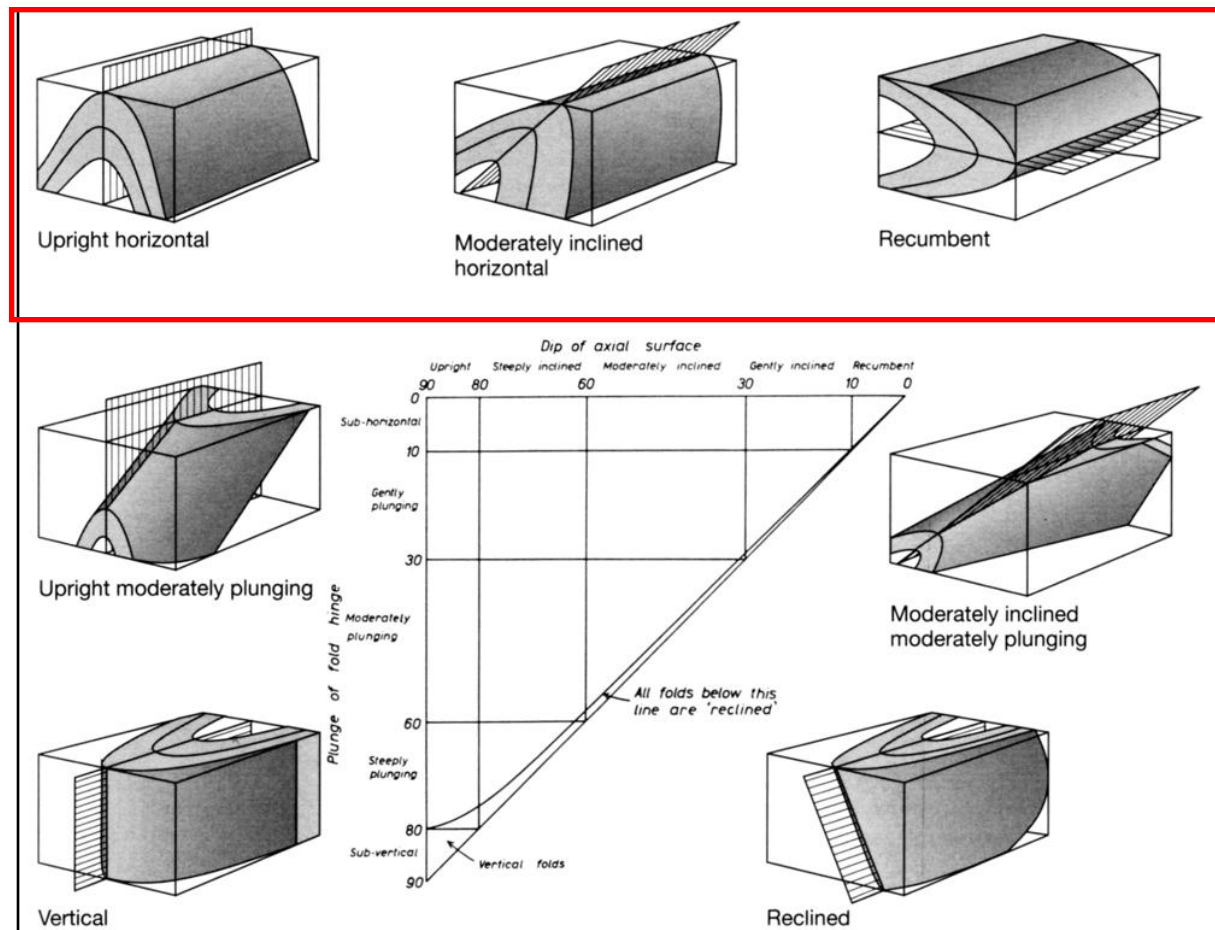
- **Osna ploskev** gube je definirana z zaporednimi pregibnimi linijami plasti v gubi. Včasih je ploskev ravna - **osna ravnina**, pogosteje pa je ukrivljena in zato uporabljamo splošnejši izraz **osna ploskev**.





# Geološke strukture: gube

- Orientacijo gube opisujemo glede na njeno os in osno ploskev.
- Po orientaciji osne ploskve je guba lahko **pokončna**, **nagnjena** ali **polegla**.







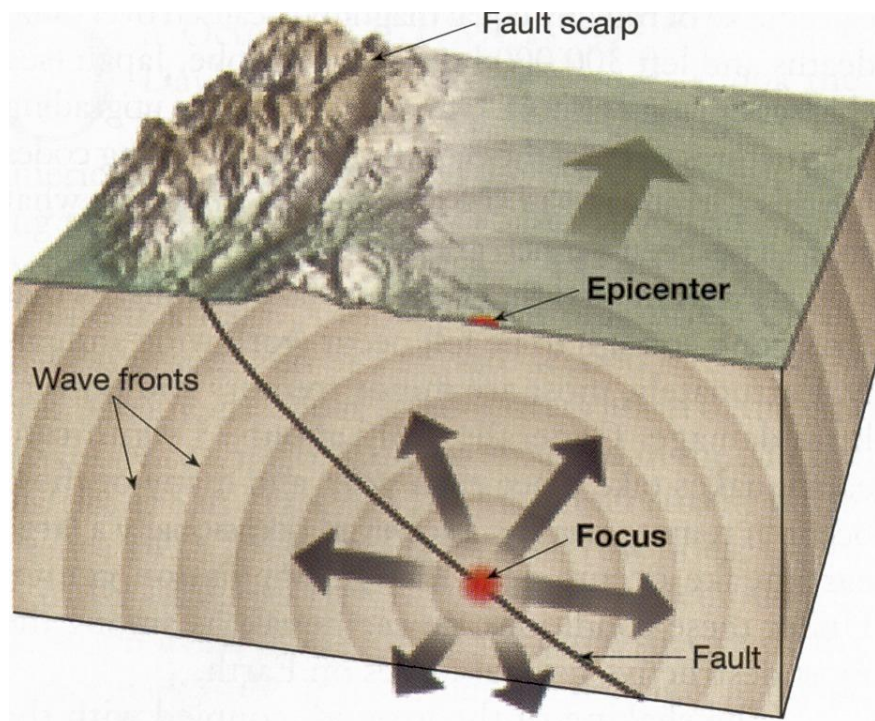
Glavni neposredni produkt  
premikanja kamnin ob prelomnih  
ploskvah so **POTRESI!!!**





# POTRESI

- Kaj je potres?
  - označi nenadne vibracije zemeljske skorje, ki jih povzročijo hipna sprostitve energije
  - značilno kratko trajanje ter različna moč



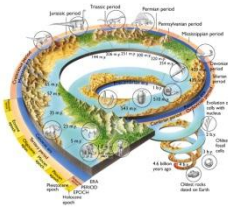


# POTRESI: vzroki in načini pojavljanja

- tektonski potresi
  - 90% potresov, so najmočnejši
- vulkanski potresi
  - 7% potresov, znanilci izbruhov
- podorni potresi in ostali naravni pojavi
  - 3% potresov
- umetni potresi



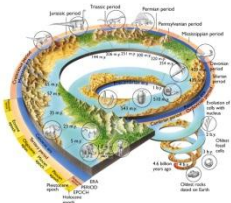




# POTRESI: globina žarišč

- plitvi potresi
  - globina do 70km,
  - 75% potresov
- srednjegloboki potresi
  - globina 70-300km
  - 20% potresov
- globoki potresi
  - 300 – 700km
  - do 5% potresov





# POTRESI: potresi in prelomi





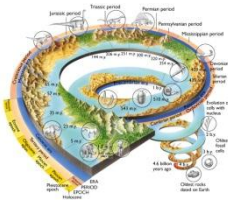


# POTRESI: potresi in prelomi

- 1906 potres v San Franciscu
- H.F. Reid
- prelom Sv. Andreja

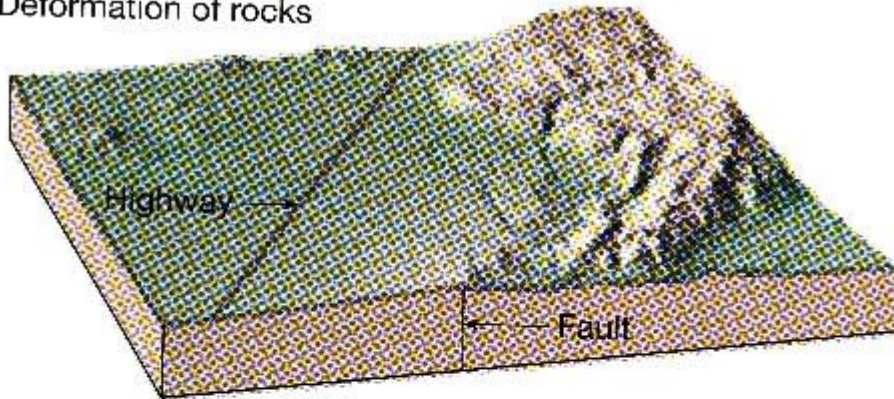




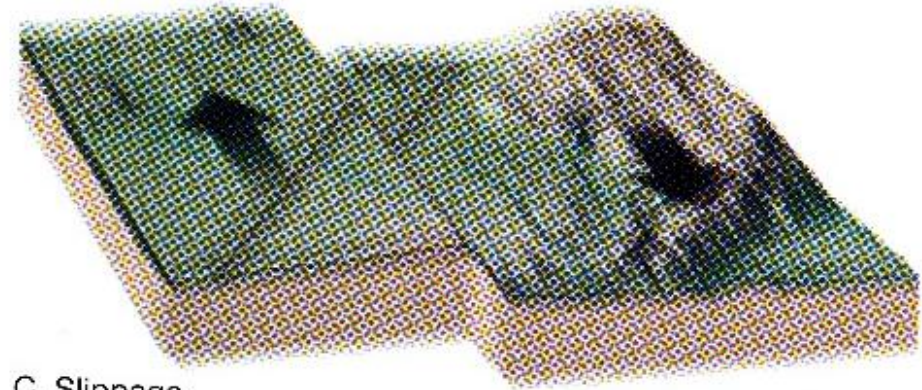


# POTRESI: potresi in prelomi

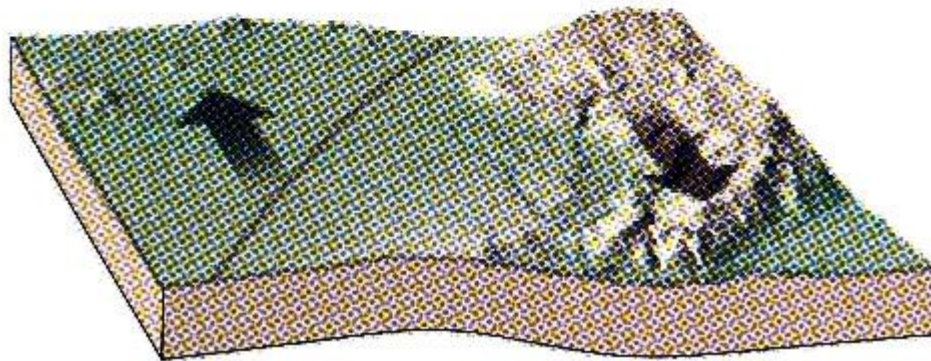
Deformation of rocks



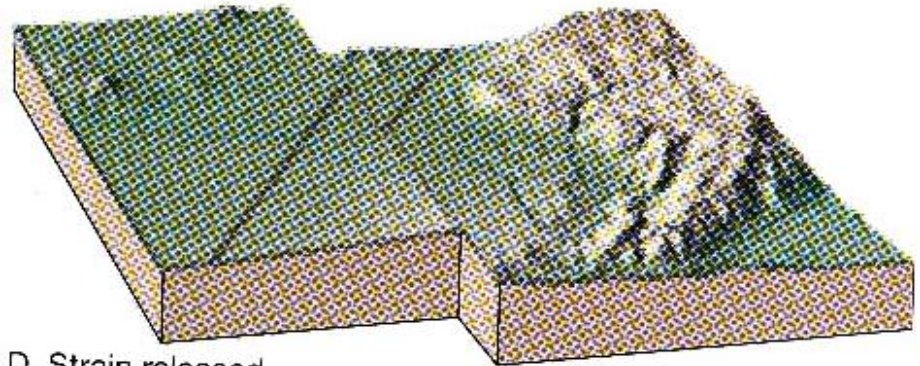
A. Original position



C. Slippage



B. Buildup of strain



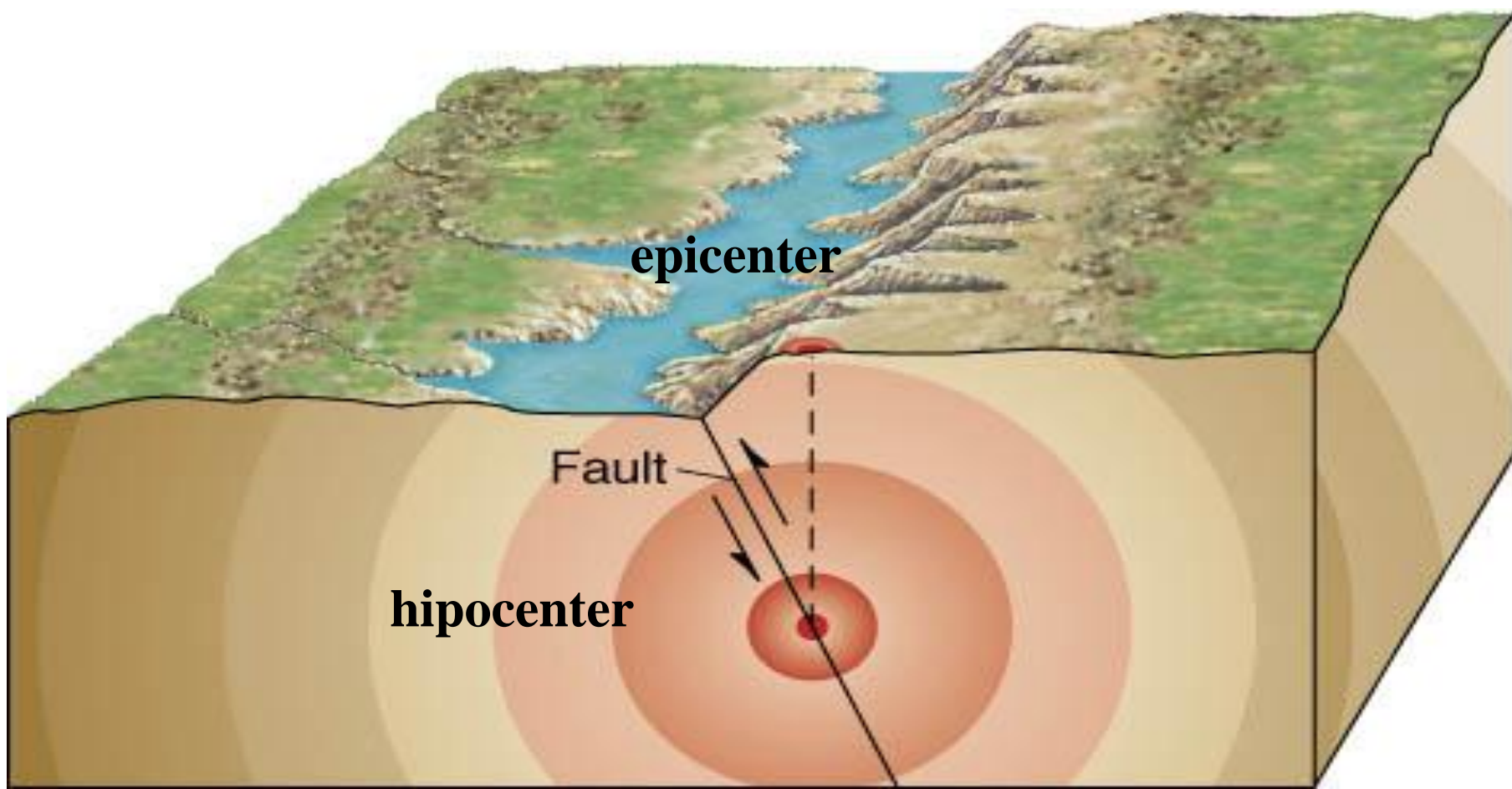
D. Strain released

Figure 10.5. Potresi in prelomi

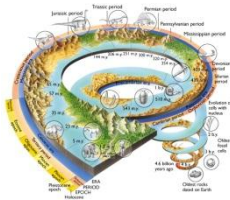


# POTRESI: elementi potresa

- hipocenter ali žarišče potresa
- epicenter ali nadžarišče potresa

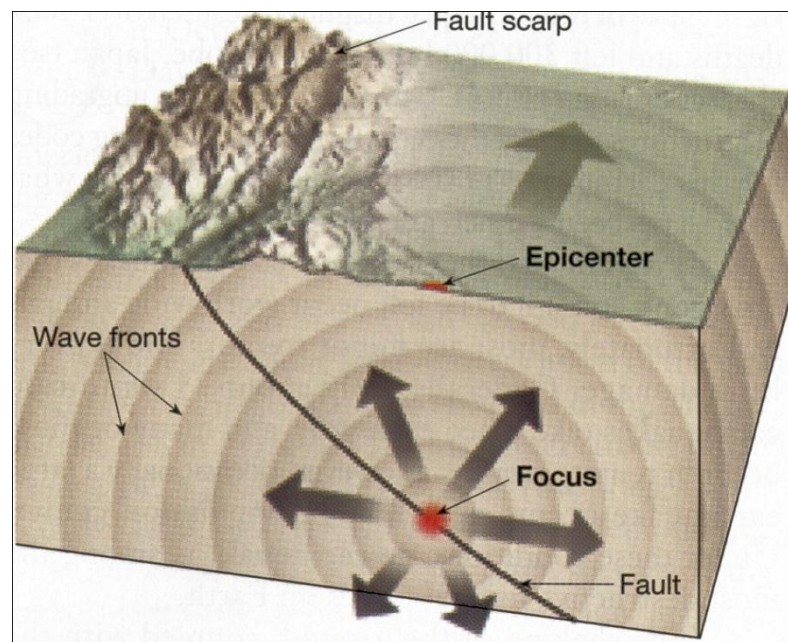




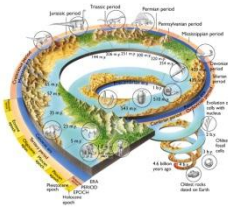


# Elementi potresa: seizmični valovi

- so vibracijski valovi, ki se razširjajo od hipocentra navzven v po sosrediščnih kroglastih površinah
- izoseiste: linije na površini, ki povezujejo isto jakost potresa
- ločimo dve družini seizmičnih valov
  - telesni
    - P valovi (kompresijski)
    - S valovi (strižni)
  - površinski
    - Lovejevi valovi
    - Rayleighovi

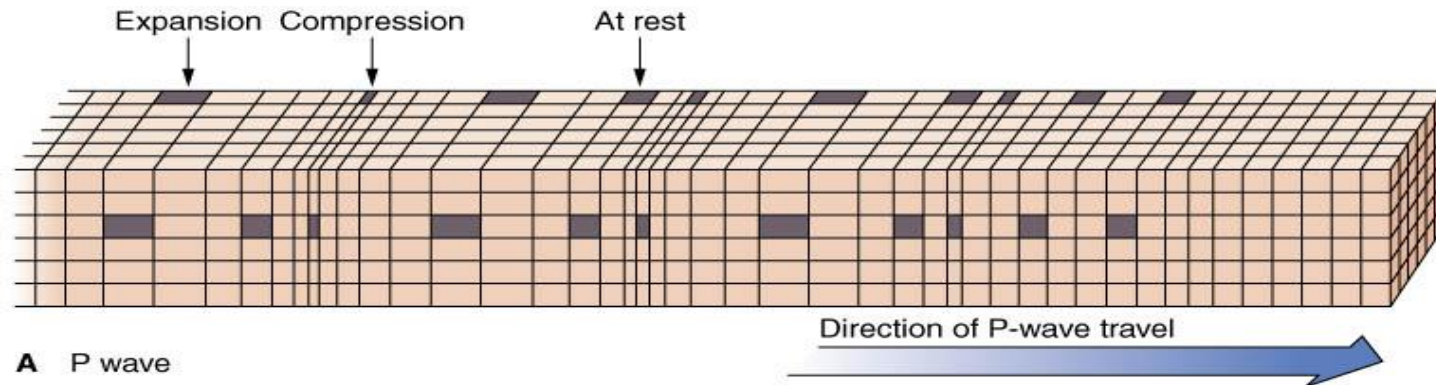




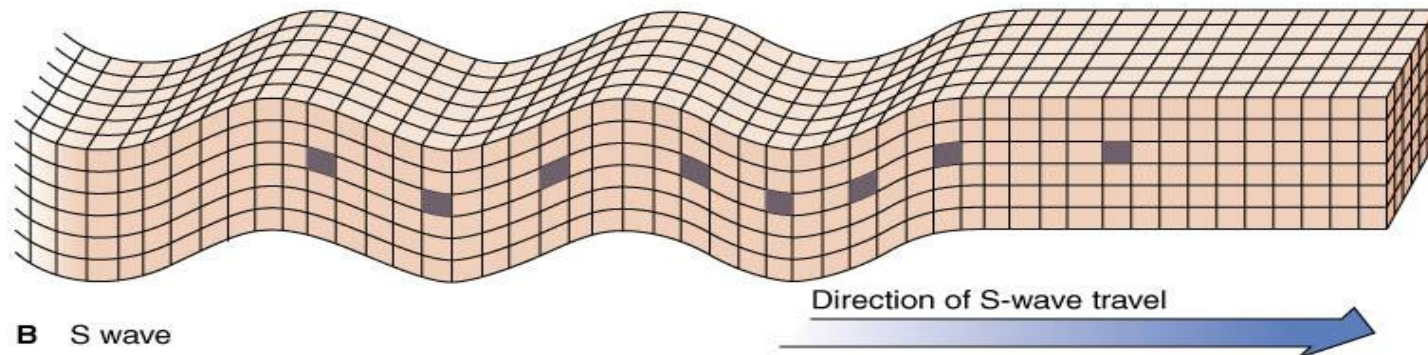


# Telesni seizmični valovi

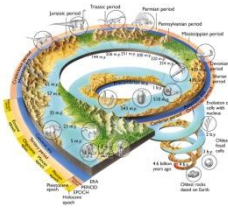
- telesni valovi se širijo od izvora navzven v vseh smereh
- kompresijski P valovi:
- strižni S valovi



A P wave

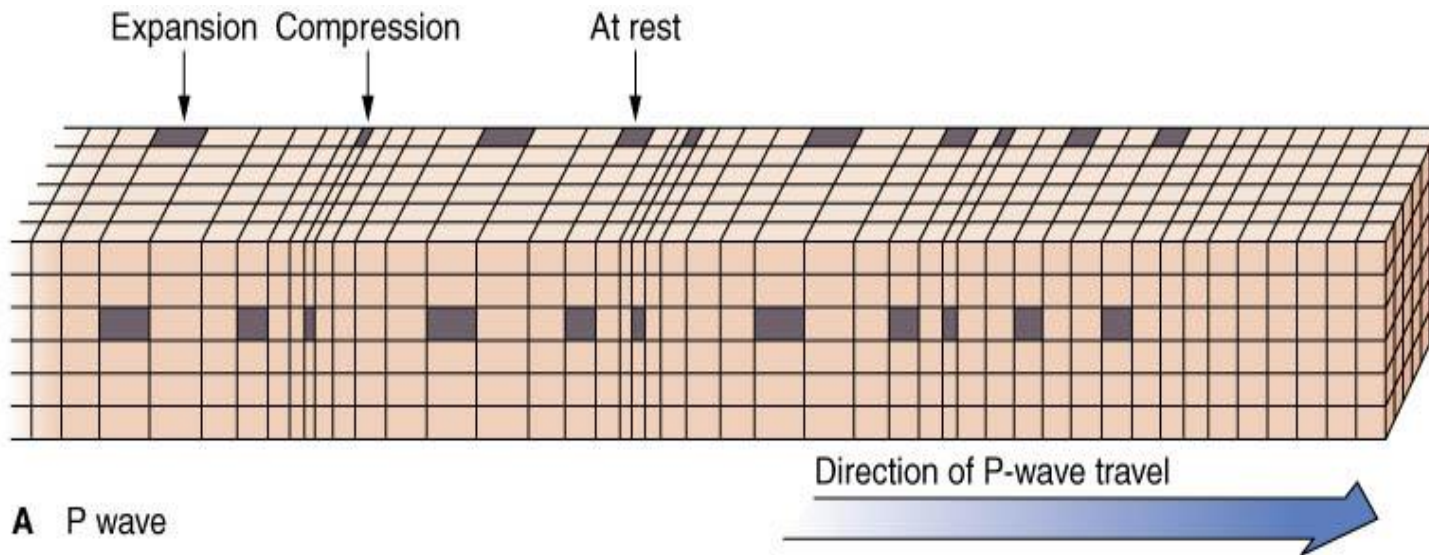


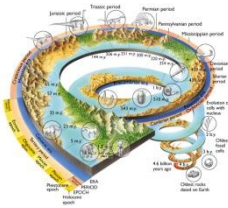
B S wave



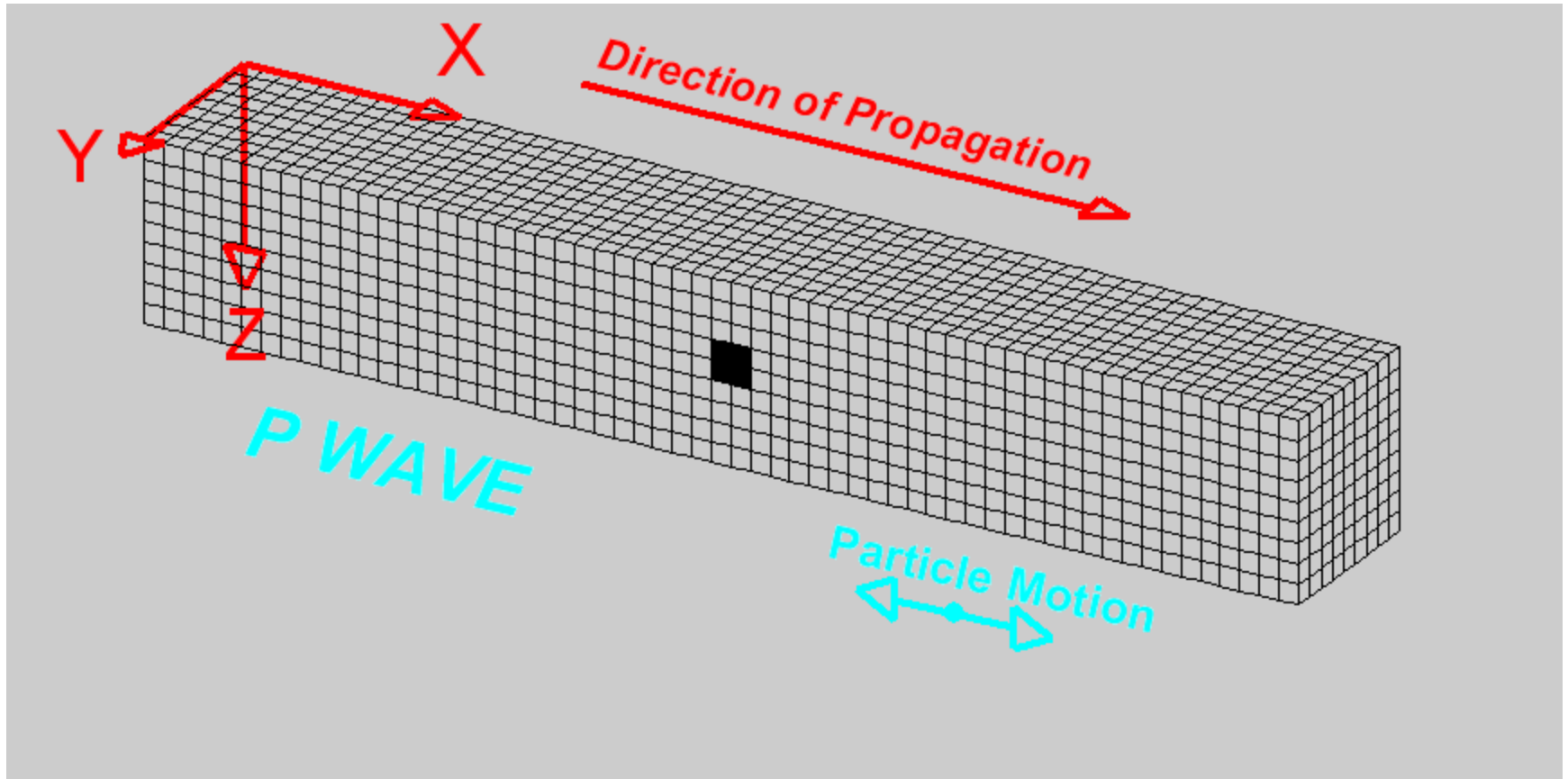
# Telesni seizmični valovi

- kompresijski P valovi
  - longitudinalno valovanje
  - so prvotni (primarni): *P*
  - 2-8km/s



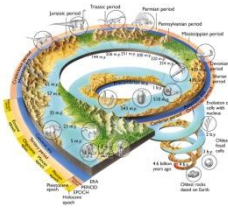


# Telesni P valovi

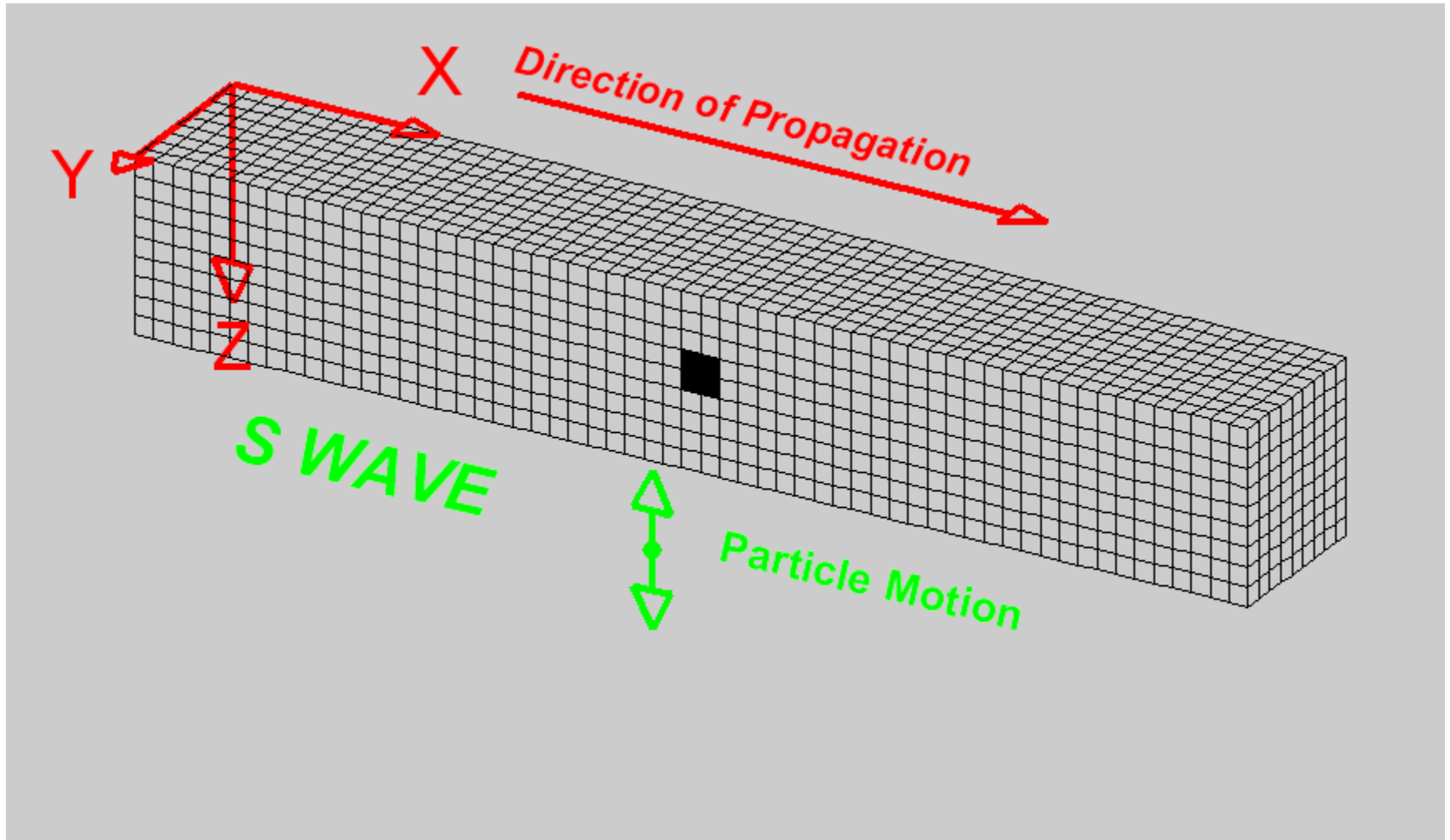








# Telesni S valovi





# Površinski seizmični valovi

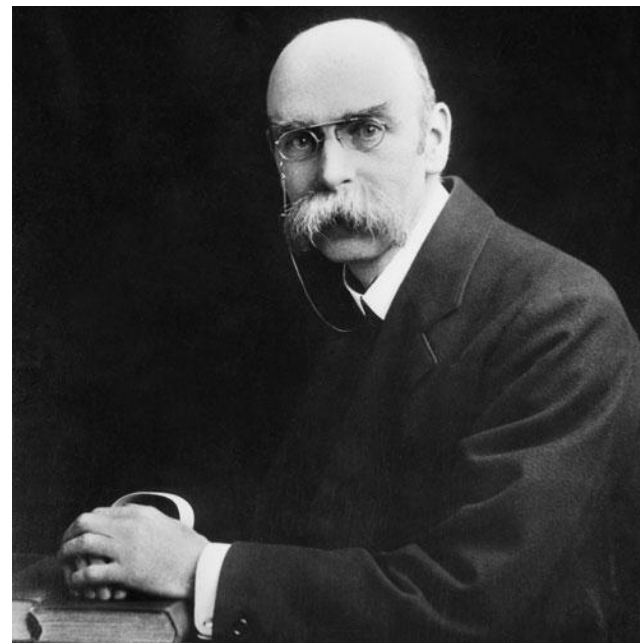
- valovanje, ki se širi tik pod ali na Zemljinem površju
- površinski valovi so počasnejši kot telesni
- ponavadi predstavljajo najvišje valove na seizmogramih
- Lovejevi in Rayleighovi valovi
  - L valovi: strižni površinski valovi
  - R valovi: strižni in kompresijski valovi





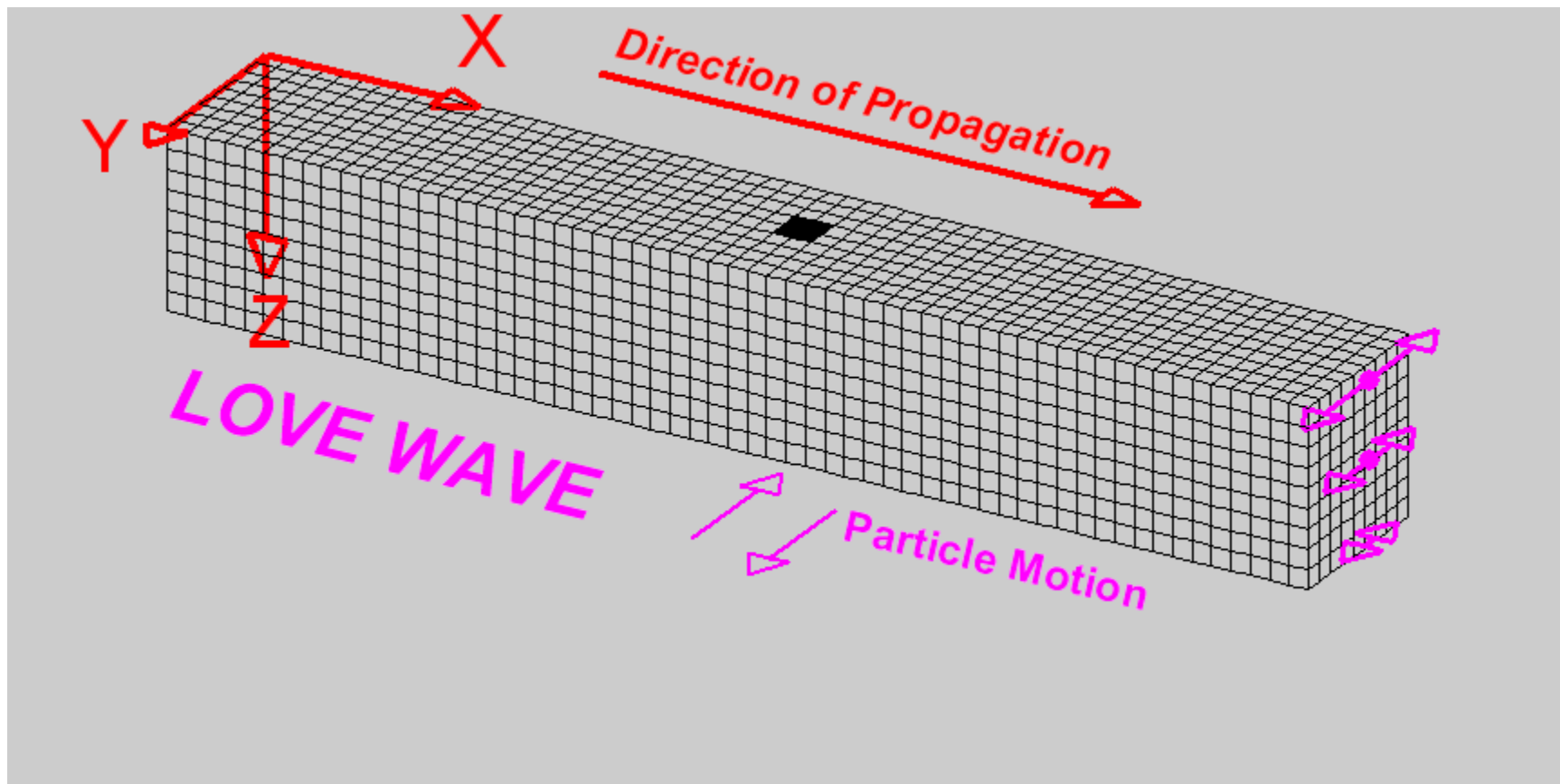
# Površinski LOVEJEVI seizmični valovi

- označimo kot **L valove**
- Augustus Edward Hough Love (1863-1940)
- najhitrejši površinski seizmični valovi (90% S valov)
- so večkrat odbiti S valovi
- označijo premikanje površja v horizontalni smeri





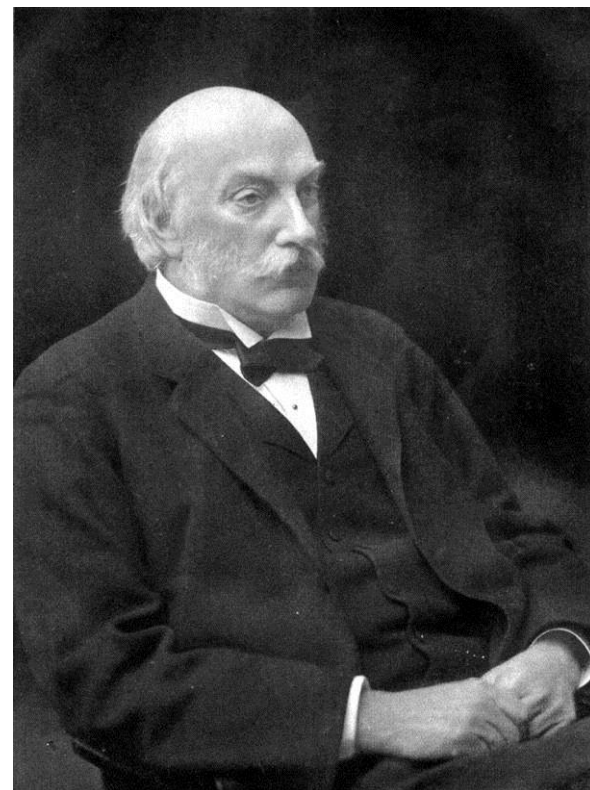
# Površinski LOVEJEVI seizmični valovi





# Površinski RAYLEIGHHOVI seizmični valovi

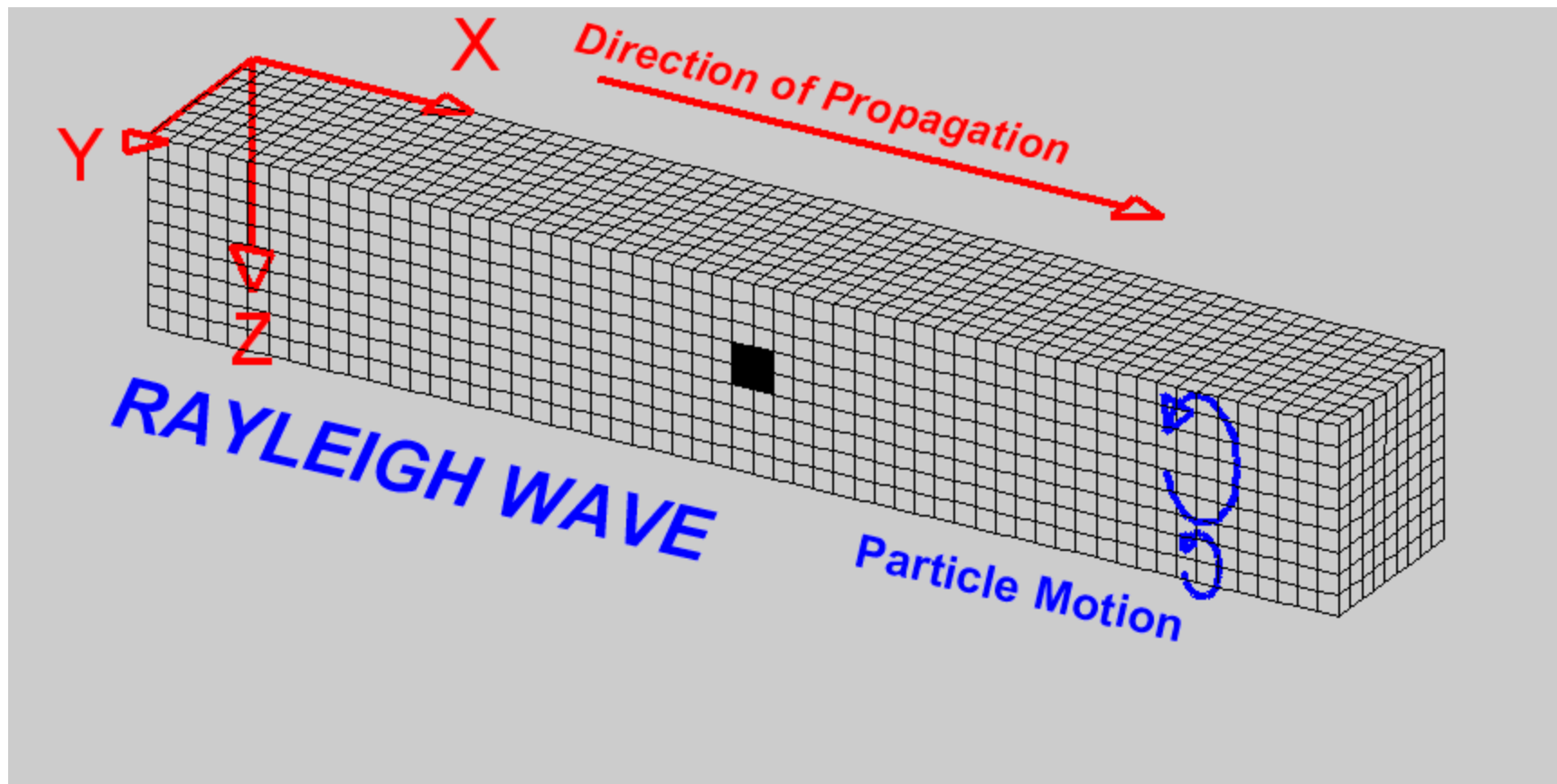
- označimo kot **R valove**
- John William Strutt, lord Rayleigh, (1842-1919)
- potujejo s 70% hitrostjo S valov
- premikajo površje gor-dol in levo-desno
- po amplitudi so ponavadi največji

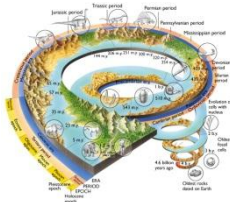






# Površinski RAYLEIGHHOVI seizmični valovi





# SEIZMOLOGIJA

- seizmologija je veja geofizike
- *seizmos* gr.: potres
- proučuje potresne pojave, vzroke njihovega pojavljanja, načine in posledice
- makroseizmično in mikroseizmično valovanje

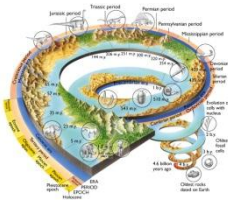


# SEIZMOLOGIJA: zgodovina

- prvi zabeležen potres 1177 pr.n.š. Kitajska
- grki krivijo za potrese Pozejdona
- sistematično opazovanje in proučevanje potresov po letu 1750 (potresi v Angliji)
- 1.11.1755 potres na Portugalskem
  - največji potres v zgodovini človeštva
  - umre 100 000 ljudi
- raziskave potresnih učinkov
- John Mitchell, Elie Bertrand



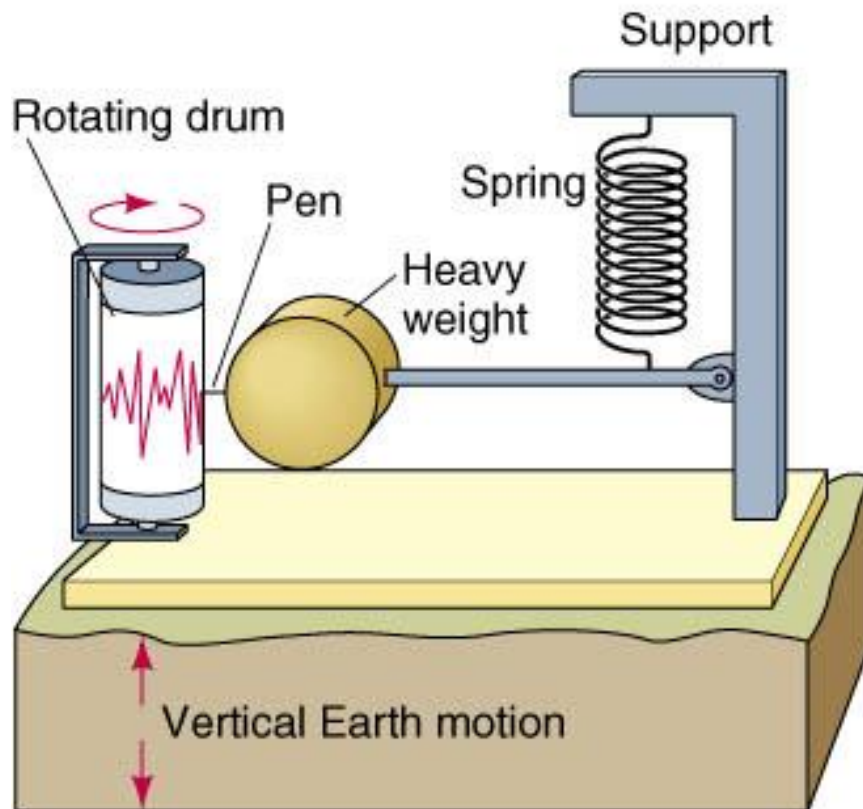




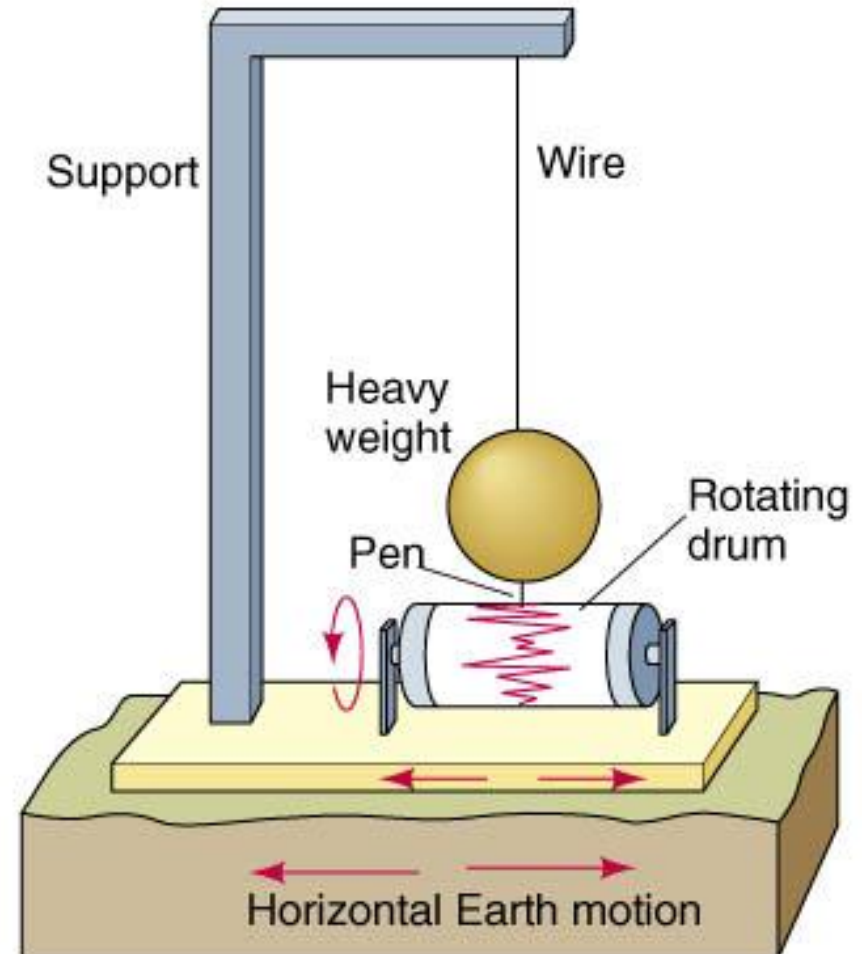
# Seizmometri

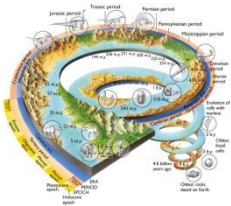
seizmometri so naprave, ki beležijo potresne tresljaje

A

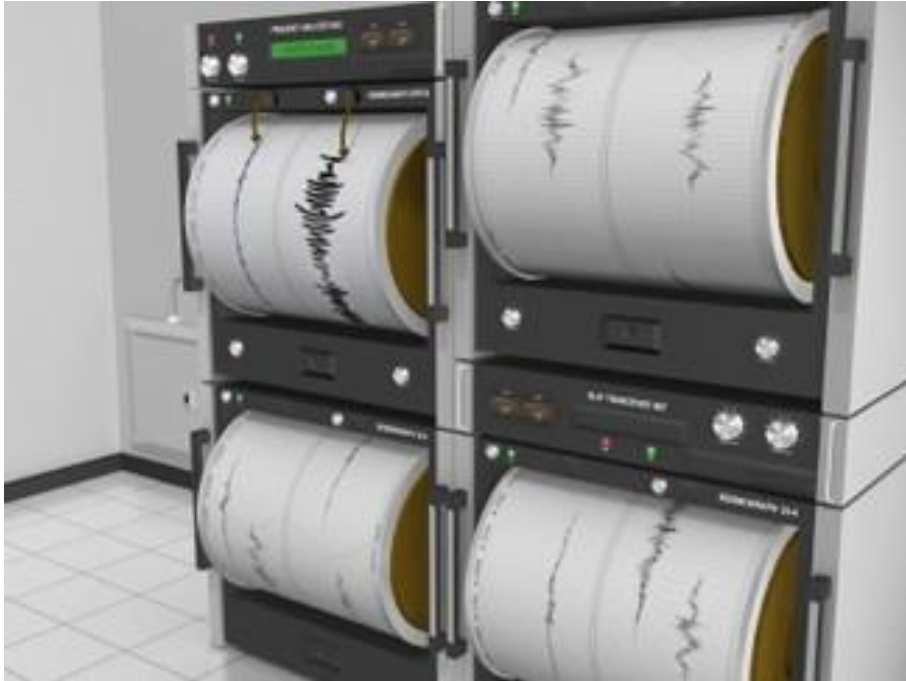


B





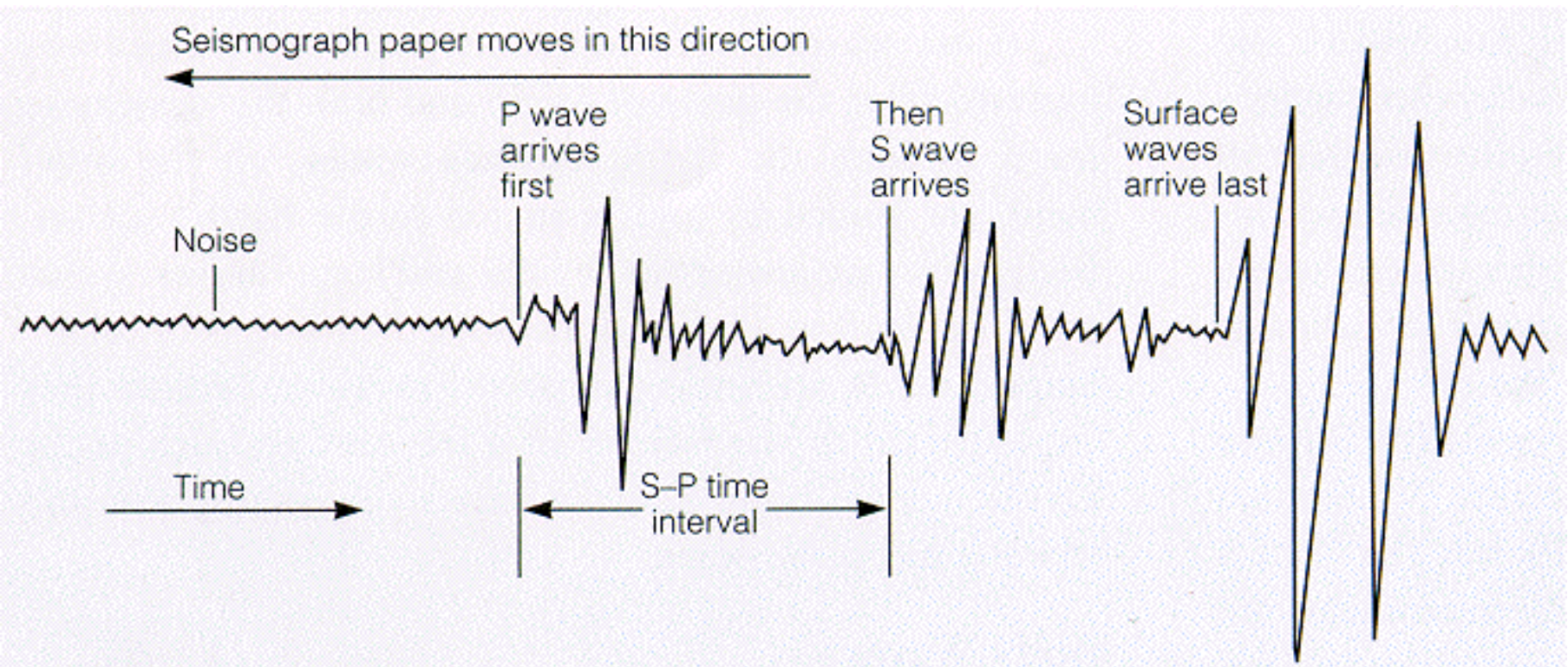
# Seizmometri



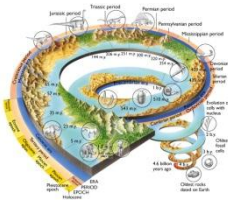


# Seizmograf

- Seizmograf (grafični zapis potresa)

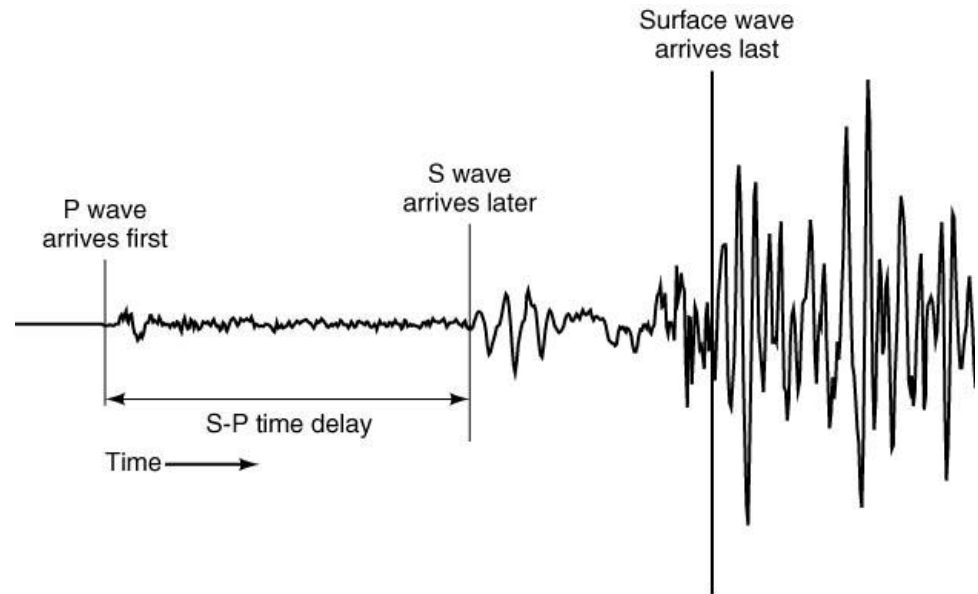
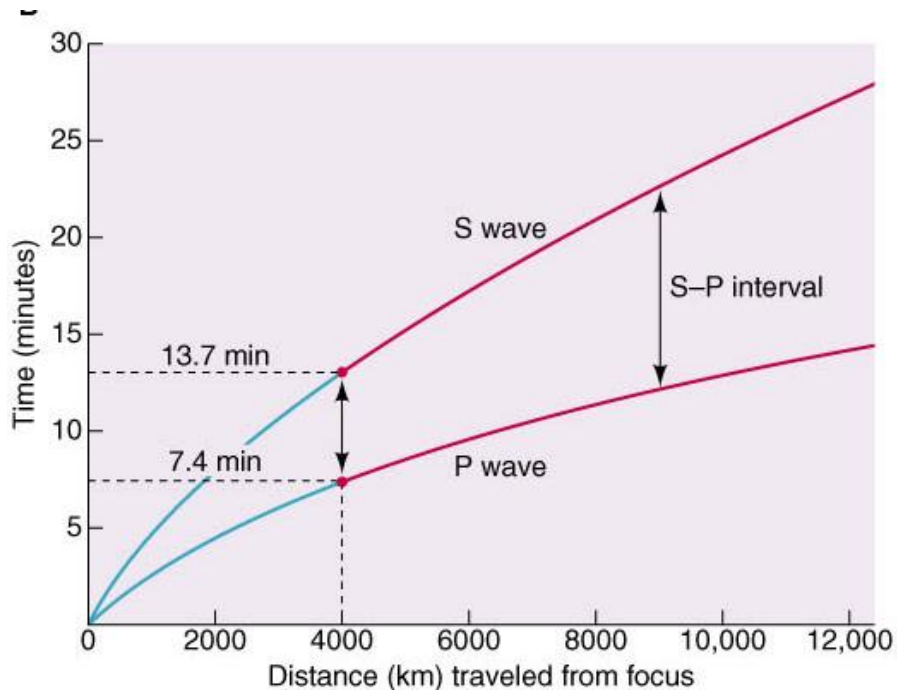


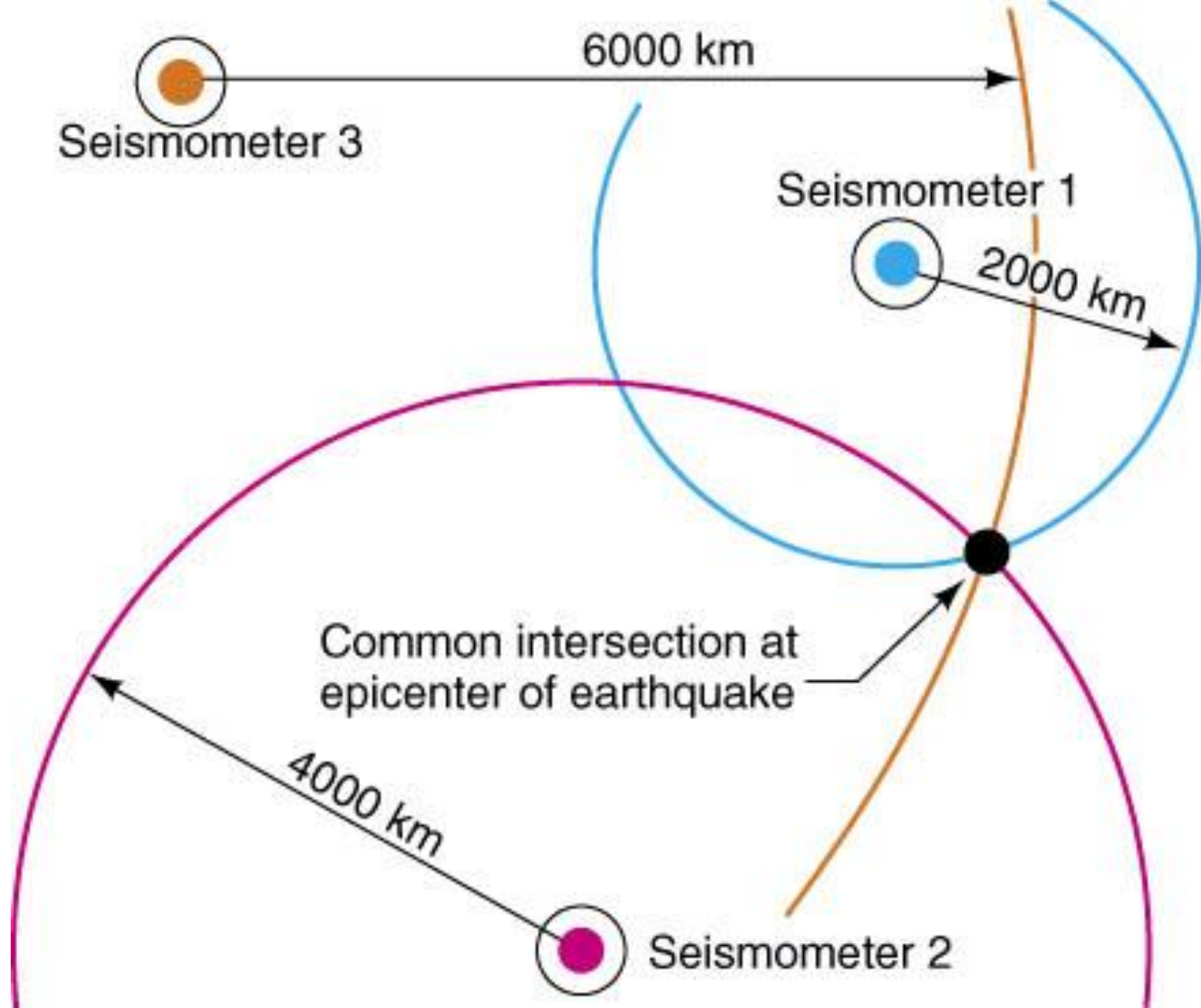




# Določanje lege epicentra potresa

- izračunamo glede na čase prihodov P in S valov
- lahko določimo, če imamo na voljo 3 seizmometre
- globino prav tako določimo na podlagi P in S valov



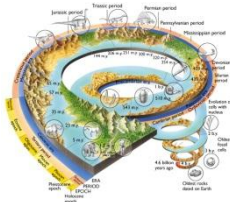




# Moč in intenziteta potresov

- uporabljamo dva načina
  - magnituda (moč potresa, Rihterjeva lestvica)
  - intenziteta (posledice na stavbah EMS lestvica)
- določena magnituda, različne intenzitete
- intenziteta je odvisna od
  - vrste kamnin (geološke podlage)
  - stanja podlage (porušeno, neporušeno)
  - lege



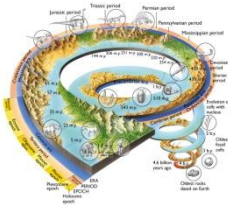


# Magnituda

- je mera za sproščeno energijo v žarišču potresa
- izračunamo iz amplitude potresnih valov (Richter, 1935)
- merjenje amplitude telesnih in površinskih valov pri znani oddaljenosti od epicentra
- ločimo
  - Mb magnituda telesnih valov
  - Ms magnituda površinskih Rayleighovih valov
  - Mw navorna magnituda
- sproščeno energijo pri potresu izračunamo
  - $E = 10^{5,24} \times 10^{1,44} M_s$
- izražamo v Joulih

# Magnituda, po Richterju

Richter magnituda	TNT (kg)	Energija (joule)	pogostost	Primeri
1	32kg	13,4 mJ		Miniranje
2	1t	2,3 gJ	8 000/dan	Običajne bombe 2 sv. vojne
3	32 t	134,4 gJ	46000/leto	Naj nenuklearne bombe
4	1kt	4,2 tJ	6200/leto	Majhna atomska bomba
5	32 kt	134,4 tj	800/leto	Nagasaki
6	1 mt	4,2pJ	120/leto	Rodos 2008
7	32 mt	134,4pJ	18/leto	Naj nuklearna bomba TSAR
8	1 gt	4,2 eJ	1/leto	Indonezija 2007
9	32 gt	134,4eJ	1/20 let	Lisbona 1755
10	1 tt	4,2 zJ	nezabeležen	Nikoli zabeleženo

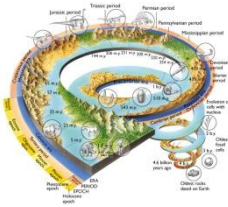


# Intenziteta ali učinki potresa

- se kaže kot učinek potresa na Zemljinem površju
- v naravi in gradbenih objektih
- nanjo vplivajo
  - magnituda potresa
  - oddaljenost od epicentra
  - kamninska zgradba terena



Št.	Makroseizmična lestvica – avtor	Kratica	Leto	Število stopenj
1	Gestaldi		1564	
2	De Poardi		1627	4
3	Pignataro		1783	5
4	Brooks		1811	6
5	Egen		1828	6
6	MacFarlane		1839	10
7	Petermann		1856	5
8	Mallet, I		1858	3
9	Mallet, II		1862	5
10	Williamson		1870	6
11	Saderra Maso		1870	6
12	De Rossi		1874 [1873]	10
13	Naumann		1878	9
14	Forel		1881	10
15	Mercalli, I		1883	6
16	Rossi–Forel	RF	1884 [1883]	10
17	Johnston–Lavis		1885	3
18	Rockwood		1886	6
19	Powell		1886	5
20	Taramelli–Mercalli		1888	10
21	Davidson		1889	9
22	Baratta, I		1892	7
23	Masato – Japonska, I		1892	3
24	Ricco		1893	6
25	Suess		1896	10
26	Mercalli, II		1897	10
27	Oldham		1899	6
28	Sekiya		1899	3
29	Japonska, II		1900	4
30	Omori, I		1900	7
31	Cancani		1904	12
32	Hall, Jamajka		1907	6
33	Wood		1908	5
34	Cornish		1908	11
35	Baratta, II		1910	10
36	Milne		1911	3
37	Sieberg		1912	12
38	McAdie		1915	10
39	Reid – Taber		1919	10
40	Omori, II		1920	6
41	Mercalli–Cancani–Sieberg	MCS	1923	12
42	Modificirana Mercallijeva (Wood–Neumann)	MM–31	1931	12
43	Japonska meteorološka agencija (Kawasumi)	JMA	1950 [1951]	7
44	Medvedev, GEOFIAN		1952 [1953]	12
45	Modificirana Mercallijeva (Richter)	MM–56	1956	12
46	Medvedev–Sponheuer–Karnik	MSK–64	1964	12
47	Medvedev–Sponheuer–Karnik	MSK–76	1976	12
48	Medvedev–Sponheuer–Karnik	MSK–78	1978	12
49	Evropska makroseizmična lestvica	EMS–92	1992	12
50	Evropska makroseizmična lestvica	EMS–98	1998	12



# Intenziteta ali učinki potresa

- enotno podajanje učinkov: enotne lestvice
- MCS potresna lestvica (Mercalli, Cancani, Sieberg, 1912)
  - 12 stopenj
  - ne upošteva kvalitete in načina gradnje
- MSK potresna lestvica (Medvedjev, Sponheuer, Karnik, 1964)
  - 12 stopenj
  - predvideva različen tip gradnje
    - zgradbe iz neobdelanega naravnega kamna
    - zgradbe iz opeke, z ali brez ogrodja + obdelan naravni kamen
    - armiranobetonske zgradbe in lesene zgradbe
- EMS (European Macroseismic Scale, 1998)
  - 12 stopenj
  - upošteva nove načine gradnje

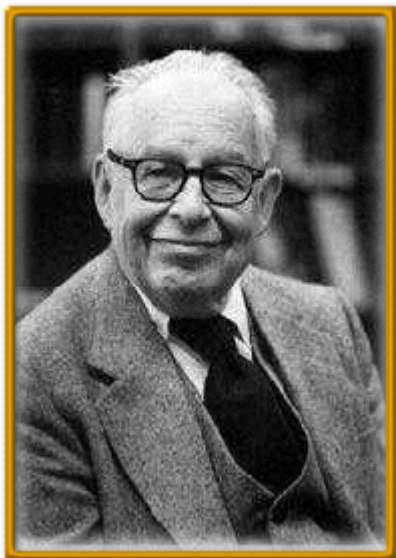
# MCS lestvica

Stopnja	Ime	Značilnosti
1	Mikroseizmični	Lahko ga zaznamo le s seizmičnimi instrumenti.
2	Zelo šibki	Le izjemoma ga lahko zaznamo v višjih delih stavb.
3	Šibki	Zaznamo ga kot vibracije podobne tistim, ki nastanejo pri prehodu kamiona.
4	Zmerni	Na odprtem ga zaznajo le nekateri, v stavbah večina, žvenketajo šipe.
5	Zaznavni	Zibljejo se veje, lestenci, ustavljajo se ure z nihalom.
6	Močni	Omet odpada, manjše poškodbe stavb.
7	Zelo močni	Poškodbe na slabih stavbah, pojavljajo se manjše razpoke, odpada štukatura, nastajajo plazovi.
8	Rušilni	Močno se ziblje drevje, rušijo se kamnite zgradbe, dimniki, moderne stavbe pokajo, v tleh se pojavljajo razpoke.
9	Močan rušilni	Močna rušenja, poškodbe tudi na stavbah, ki so grajene seizmično varno.
10	Uničevalni	Rušijo se lesene zgradbe, mostovi, nastajajo deformacije v tleh, podirajo se hiše, pokajo kanalizacijske in vodovodne cevi, deformirajo se nasipi in pregrade, krivijo se železniški tiri, nastajajo plazovi.
11	Katastrofalni	Vsi kamniti objekti se podrejo, rušijo se pregrade, v tleh nastajajo deformacije in široke razpoke, krivijo se nosilci mostov.
12	Nenavadno katastrofalni	Rušijo se vsi objekti, menjajo se korita rek, spreminja se relief, nastanejo plazovi, podori, nastane valovanje površine.





# Primerjava potresnih lestvic



Charles Francis Richter

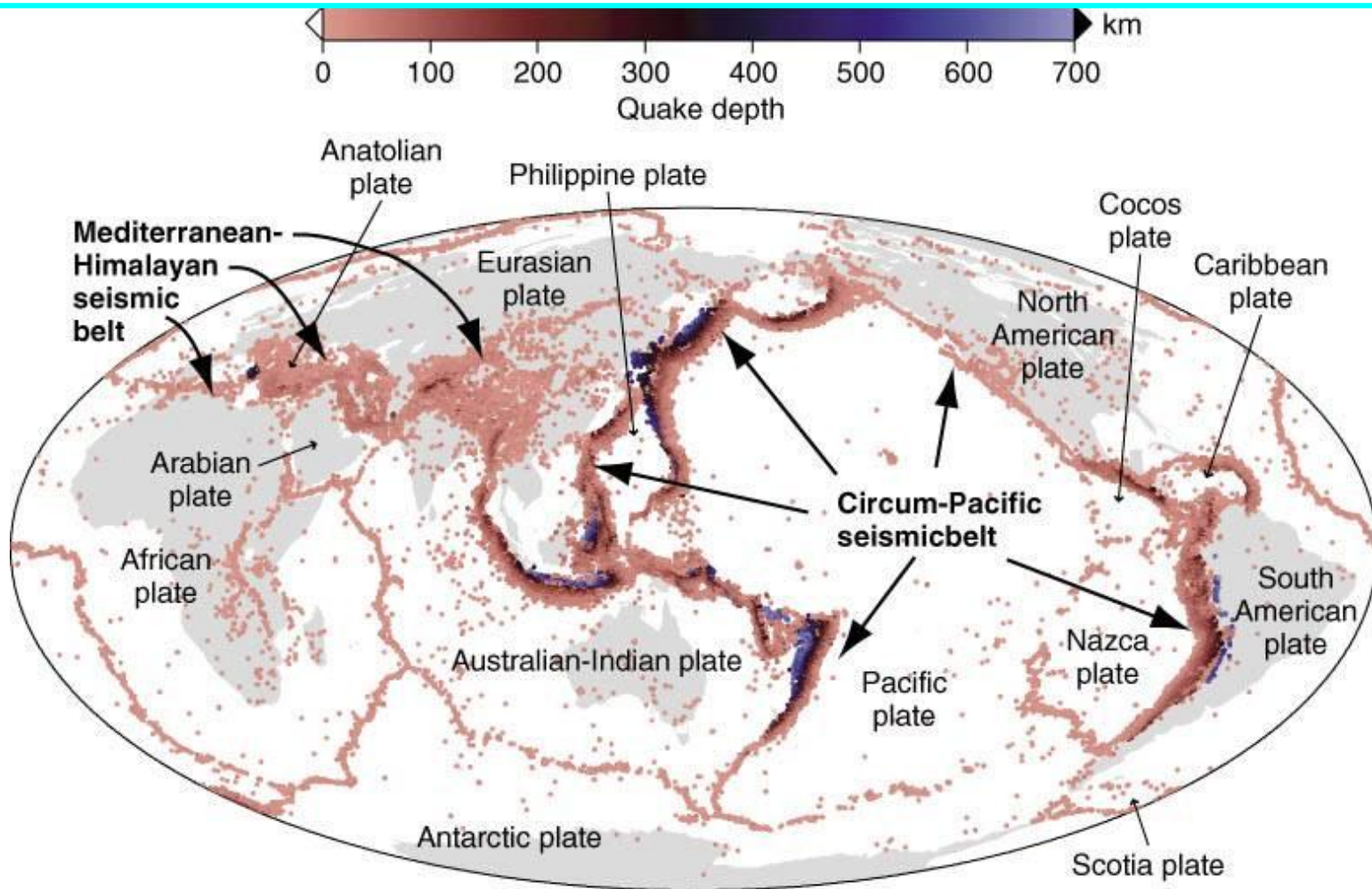
Richterjeva lestvica	EMS lestvica
< 3.5	I
3.5	II
4.2	III
4.5	IV
4.8	V
5.4	VI
6.1	VII
6.5	VIII
6.9	IX
7.3	X
8.1	XI
> 8.1	XII

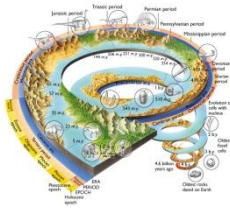


Giuseppe Mercalli

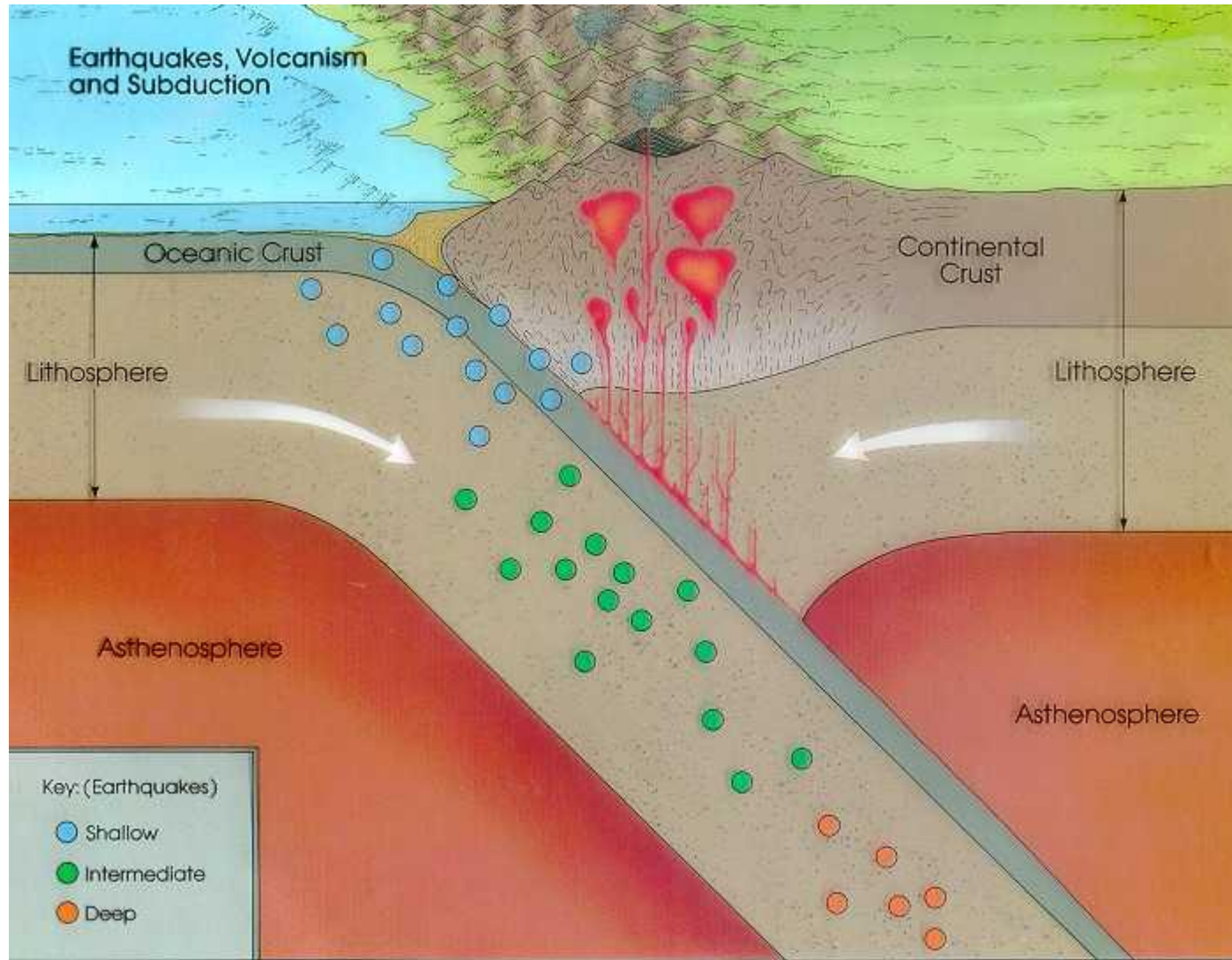


# Potresi v svetu



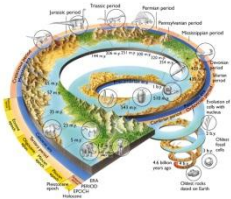


# Beniofova cona





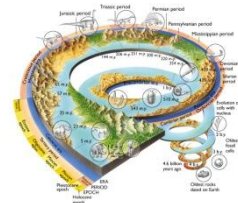
# Stranski učinki potresov



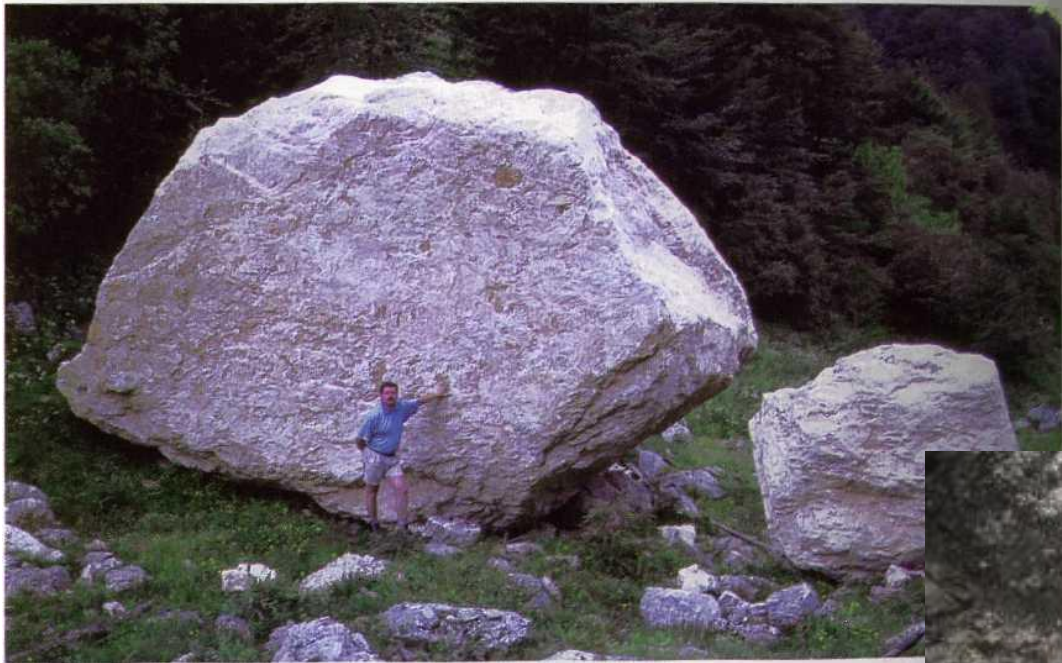
- plazovi







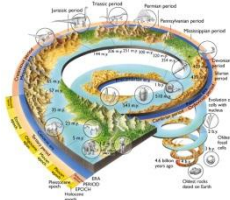
# Stranski učinki potresov



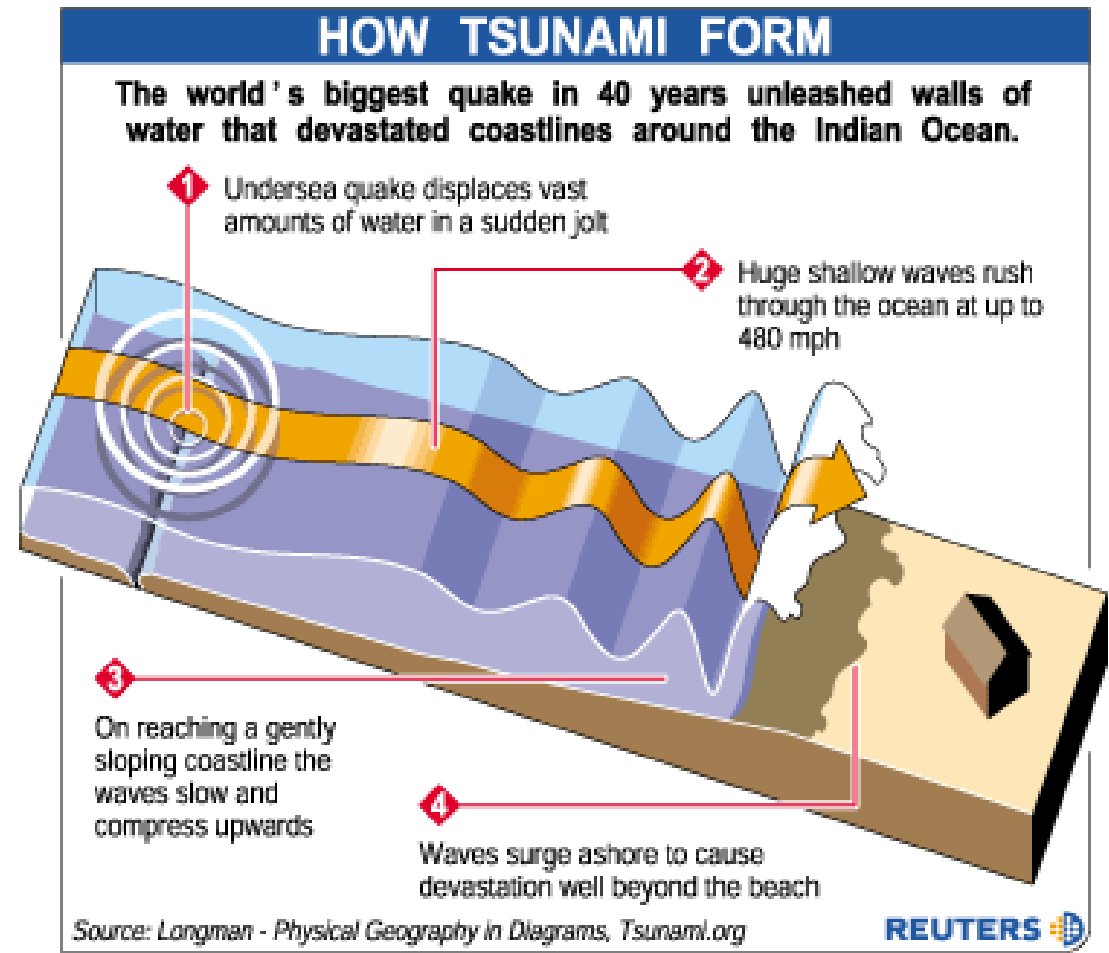
- podori



# Stranski učinki potresov



- cunamiji







# Slovenija: opazovanje potresov

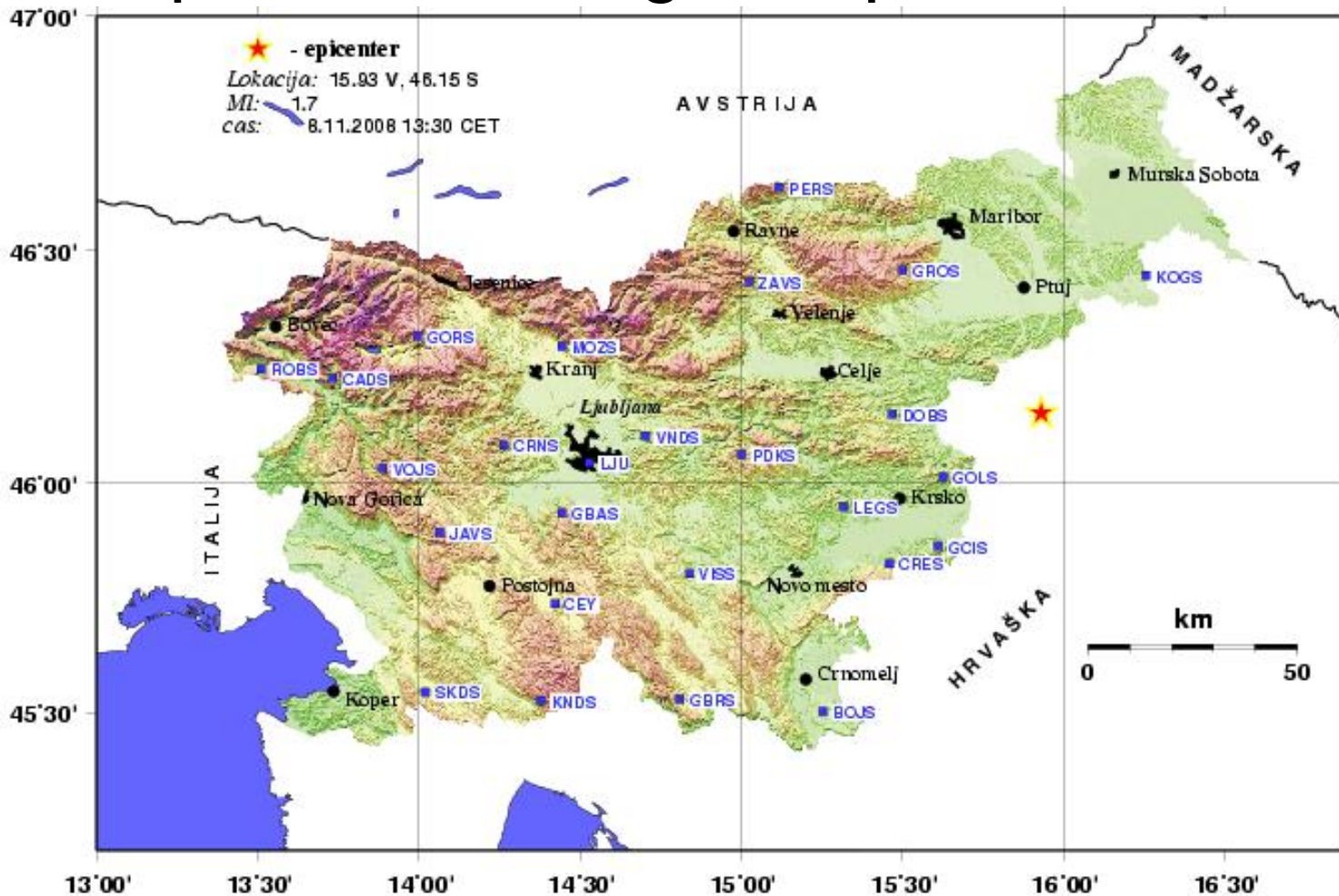
- Albin Belar (1864-1939)
- 1924 ustanovljen zavod za meteorologijo in geodinamiko
- 1958 odprtje geofizikalnega laboratorija na Golovcu
- danes deluje v Sloveniji: **državna mreža potresnih opazovalnic**





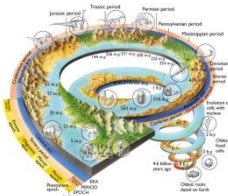
# Slovenija: opazovanje potresov

- <http://www.arso.gov.si/potresi/>

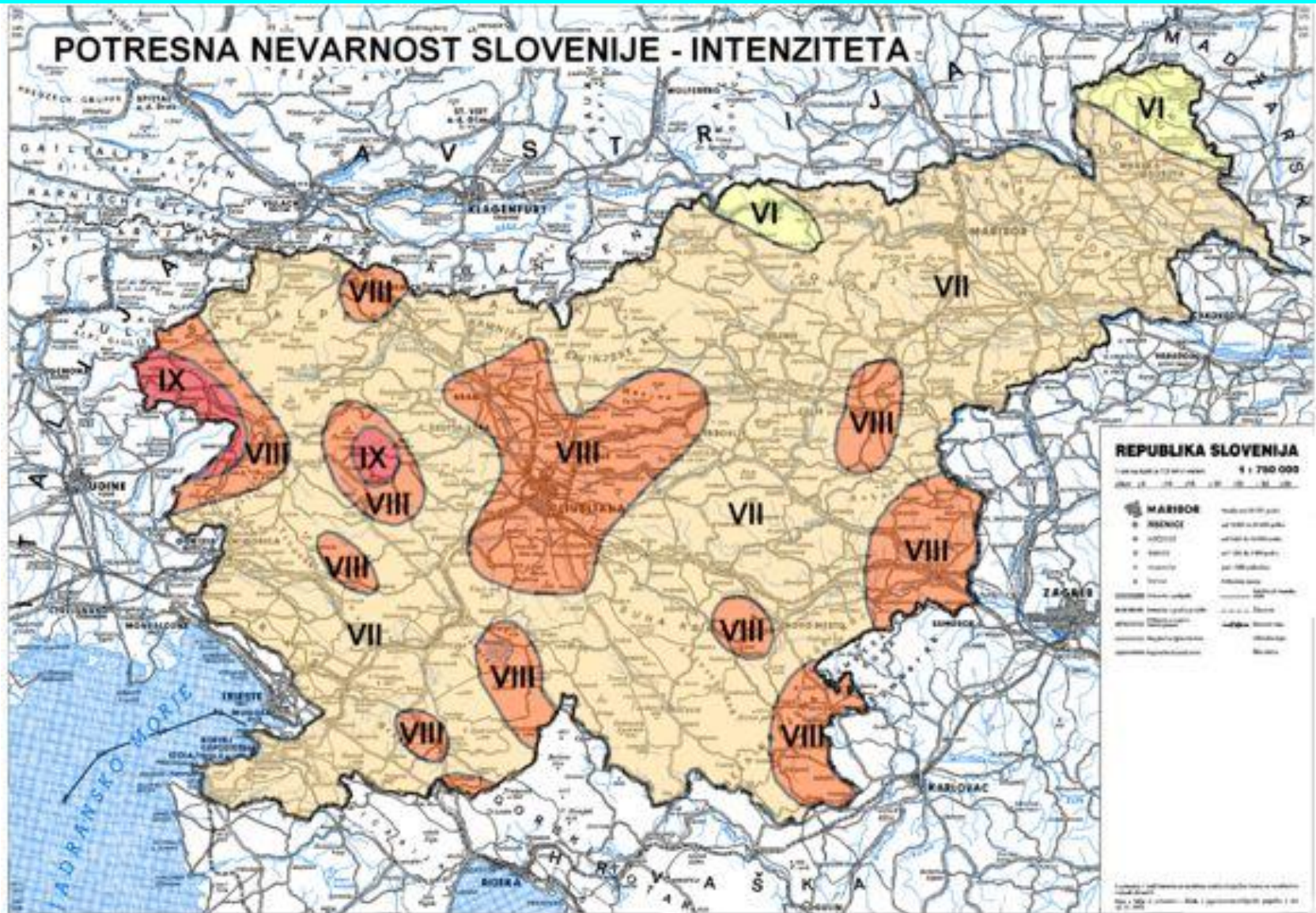








# Potresna ogroženost v Sloveniji

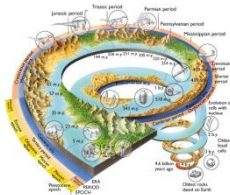








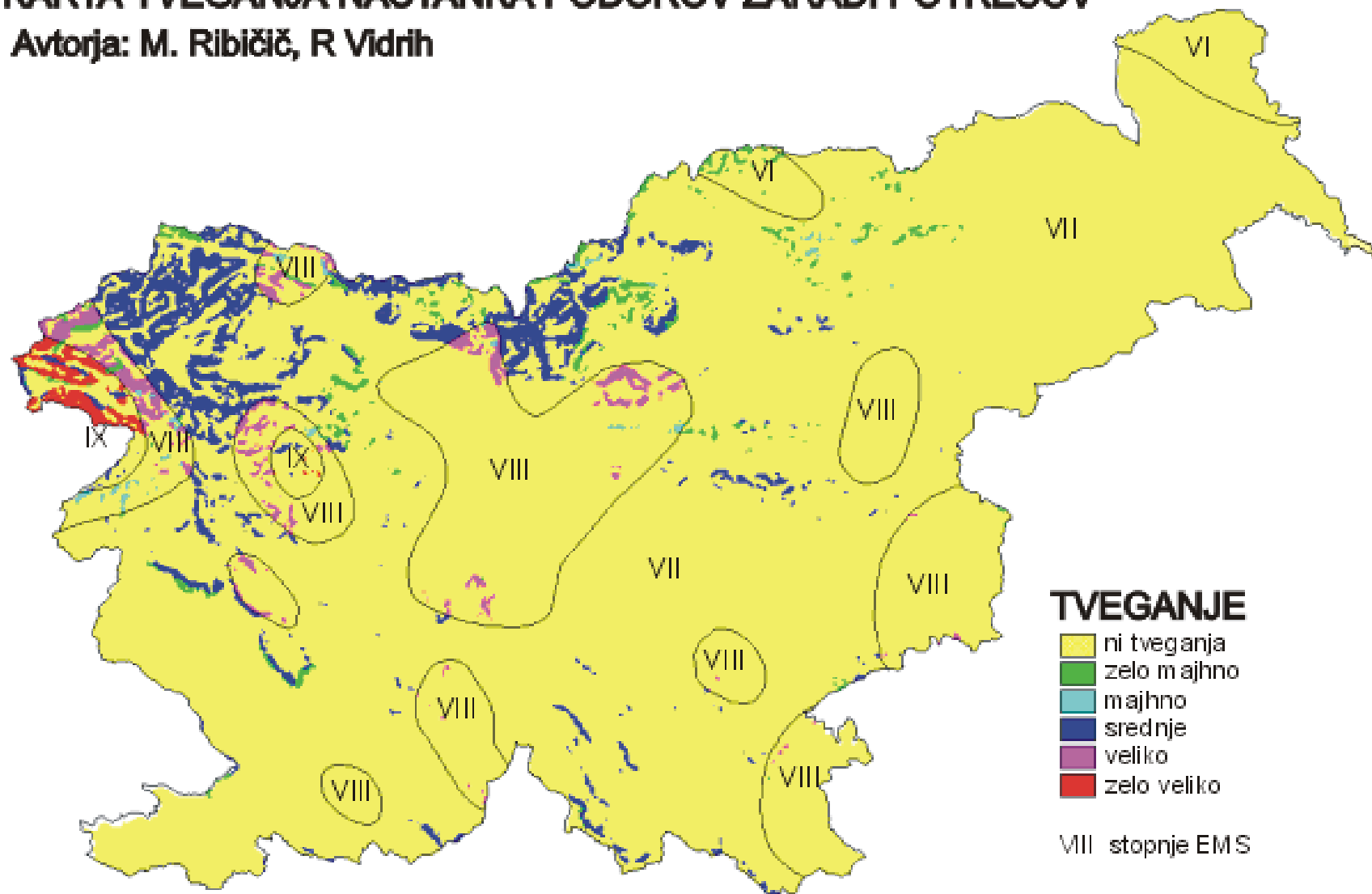


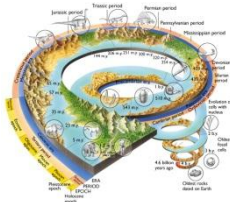


# Potresna ogroženost v Sloveniji

## KARTA TVEGANJA NASTANKA PODOROV ZARADI POTRESOV

Avtorja: M. Ribičič, R Vidrih





# Najhujši potresi, ki so prizadeli naše območje

- **Veliki koroški potres**
  - 25. januar 1348
  - magnituda 6,5
  - EMS X
  - 40 000 žrtev
- **Idrija in Furlanija**
  - 26. marec 1511
  - dva sunka
  - magnituda 6,8 in 7,2
  - EMS IX - X
  - 12 000 žrtev
- **Ljubljanski potres**
  - 14. april 1895
  - magnituda 6,1
  - EMS VIII-IX
  - 10% hiš in 7 žrtev
- **Potres v zgornjem Posočju**
  - 12. april 1998
  - magnituda 5,6,
  - EMS VII. in VIII
  - poškodovanih 4000 objektov





# Napovedovanje potresov

- še vedno precej nezanesljivo
  - mikroseizmične meritve
  - statistična obdelava znanih podatkov
  - merjenje magnetnih anomalij
  - gravimetrične spremembe
  - merjenje električnega potenciala
  - merjenje koncentracije radona
  - opazovanje domačih in divjih živali
    - somi
    - podgane
    - mačke







# GEOLOGIJA s PALEONTOLOGIJO

## za študente biologije

### 6. predavanje: Ogenj in voda





# Vulkani

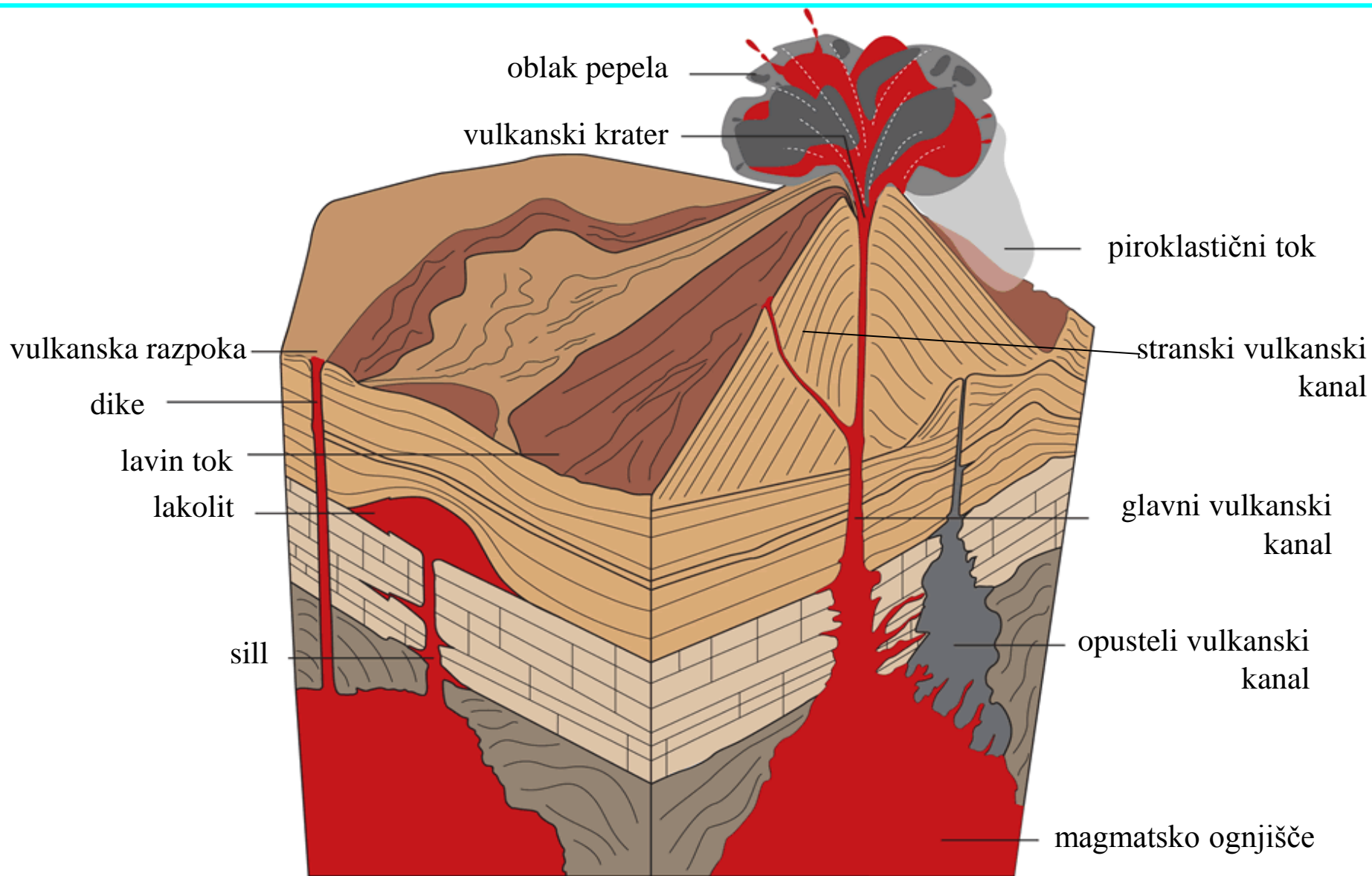
- ***vulkan***: označi strukturo, ki omogoča magmi preboj iz notranjosti Zemlje na površje
- vulkan vsebuje
  - odprtine, razpoke in prelome
  - vulkanske kamnine
- vulkani so lahko
  - na kopnem,
  - potopljeni (popolnoma ali le deloma)
  - pod snegom in ledom
- vulkani so zelo različnih oblik
- vulkanske kamnine so raznolike







# Vulkani: prerez





# Vulkani: magma in lava

- **MAGMA JE**

- naravna vroča, homogena silikatna talina
- med komponentami prevladujeta silicij in kisik

- **LAVA JE**

- magma, ki se izlije na površje,
- tokovi lave lahko prekrijejo obsežna področja



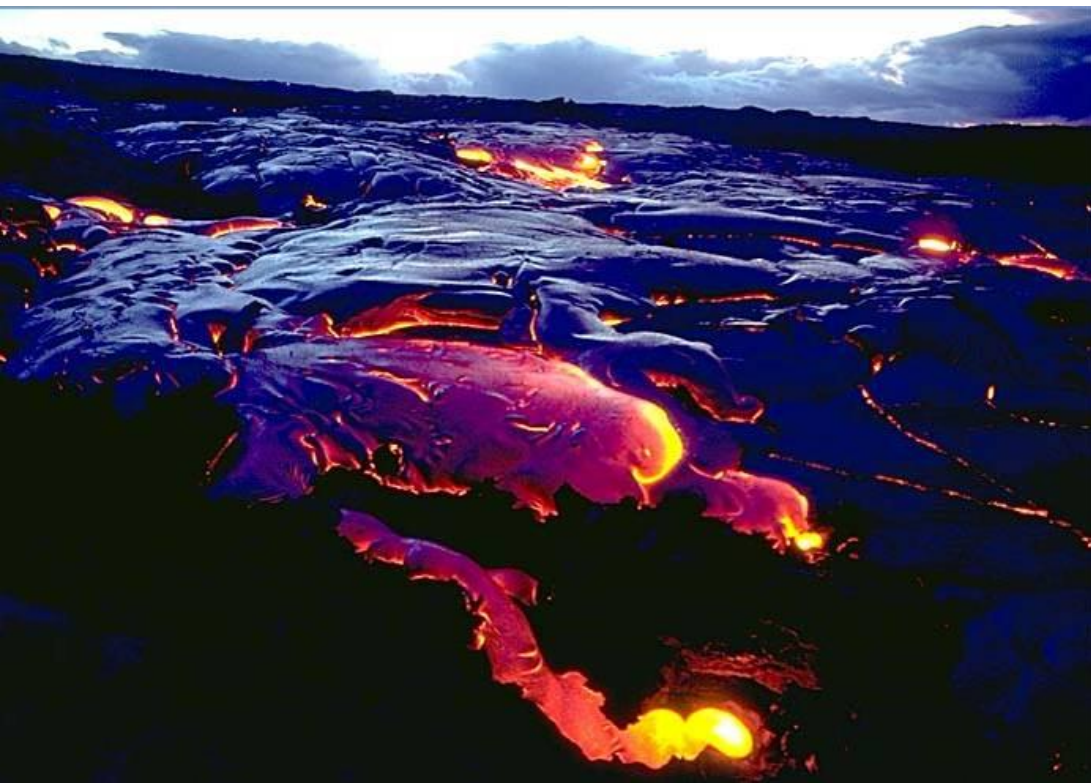




# Vulkani

poznamo dva glavna tipa vulkanskih erupcij

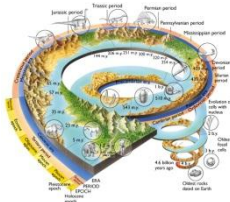
- efuzivne erupcije
- eksplozivne erupcije







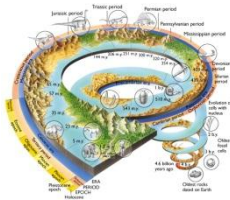




# Vulkani

- na tip erupcije vplivajo
  - fizikalne lastnosti magme
    - predvsem gostota in viskoznost
  - zgodovina dekompresije
    - na kakšen način in kako hitro se magma dviga
  - zgodovina izgube plinov (degassing)
    - kako in kdaj pride do izgube lahkih snovi
  - oblika in položaj vulkanskega kanala
    - oblika, dimenzije, položaj





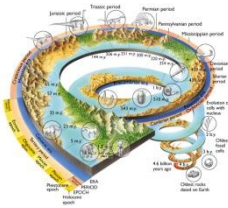
# Vulkani: sestava magme

vrsta magme	SiO <sub>2</sub> (%)	predornine vulkani	globočnine
kisle (kremenaste)	>69	riolit	granit
	63-69	dacit	granodiorit
srednje	52-63	andezit	diorit
bazične	45-52	bazalt	gabro
ultrabazične	< 45	e.g. nefelinit	peridotit

- pomembne še količina alkalij (Na, K)
- in količina lahko hlajnih komponent (H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>)

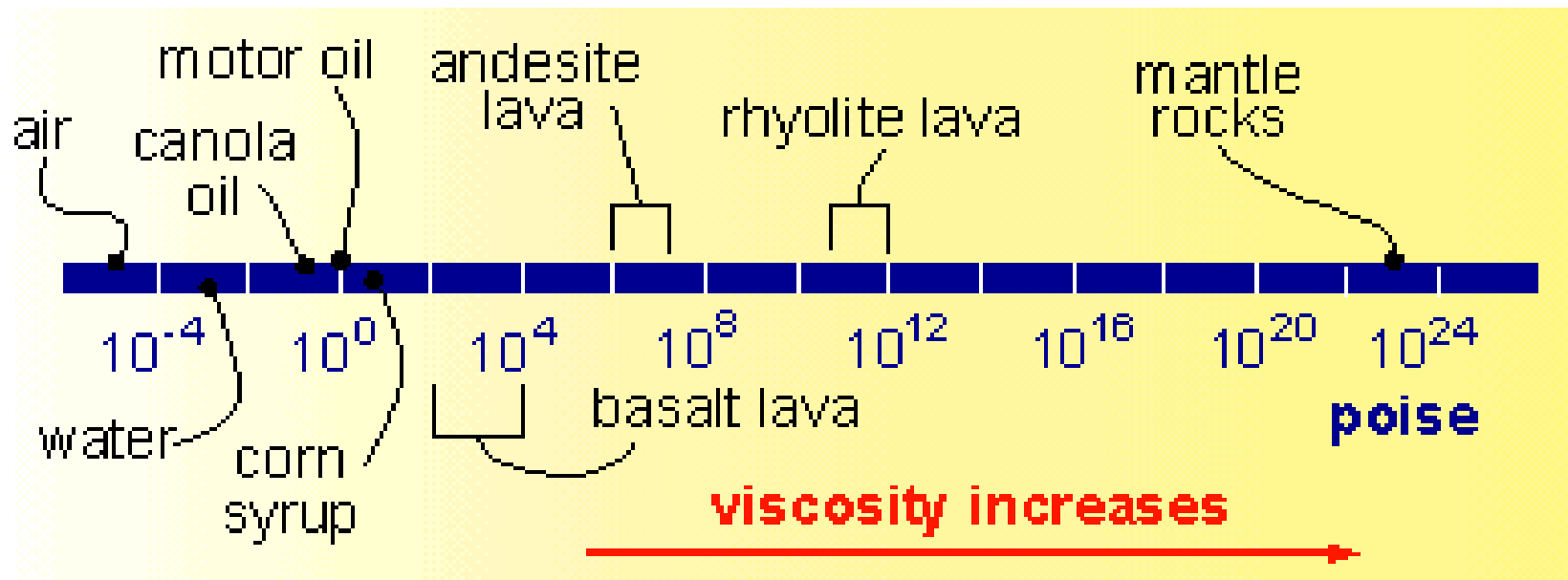
**vpliva na viskoznost in gostoto magme**





# Vulkani: viskoznost magme

- več ko je v magmi  $\text{SiO}_2$ , višja je viskoznost
- več ko je v magmi  $\text{H}_2\text{O}$ , nižja je viskoznost
- višja je temperatura, nižja je viskoznost
- višji je tlak, nižja je viskoznost
- višja ko je vsebnost kristalov v magmi, višja je viskoznost



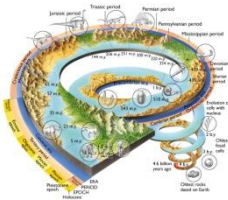




# Vulkani: gostota magme

- gostota magme je odvisna od sestave, predvsem od količine FeO
  - bazaltne magme vsebujejo več Fe, Ca in Ti
  - riolitne magme vsebujejo več Na, Al, Si
- višja temperatura magme, nižja gostota
- višji tlak, višja gostota
  - bazaltne magme: 2.65 to 2.80 g/cm<sup>3</sup>
  - andezitne magme: 2.45 to 2.50 g/cm<sup>3</sup>
  - riolitne magme: 2.18 to 2.25 g/cm<sup>3</sup>



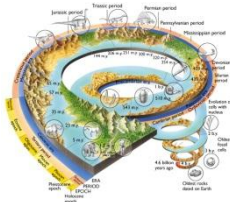


# Vulkani: lave

- **lava**
  - magma, ko predre na Zemljino površje in se razlije po njem
- ime verjetno izhaja iz latinske besede *labes*, ki pomeni drseti
- ko predre površje je viskozna tekočina
- temperature v trenutku izlitja: 700 -1200°C
- potuje v obliki lavinih tokov
- prepotuje lahko velike razdalje
- lave se izlivajo tako na kopnem, kot v morju







# Vulkani: lave

- obnašanje lave na površju in tip erupcije je predvsem odvisno od njene sestave in manj od temperature izlitja
- generalno velja, da so bazične lave bolj efuzivne, medtem ko so bolj kisle magme bolj eksplozivne narave

## bazične – bazaltne magme

- ponavadi efuzivne
- gradijo ščitaste vulkane
- če vsebujejo veliko plinastih komponent so lahko eksplozivne
- srednje - andezitne magme
  - so lahko efuzivne in eksplozivne
  - gradijo vulkanske stožce - stratovulkane
- kisle – riolitne, dacitne magme
  - ponavadi so eksplozivne
    - tvorijo kaldere
  - redkeje so brez lahkih plinov, izredno goste lave
    - gradijo dome





# Vulkani: bazaltne pahoehoe lave







# Vulkani: bazaltne pahoehoe lave

- ime izvira iz Havajev
- pahoehoe lave
  - zelo tekoče, nizka viskoznost
  - površinsko nagubane (ropey wrinkles, lineacije vzporedne toku)
- tvori lavine kanale
- prepotuje velike razdalje









# Vulkani: bazaltne AA lave

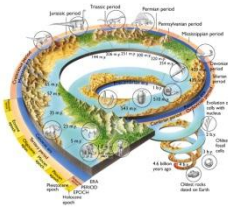
- ime izvira iz Havajev
- AA lave
  - slabo tekoče
  - na površini so bodičaste in razkosane
- znotraj so masivne
- eruptirajo z ognjenimi vodnjaki
- v začetku so lahko pahoehoe





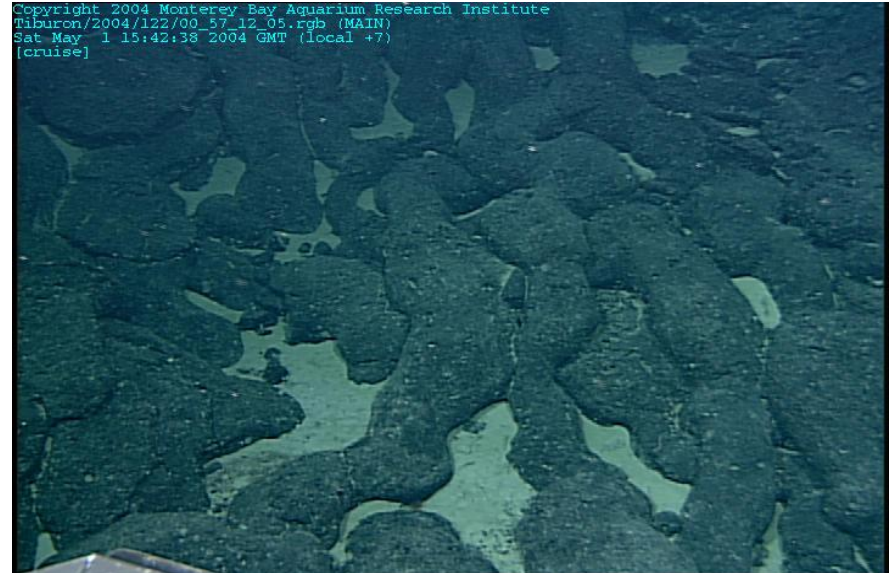


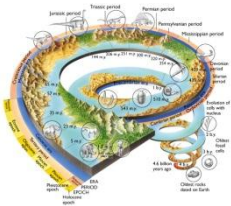




# Vulkani: bazaltne blazinaste lave

- blazinaste: 'pillow' lave
- podvodni izlivi bazaltne lave
- v kontaktu z vodo se skorja "blazine" hitro shladi in otrdi
- lava znotraj blazine predre površino in se izlije kot nova blazina
- površina je nagubana, razpokana
- video:  
[http://www.youtube.com/watch?v=0URoqoPkU\\_c&feature=related](http://www.youtube.com/watch?v=0URoqoPkU_c&feature=related)





# Vulkani: piroklastični tokovi

- Nastanejo pri eksplozivnih erupcijah običajno bolj kislih magem











# THE BARNUM & BAILEY

GREATEST SHOW ON EARTH



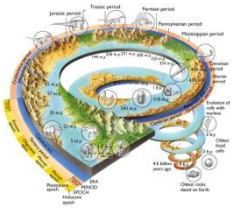
LUDGER SYLBARIS



THE ONLY LIVING OBJECT THAT SURVIVED IN THE "SILENT CITY OF DEATH" WHERE 40,000 HUMAN BEINGS WERE SUFFOCATED, BURNED OR BURIED BY ONE BELCHING BLAST OF MONT PELEE'S TERRIBLE VOLCANIC ERUPTION.



# Oblike vulkanov





# Vulkani: ščitasti vulkani

- so ščitaste tvorbe z nizkim nagibom pobočij
- ime prihaja iz prevoda islandske besede "Skjaldbreiður"
- nastanejo z izlivi nizko viskoznih bazaltnih lav
- nekateri največji vulkani na Zemlji so ščitasti vulkani

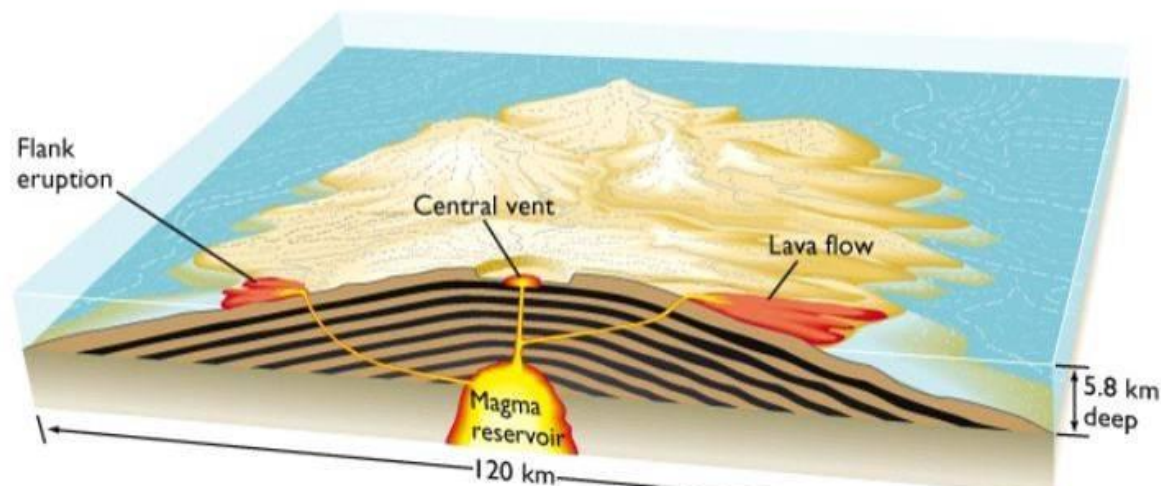


Fig. 5.10





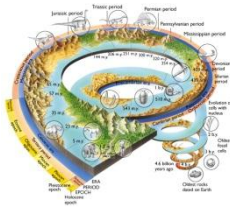




# Vulkani: lavine dome

- nastanejo s počasnimi erupcijami visoko viskozne lave
- včasih nastanejo v kraterjih starejših vulkanov
- običajno nastanejo z eksplozivnimi erupcijami, vendar lava ne potuje daleč





# Vulkani: lavine dome



lavina doma znotraj ognjenika Sv. Helene



# Vulkani: vulkanski stožci

- nastanejo ob erupcijah manjše količine lave in piroklastitov, ki se nakopičijo okoli kraterja
- relativno kratkotrajne erupcije
- večinoma le ena erupcija
- tvorijo stožce od 30 do 400m višine







# Vulkani: vulkanski stožci



holocenski vulkan blizu Veya, Utah







# Vulkani: stratovulkani



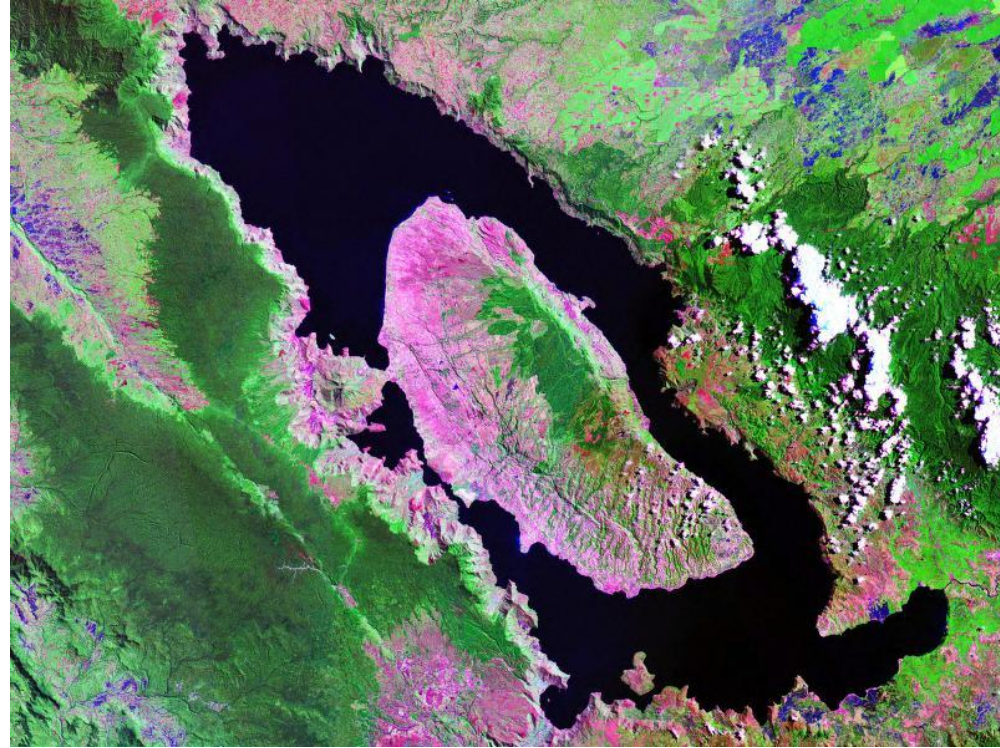
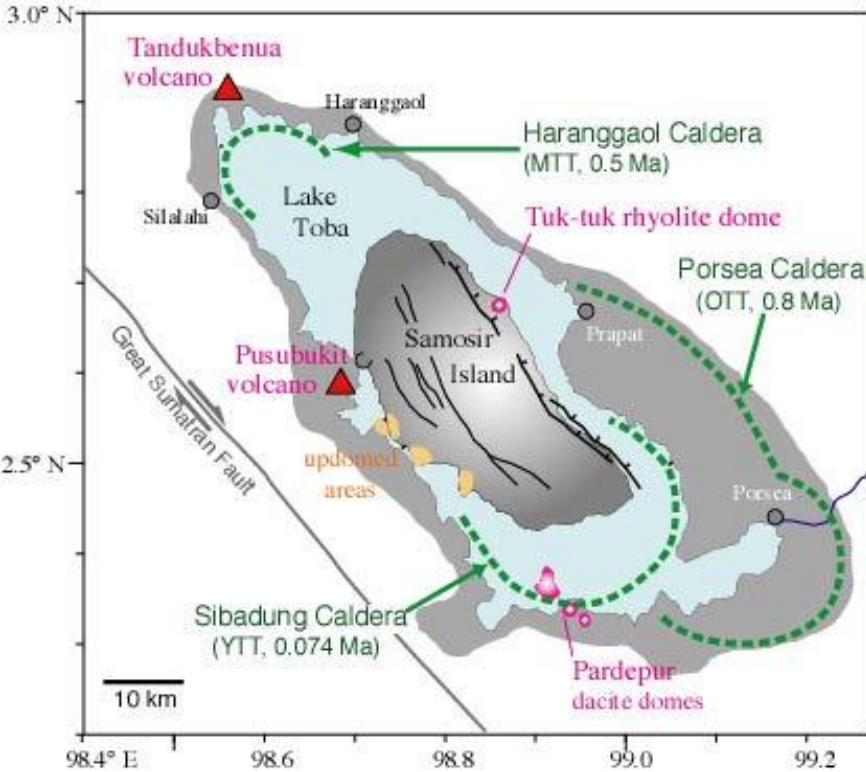
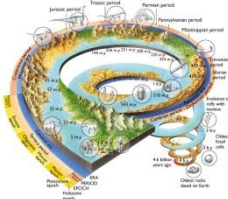
vulkan Ngauruhoe, Nova Zelandija







# kaldera TOBA, Sumatra







# jezero Taupo, Nova Zelandija

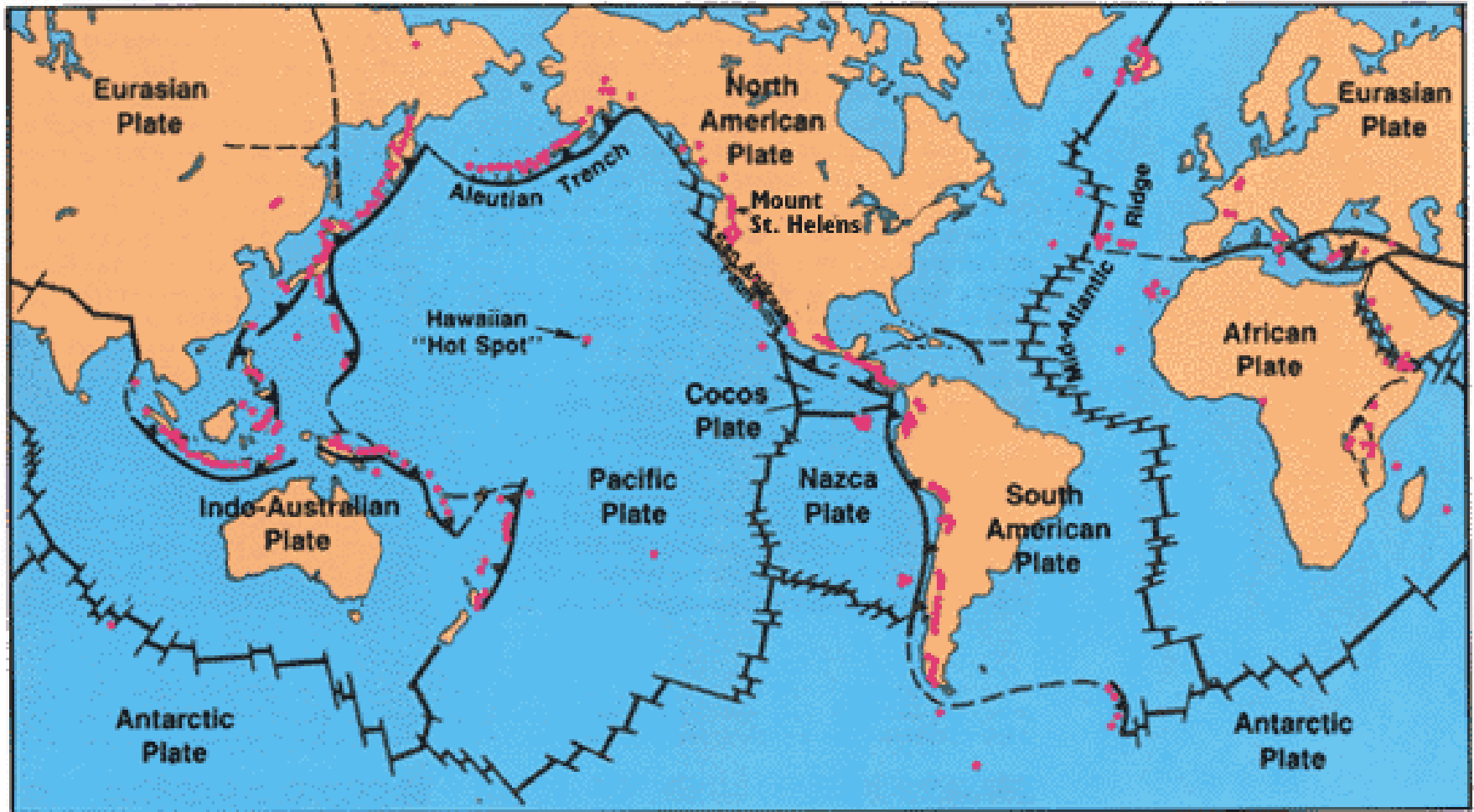






# Vulkani in tektonika plošč

Active volcanoes of the world



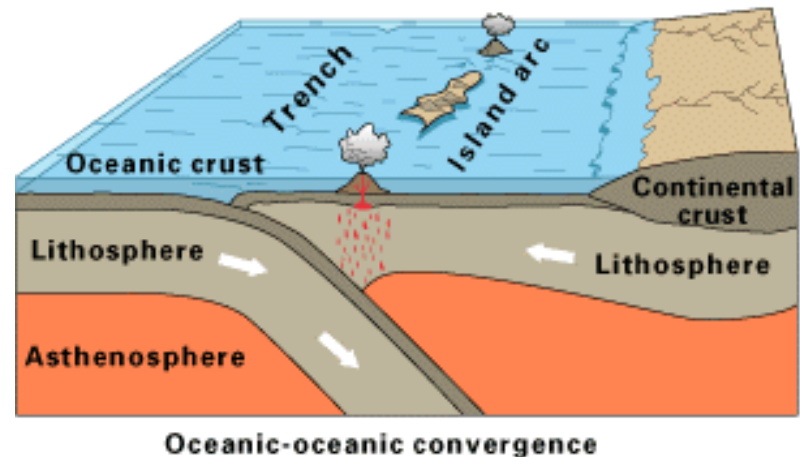
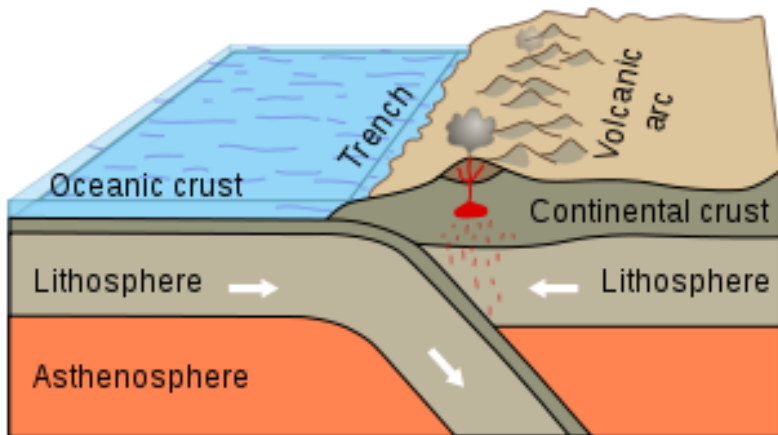
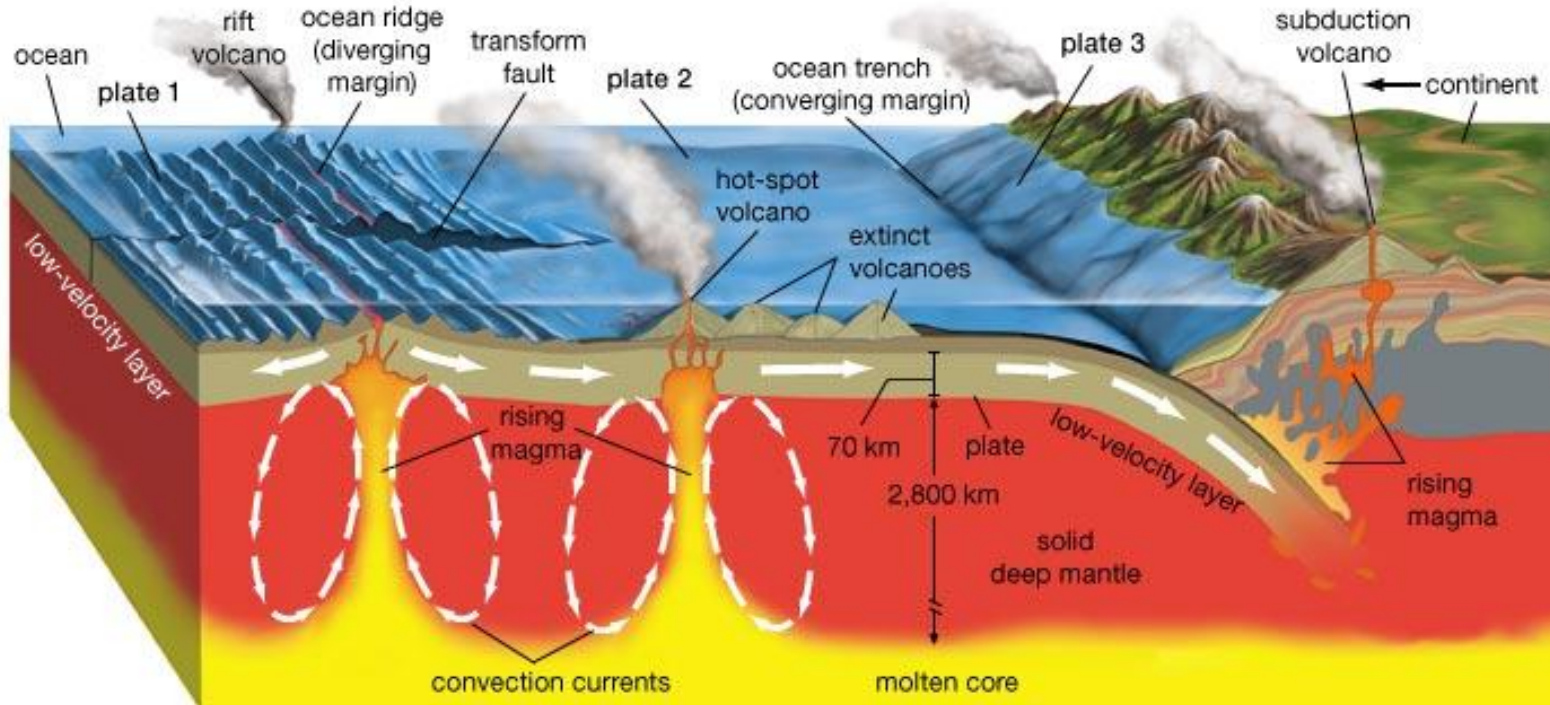
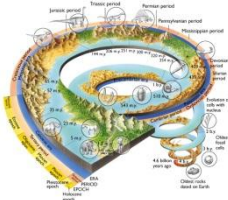
  
Divergent (Spreading)

  
Convergent

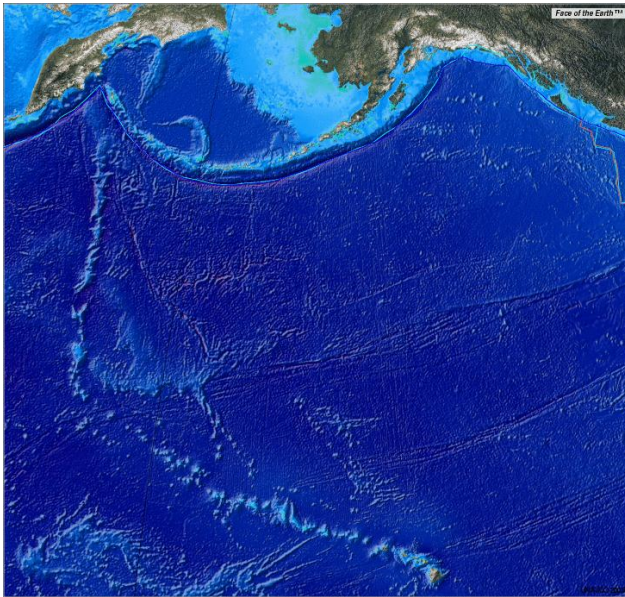
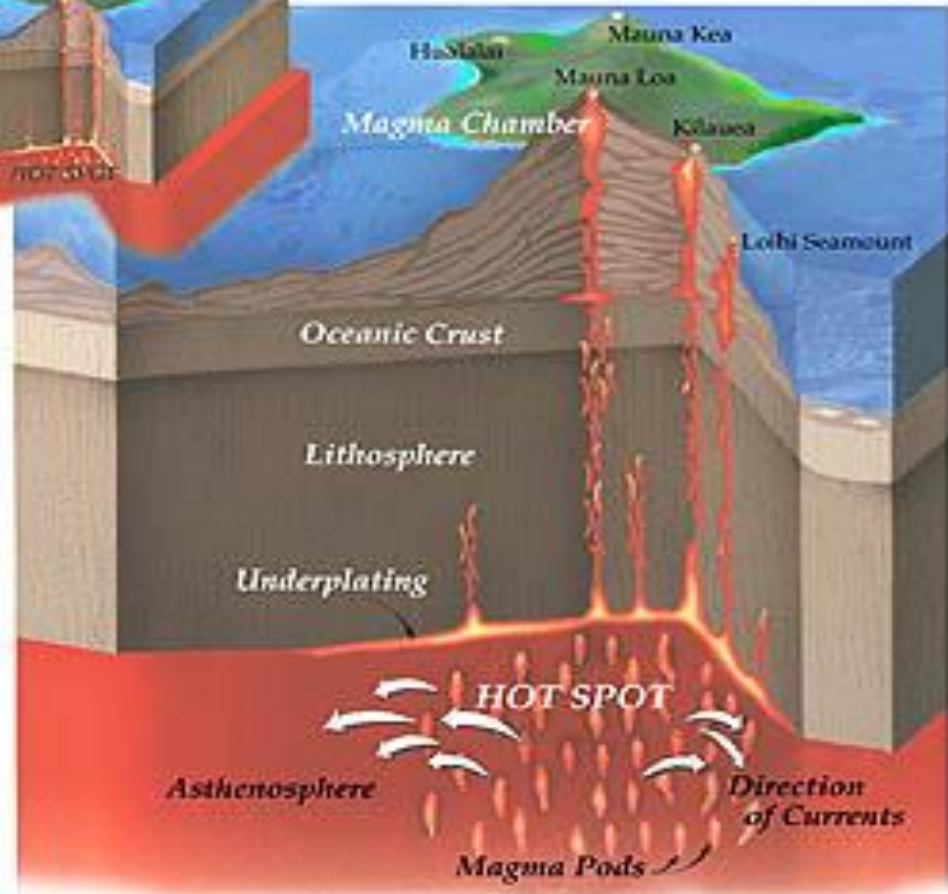
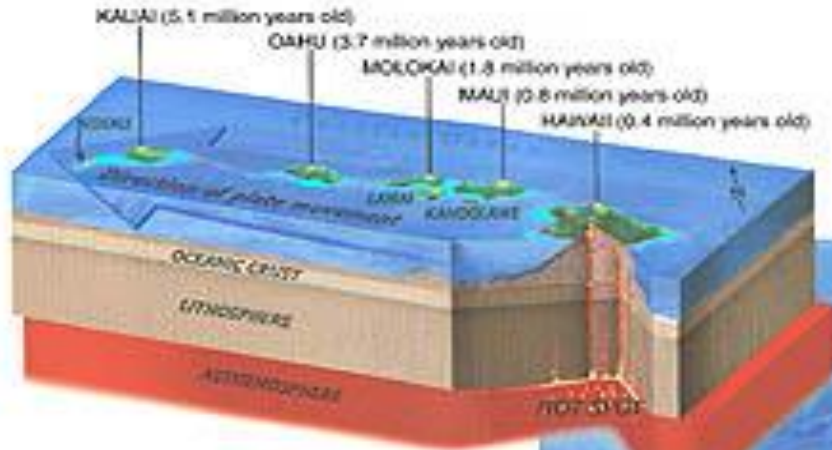
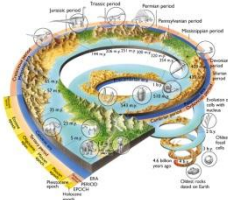
  
Volcanoes



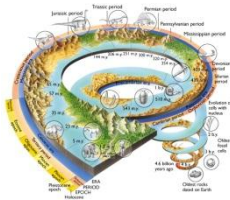
# Vulkani in tektonika plošč



# Vulkani in tektonika plošč





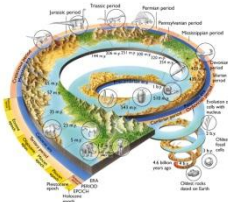


# Evropa: mediteranski vulkani









# Etna

- Etna je največji delujoči vulkan v Evropi
- 1260 km<sup>2</sup> površine
- Vrh 3350m n.v. (se spreminja)
- Stratovulkan z več eruptivnimi kraterji, razporejenimi po celotnem vulkanskem stožcu
- video: <http://www.youtube.com/watch?v=OikoLX-ON0M>







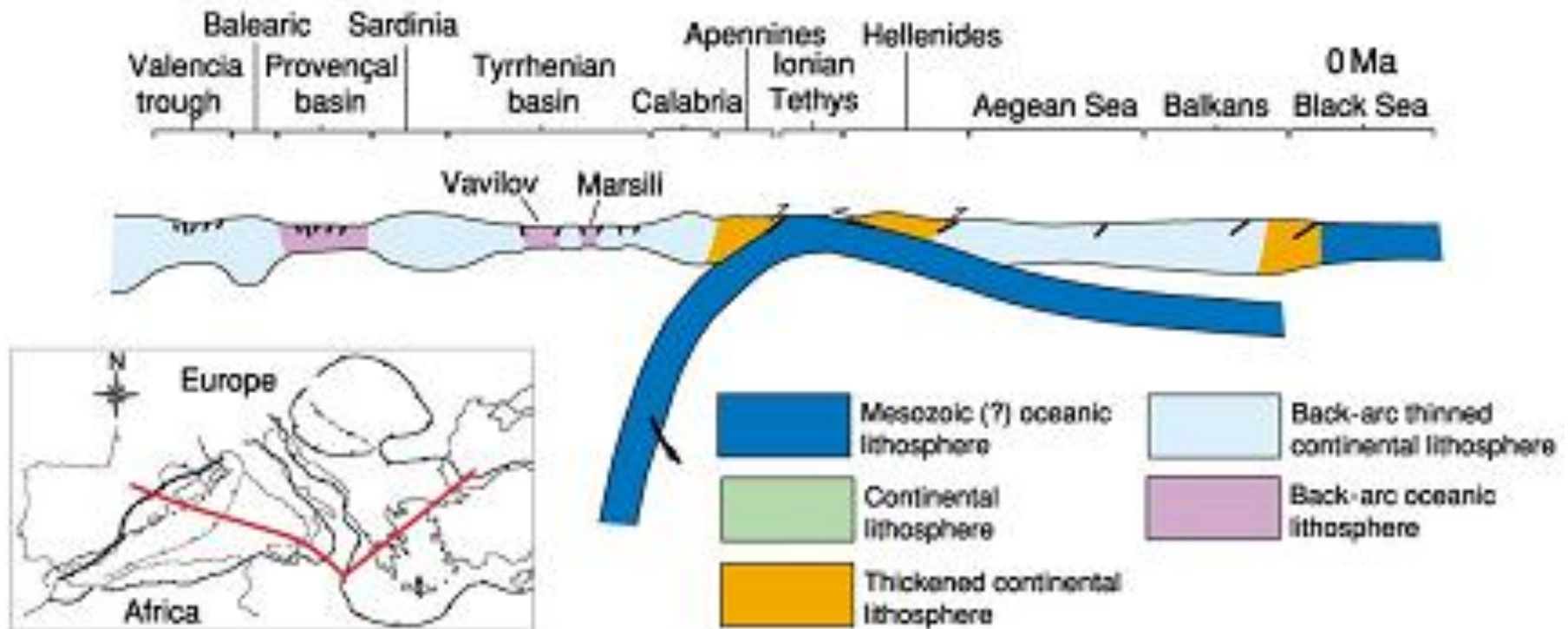






# Evropski: mediteranski vulkani

- Nastali so s podrivanjem Jadranske plošče pod Apenine, kar je posledica subdukcije Afriške in Evropske plošče.





# Hidrogeologija

kaj je hidrogeologija?

hidros = voda

geos = Zemlja

logos = veda

torej: veda o podzemnih vodah

ukvarja se z zakonitostmi, ki določajo izvor, prisotnost, gibanje in lastnosti podzemnih vod ter aplikacijo teh spoznanj na človeške posege v podzemne vode (na njihovo raziskovanje, zajemanje in zaščito)

hidrogeologija je del hidrologije

ta je širša veda o vseh vodah (tudi atmosferskih in površinskih)



\*predavanje je prirejeno po predavanjih o hidrogeologiji, ki jih je za študente geografije izdelal doc. dr. Timotej Verbovšek

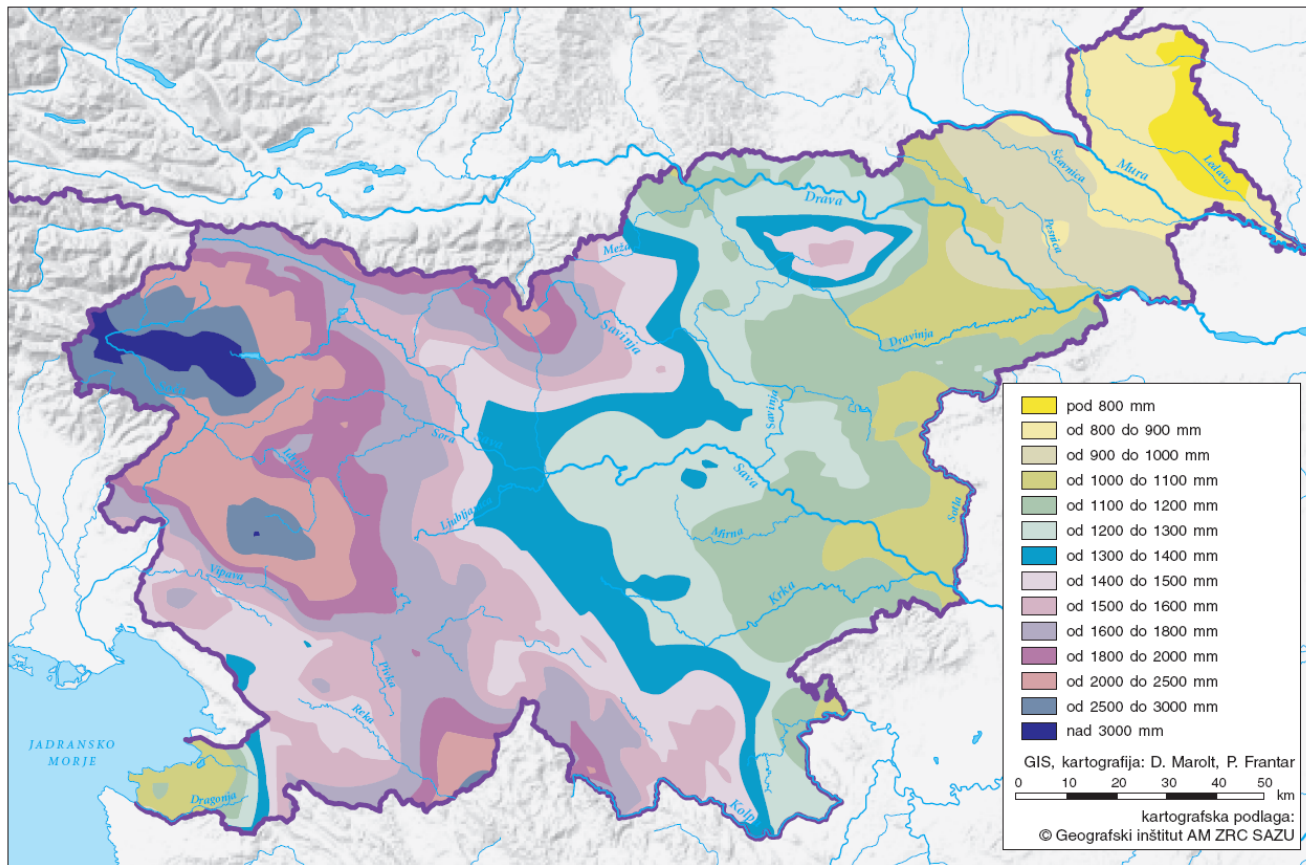






# Vodni cikel – podzemne vode

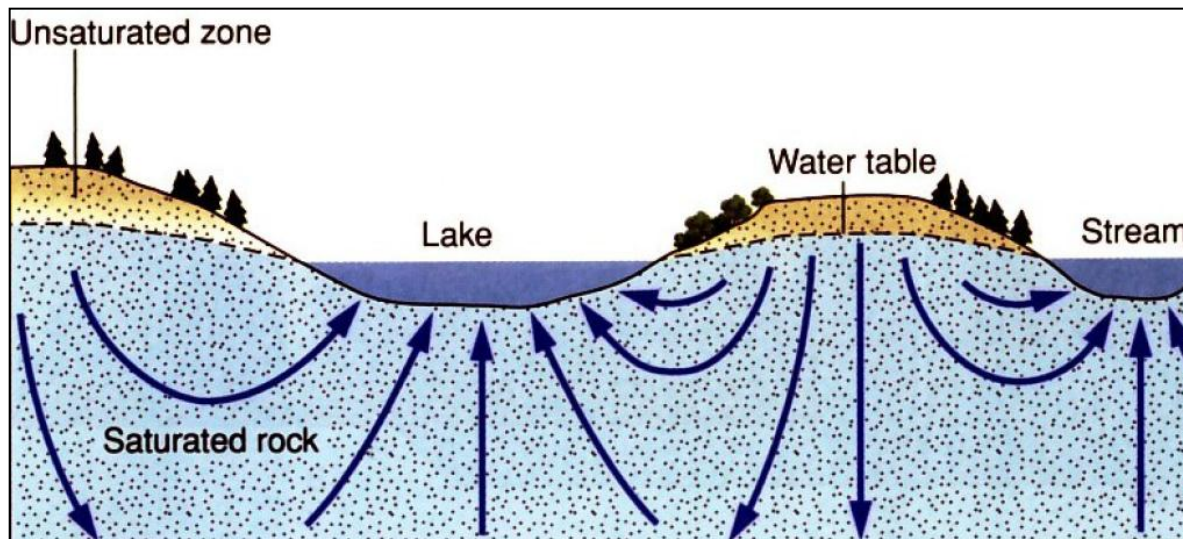
- napajanje podzemne vode poteka predvsem iz padavin in rek





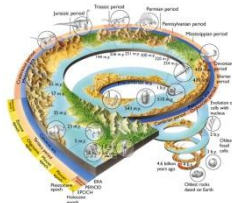
# Gibanje podzemne vode

- podzemna voda potuje v smeri gradienta
  - to običajno pomeni, da teče od zgoraj navzdol
  - globlje ko teče, dalj časa potuje
  - potovalni časi so lahko zelo dolgi, tudi nekaj tisočletij









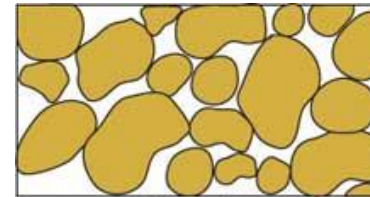
# Vrednosti poroznosti

- v nekonsolidiranih sedimentih:

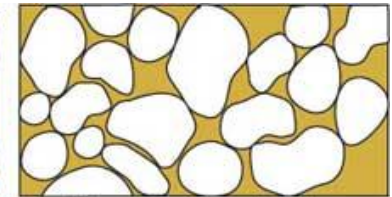
- prod 25-40 %
- pesek 25-50 %
- melj 35-50 %
- glina 40-70 %

- v kamninah:

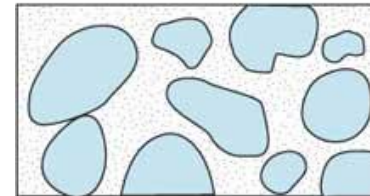
- peščenjaki 5-30 %
- nezakraseli apnenci 0-20 %
- zakraseli apnenci 5-50 %
- skrilavci 0-10 %
- razpokan bazalt 5-50 %
- magmatske kamnine
  - nerazpokane 0-5 %
  - razpokane 0-10 %



Gravel  
well sorted, high porosity



Gravel - Sand - Clay  
poorly sorted, low porosity



Cemented Sandstone  
low porosity



Clay  
high porosity



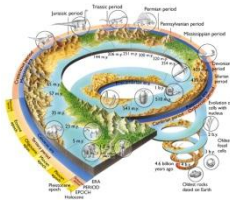
Limestone  
low porosity



Shale  
low porosity

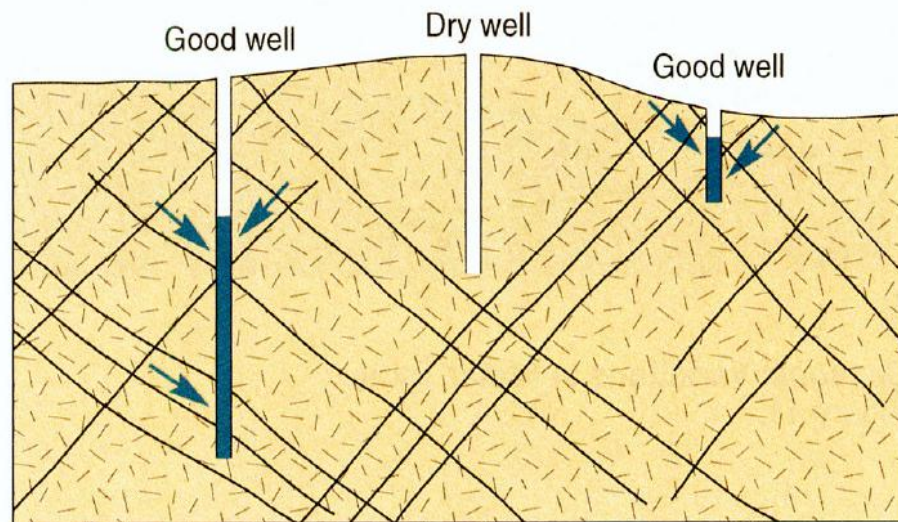
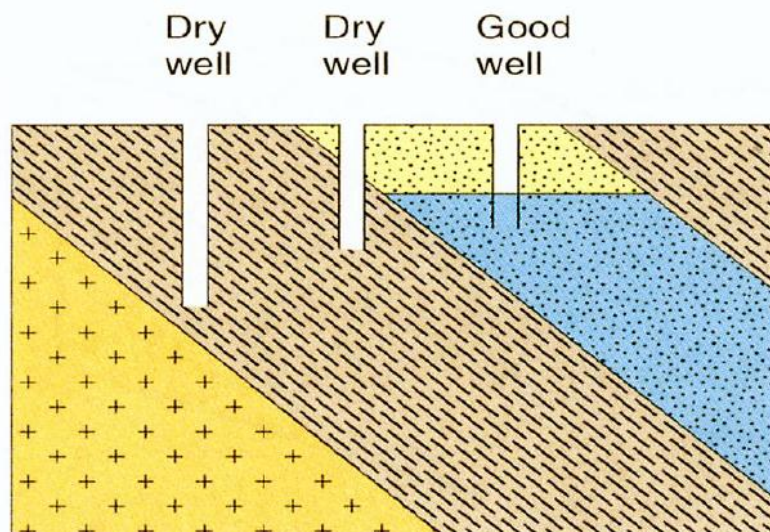
poroznost ni isto kot prepustnost!

- **poroznost** je le delež praznih por, **prepustnost** pa je odvisna tudi od povezanosti por

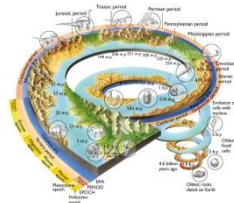


# Vodonosniki

- **vodonosnik (akvifer)**
  - je kamnina ali sediment, iz katere je mogoče pridobivati ekonomsko pomembne količine vode
  - primeri: peski, prodi, peščenjaki, razpokani karbonati in zelo razpokane in prepererele magmatske kamnine
- **akvitard** (prevaja vodo, a prepočasi za ekonomsko izkoriščanje)
- **akviklud** (vsebuje vodo, a je ne prevaja)
- **akvifug** (ne vsebuje vode)

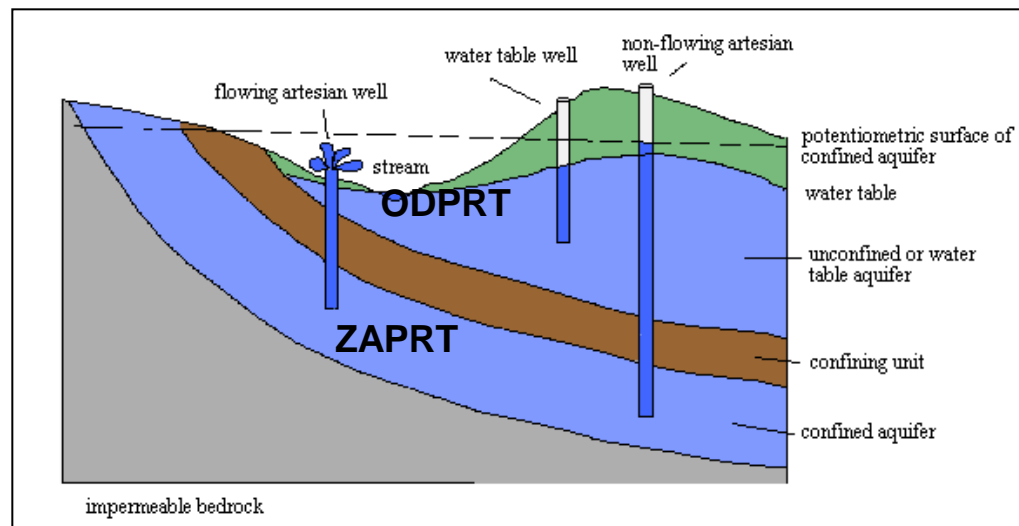
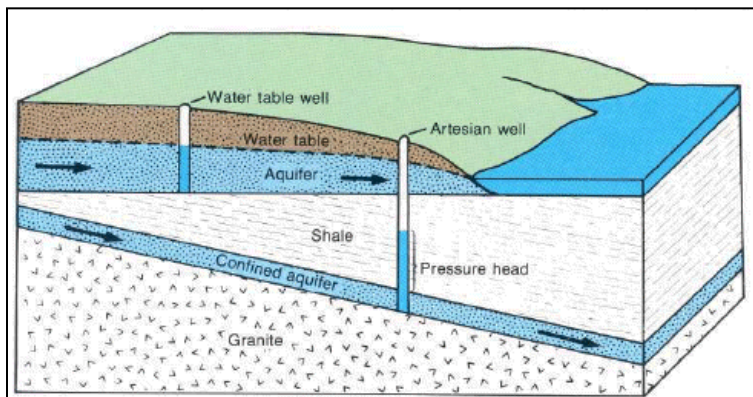


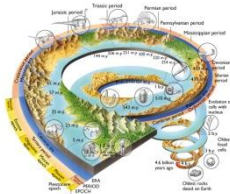




# Delitev vodonosnikov

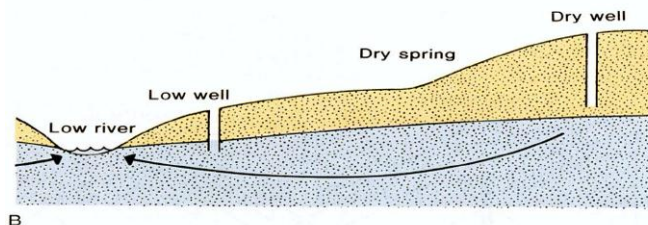
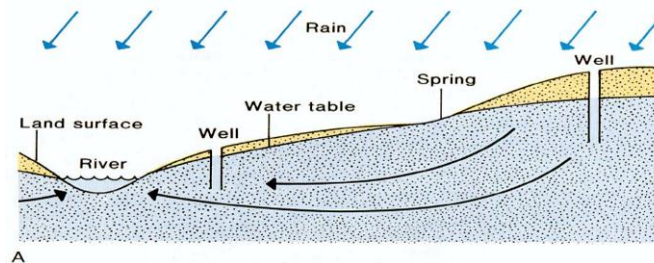
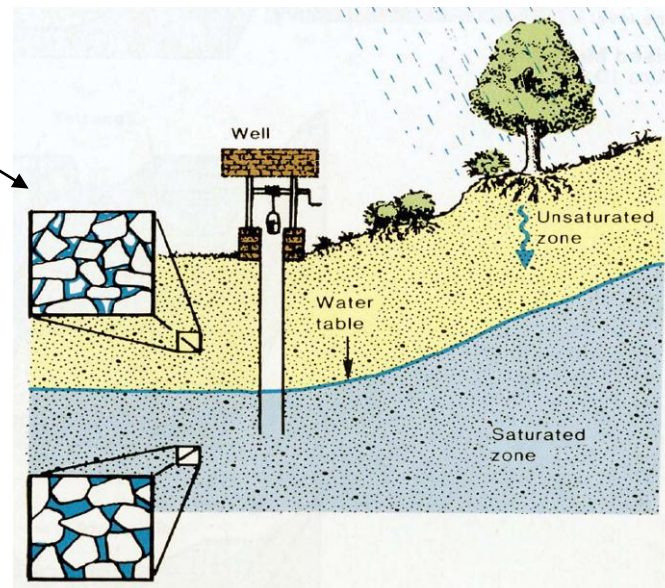
- **odprt vodonosnik**
  - zgornja meja je prosta gladina podtalnice
  - vodna gladina prosto niha, tlak vode v vodonosniku je enak atmosferskemu
- **zaprt vodonosnik**
  - omejen z neprepustnimi plastmi od spodaj in zgoraj
  - ponavadi je tlak vode večji od atmosferskega
  - če je v vrtni nivo vode nad površjem je to **arteški izliv** (voda izteka sama)
- **polodprt ali polzaprt**





# Zasičena in nezasičena cona

- **nezasičena cona (vadozna)**
  - zgornji del vodonosnika, kjer voda ni prisotna
  - pore so zapolnjene deloma z vodo, večinoma z zrakom
- **zasičena cona (freatična)**
  - z vodo prežet del vodonosnika
  - pore so popolnoma zapolnjene z vodo
- **območja zasičene in nezasičene cone se spreminjajo**
  - izviri lahko presušijo
  - spreminja se vodostaj rek

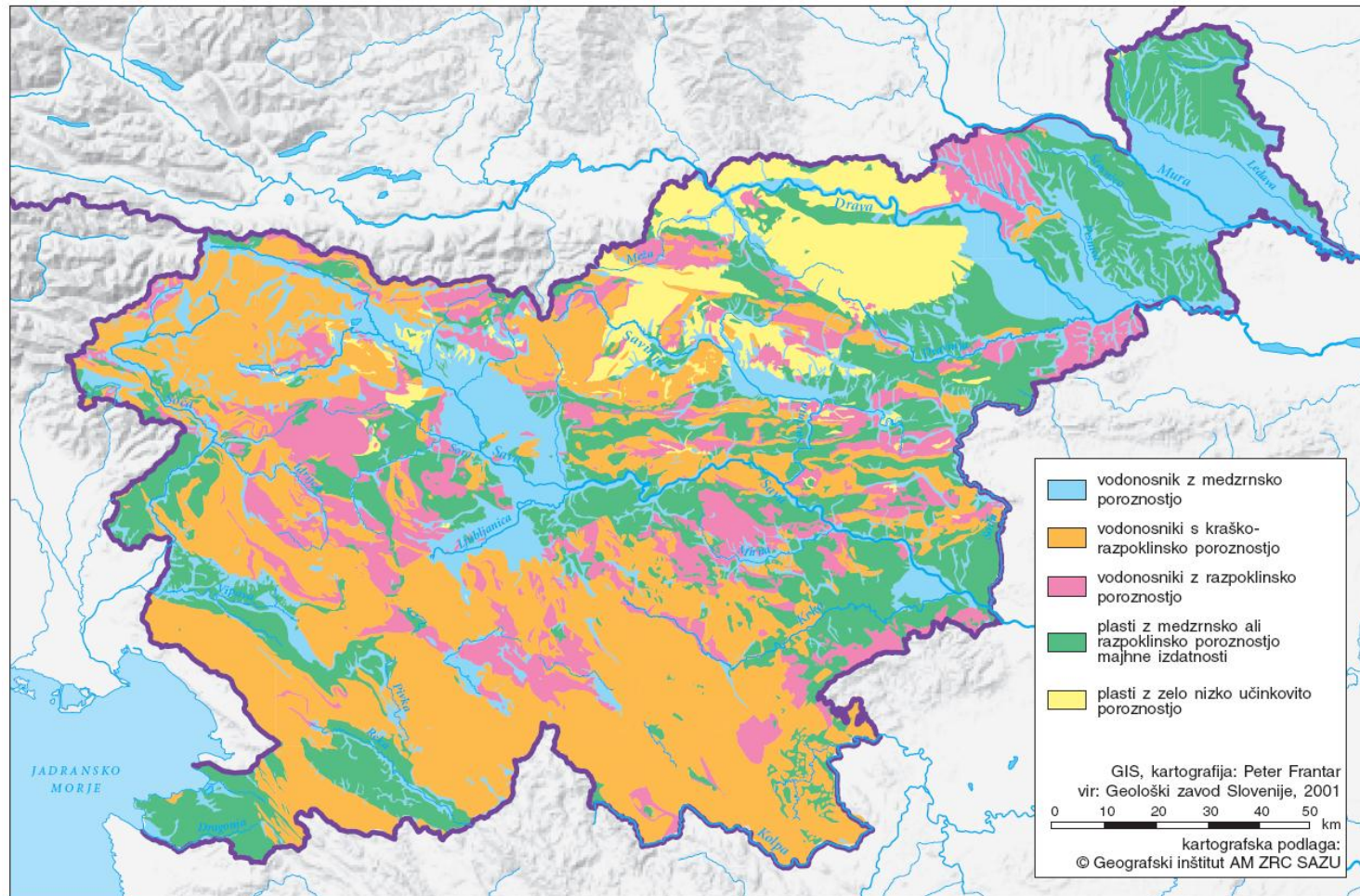






# Hidrogeološka karta Slovenije

- razvrstitev kamnin in sedimentov glede na njihovo poroznost in prepustnost

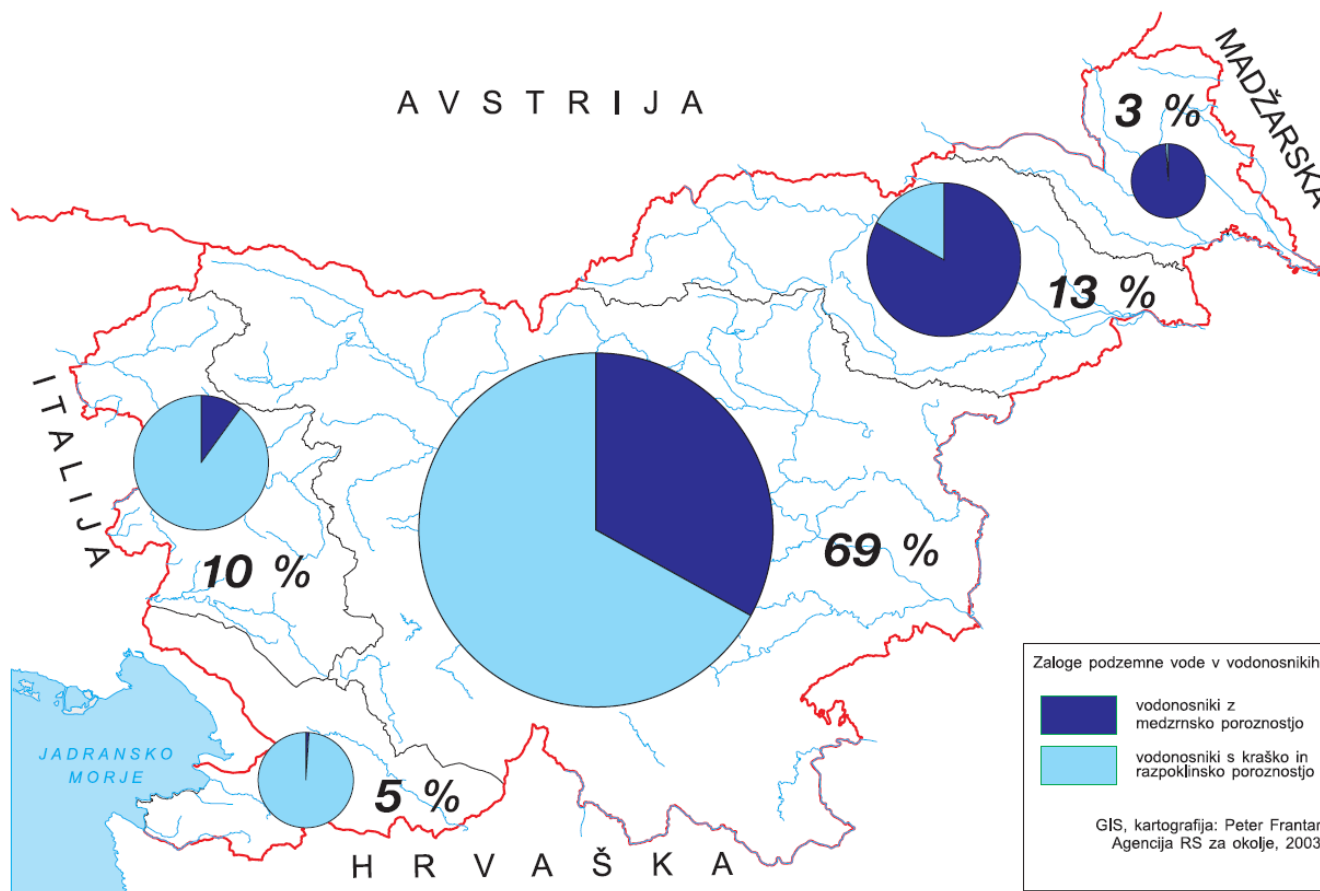




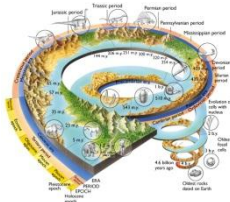


# Zaloge podzemne vode po porečjih

- v Sloveniji imamo okoli  $1,43 \cdot 10^9$  m<sup>3</sup>/leto zalog podzemne vode
- izkoriščamo okoli 15 % zalog

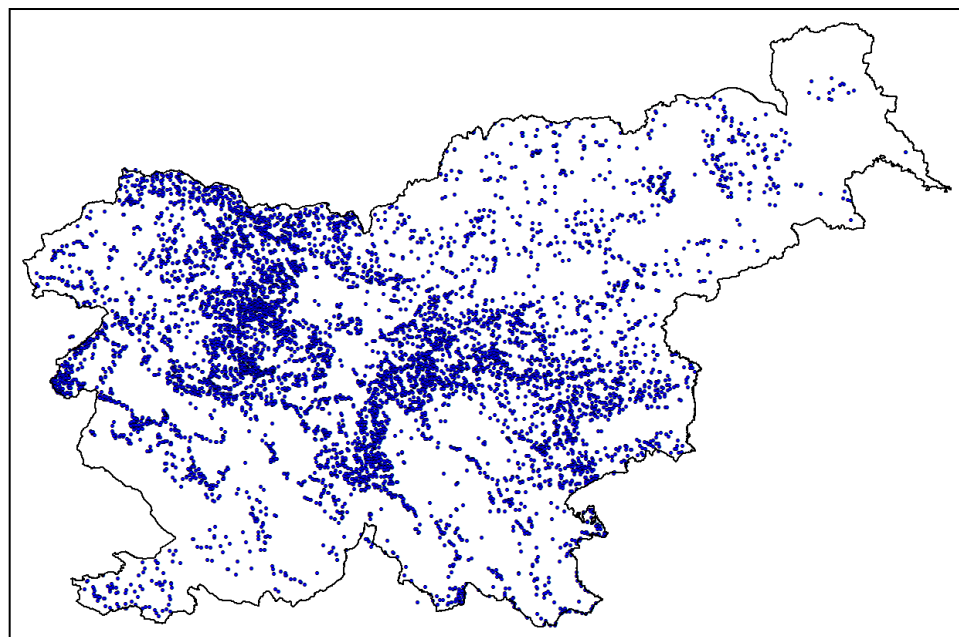
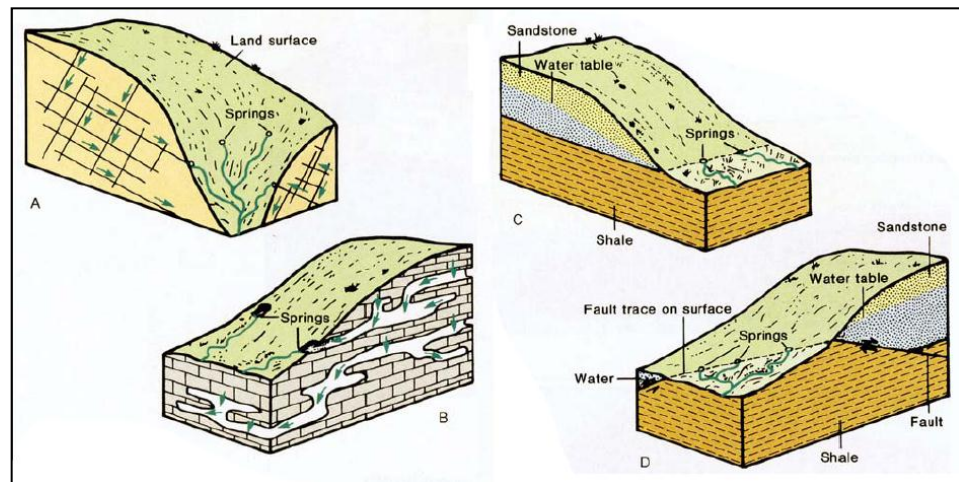




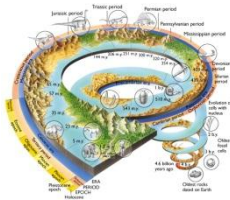


# Izviri

- izviri se pojavljajo tam, kjer gladina podtalnice seka površje terena
  - ponavadi so ob stikih različno prepustnih kamnin ali ob prelomih
  - primeri: plastni, prelivni, kraški izviri
  - v Sloveniji je preko 10000 izvirov

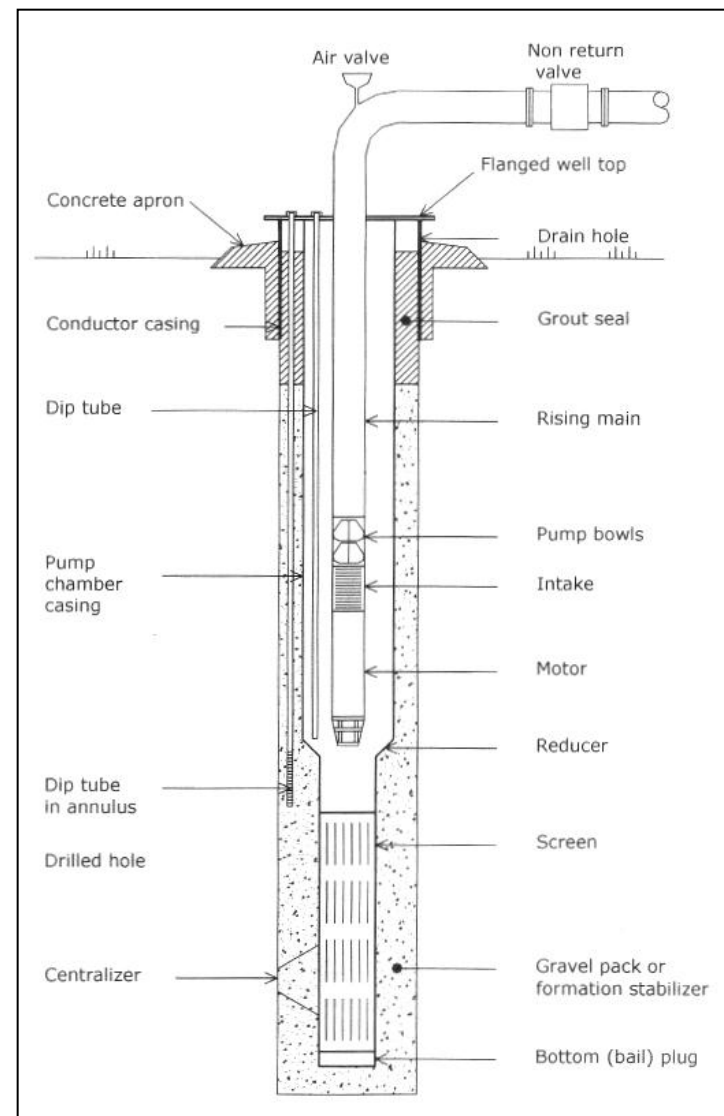
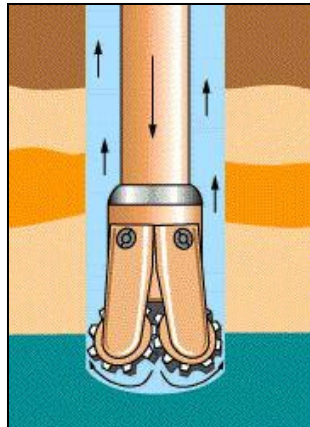




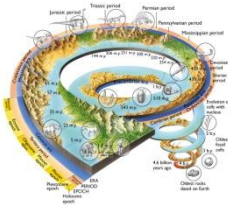


# Vrtine

- **vrtina** je valjasta odprtina v zemeljski skorji, namenjena raziskovanju, črpanju vode, nafte ali drugih fluidov
  - ima določen premer in globino
  - plitve: do 500 m
  - globoke: nad 1000 m, redke
- v vrtino vgradimo črpalko
  - črpamo vodo
  - izvajamo črpalne poizkuse

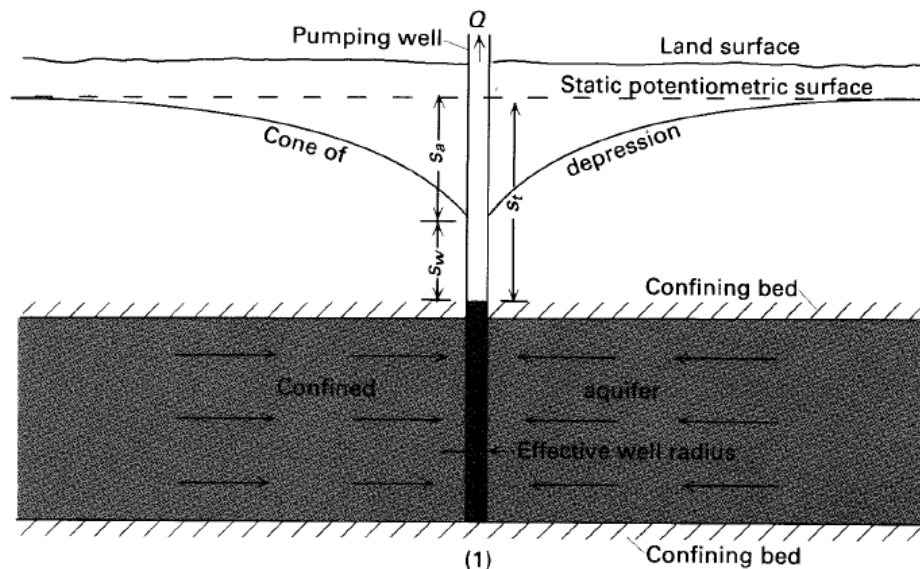






# Črpalni poizkusi

- s hidravličnimi poskusi v vrtinah in vodnjakih določamo prepustnost kamnin
- odzive podzemne vode obdelamo s pomočjo enačb
  - črpalni poizkusi
    - vodo črpamo
    - ustvari se depresijski lijak - motnja v gladini podtalnice
  - nalivalni poizkusi (vodo nalivamo ali vtiskamo v vodnjak)



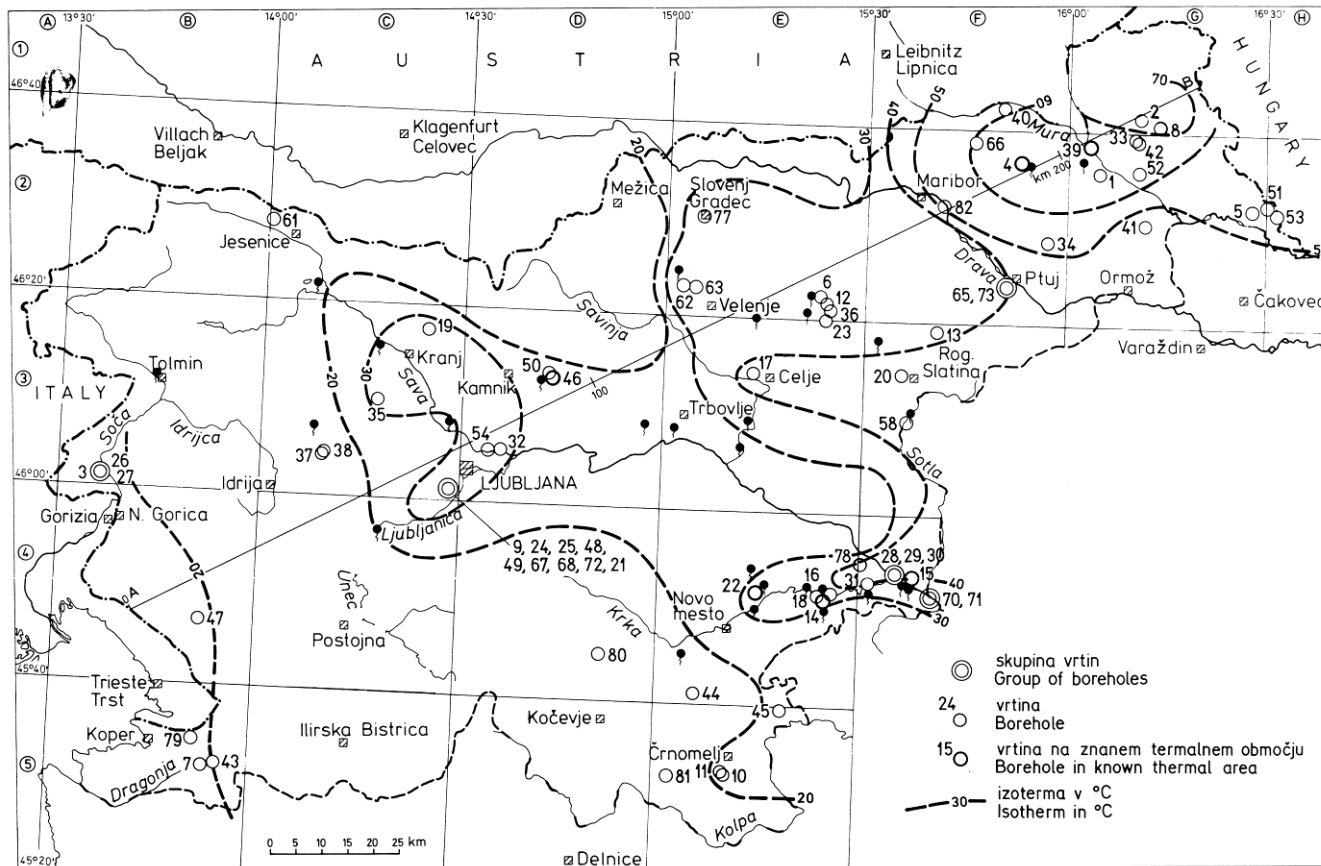






# Termalne vode

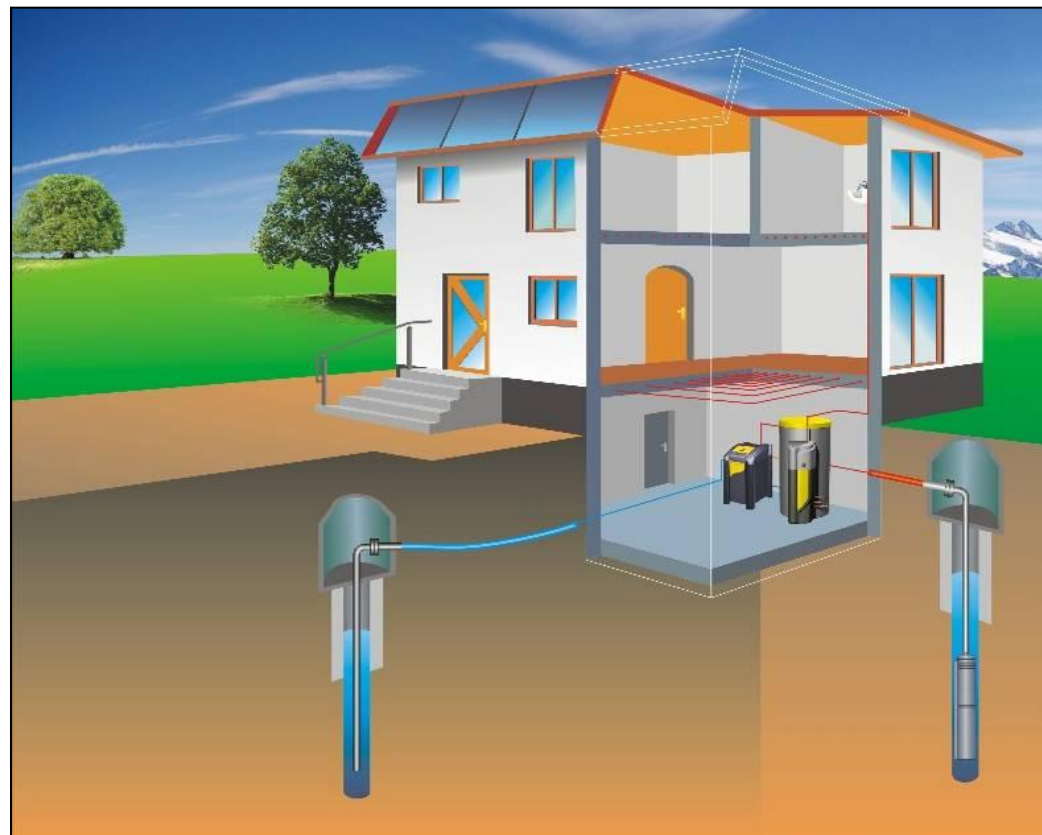
- izkoriščamo lahko tudi toploto podzemnih vod, ne le njihovo količino
- porazdelitev temperatur podzemne vode v globini 1000m:



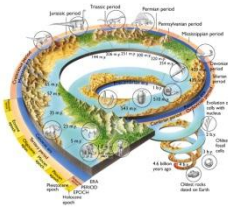


# Izkoriščanje geotermalne energije

- primer izkoriščanja toplote: **toplotne črpalke**
- alternativni vir energije
- za ogrevanje hiš
  - do 75% prihrankov pri stroških ogrevanja
- potrebujemo 2 vrtini
  - črpanje in vračanje vode
  - T vode mora biti vsaj 8 °C
  - vodo ohladimo za 2-4 °C

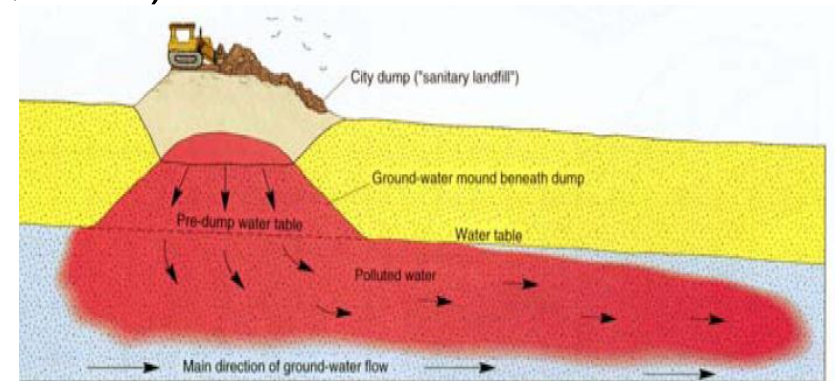




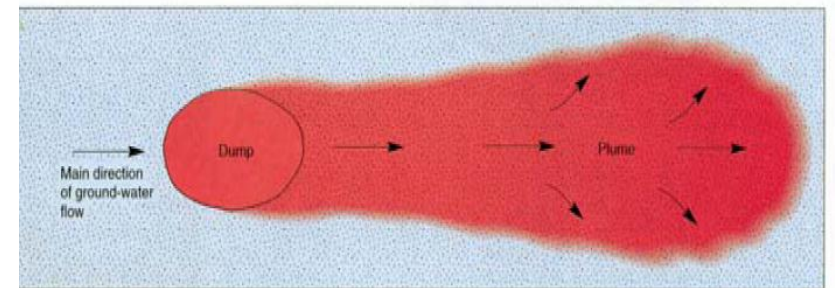


# Onesnaženja podzemne vode

- viri:
  - pesticidi, herbicidi, gnojila (nitrati!)
  - odlagališča odpadkov (težke kovine - Pb, Zn, ...)
  - greznice (bakterije, virusi, fekalije)
  - industrijske odplake (težke kovine, PCB)
  - rudniške vode (nizek pH)
  - radioaktivni odpadki
  - nafta in organska razlitja
- oblak onesnaževala se širi
  - tako v prostoru kot s časom
  - težavno čiščenje vode



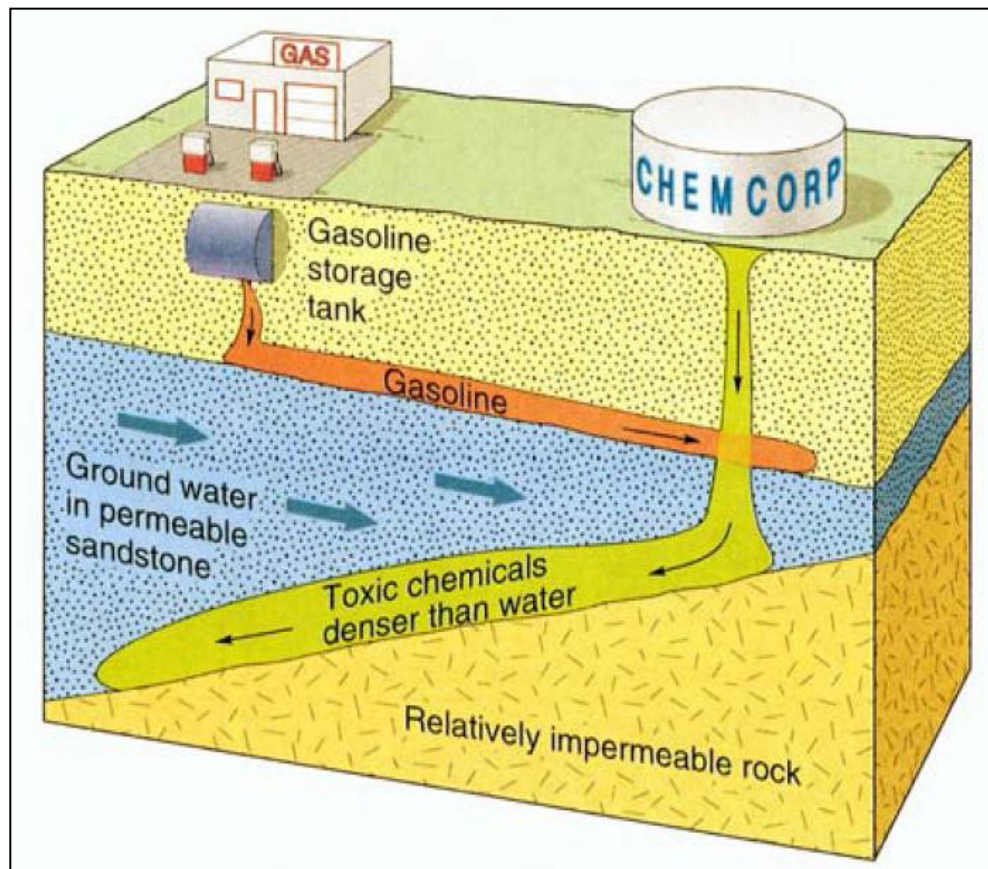
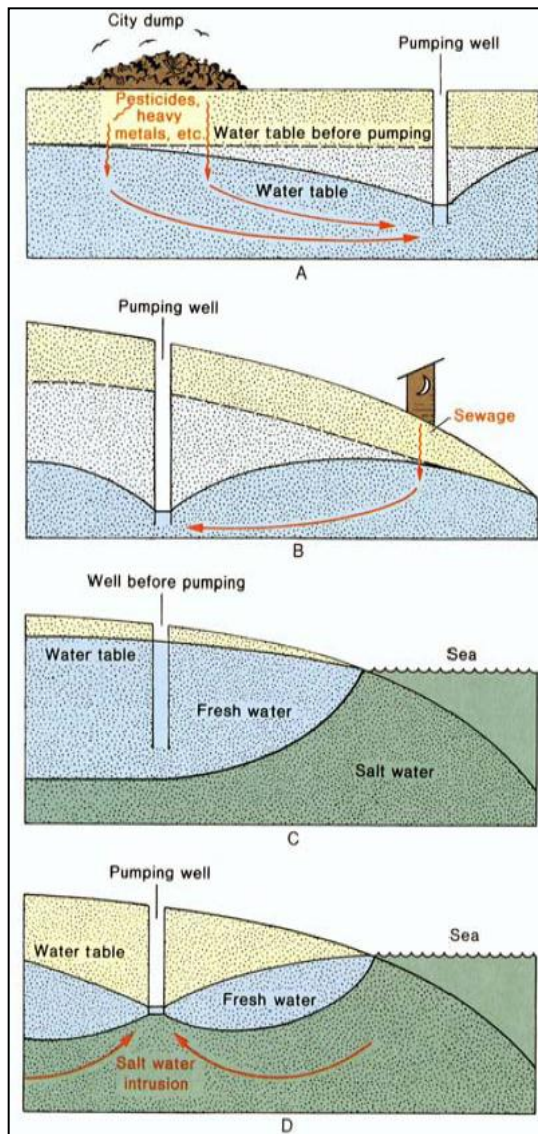
1 Cross section



1 Map view of contaminant plume. Note how it grows in size with distance from the pollution source.



# Onesnaženja podzemne vode



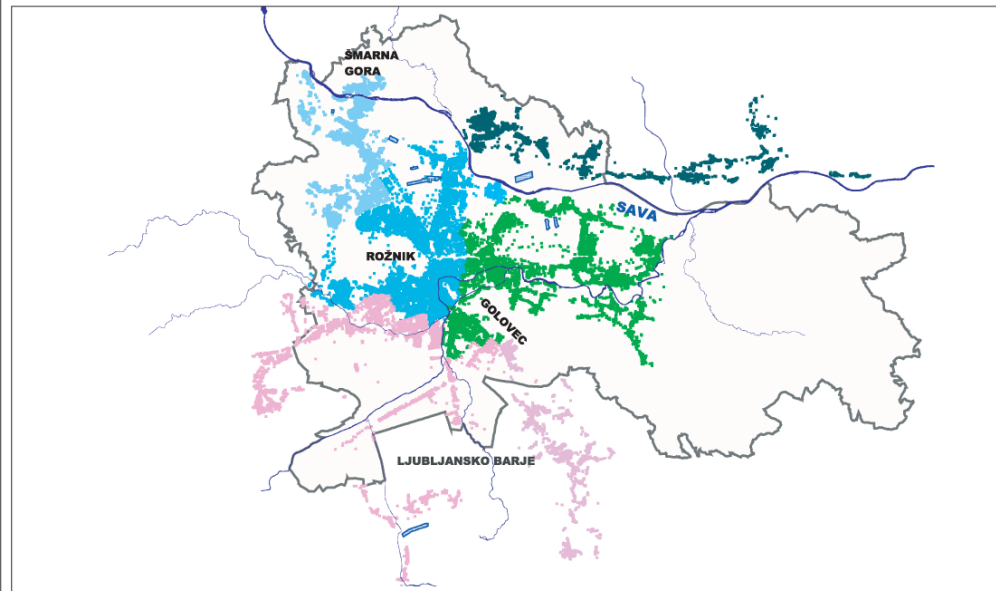
način potovanja onesnaževal v podzemni vodi je odvisen od njihove gostote



# Oskrba Ljubljane s pitno vodo

- več črpališč
- severni del
  - Ljubljansko polje
  - vodarne: Kleče, Jarški brod, Hrastje
  - napajanje: reka Sava in padavine
- južni del
  - Ljubljansko barje
  - vodarna: Brest
  - napajanje: predvsem Iška in Gradaščica

**OBMOČJA, KI JIH NAPAJAJO POSAMEZNE VODARNE LJUBLJANSKEGA SISTEMA OSKRBE S PITNO VODO, IN NEKAJ PARAMETROV, KI KAŽEJO KAKOVOST PITNE VODE**



Parameter	Mejna vrednost	LIUBLJANSKE VODARNE	VODARNI KLEČE IN SENTVID	VODARNA JARŠKI BROD	VODARNA BREST	VODARNA HRASTJE
Trdota			14-16 °N	11-14 °N	13-14 °N	14-16 °N
Nitrat	50 mg/l		10-16 mg/l	10-16 mg/l	8-10 mg/l	20-25 mg/l
Klorid	100 mg/l		5-10 mg/l	5-10 mg/l	1-3 mg/l	10-15 mg/l
Sulfat	200 mg/l		15-20 mg/l	15-20 mg/l	2-4 mg/l	25-30 mg/l
Amonij	0.5 mg/l		PMD	PMD	PMD	PMD
Fenolne snovi	0.5 µg/l		PMD	PMD	PMD	PMD
Mineralna olja	0.01 mg/l		PMD	PMD	PMD	PMD
Trikloroetilen	30 µg/l		do 0.8 µg/l	PMD	PMD	1-3 µg/l
Tetrakloroetilen	10 µg/l		do 0.2 µg/l	PMD	PMD	2-5 µg/l
Atrazin	0.1 µg/l*		do 0.1 µg/l	PMD	PMD	0.1-0.3 µg/l
Skupni pesticidi	0.5 µg/l*		do 0.3 µg/l	PMD	PMD	> 1 µg/l

\* stopi v veljavo I. 2003, PMD = pod mejo detekcije





# Oskrba Ljubljane s pitno vodo

- te vodarne oskrbujejo tudi okoliške občine

## Oskrbna območja vodarn centralnega in lokalnih vodovodnih sistemov v Ljubljani in okolici

### LEGENDA

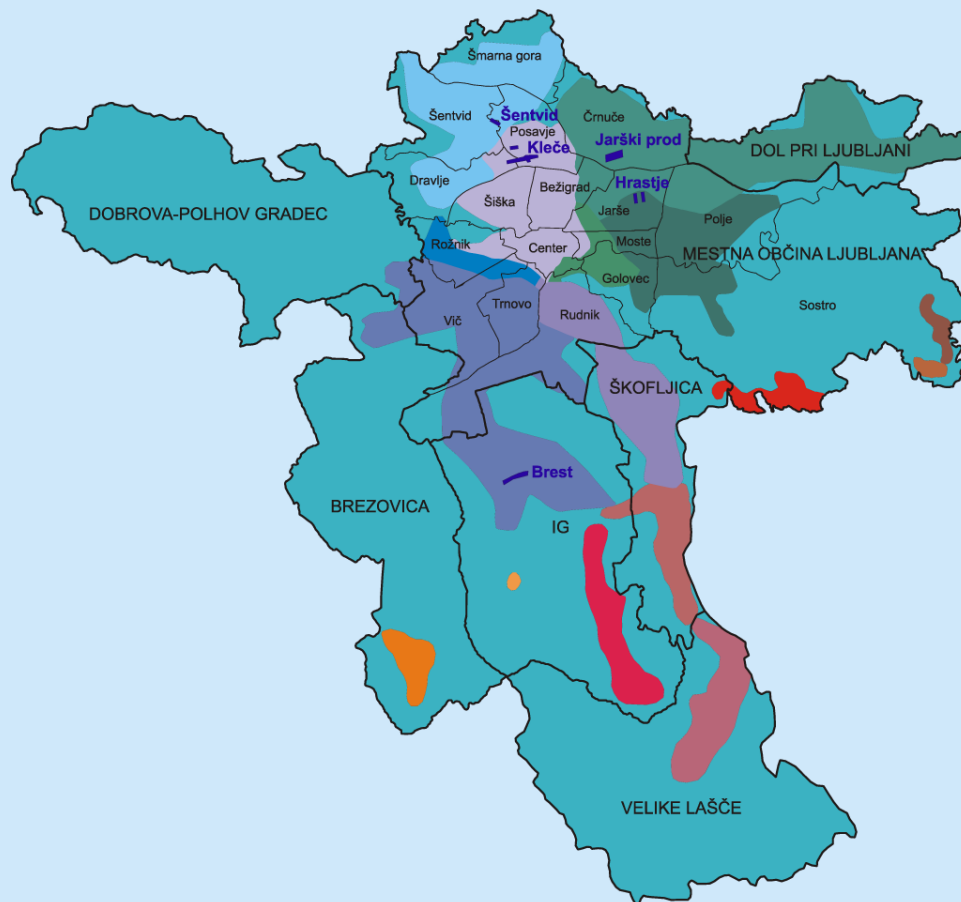
- MESTNA OBČINA LJUBLJANA - meja med občinami
- Trnovo - meja med četrtimi skupnostimi
- Brest - vodarna

### CENTRALNI VODOVODNI SISTEM

- Šentvid
- Kleče
- Brest
- Jarški prod
- Hrastje, Jarški prod
- Kleče, Brest
- Kleče, Hrastje, Jarški prod
- Kleče, Hrastje, Jarški prod, Brest

### LOKALNI VODOVODNI SISTEMI

- Vodovodni sistem Gornji Ig
- Vodovodni sistem Rakitna
- Vodovodni sistem Golo - Zapotok
- Vodovodni sistem Pijava Gorica
- Vodovodni sistem Turjak
- Vodovodni sistem Lipoglav
- Vodovodni sistem Prežganje
- Vodovodni sistem Mali Vrh pri Prežganju



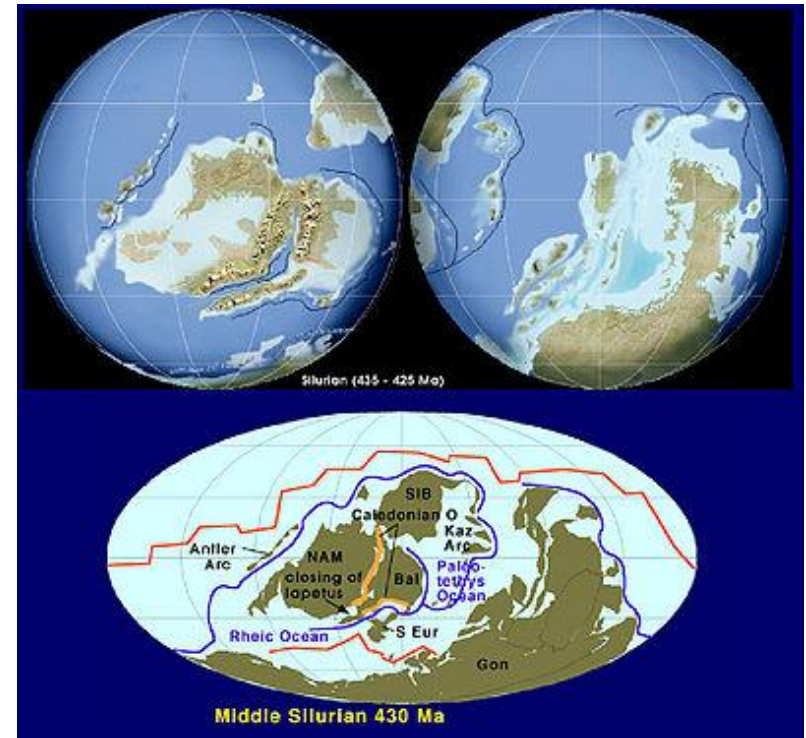
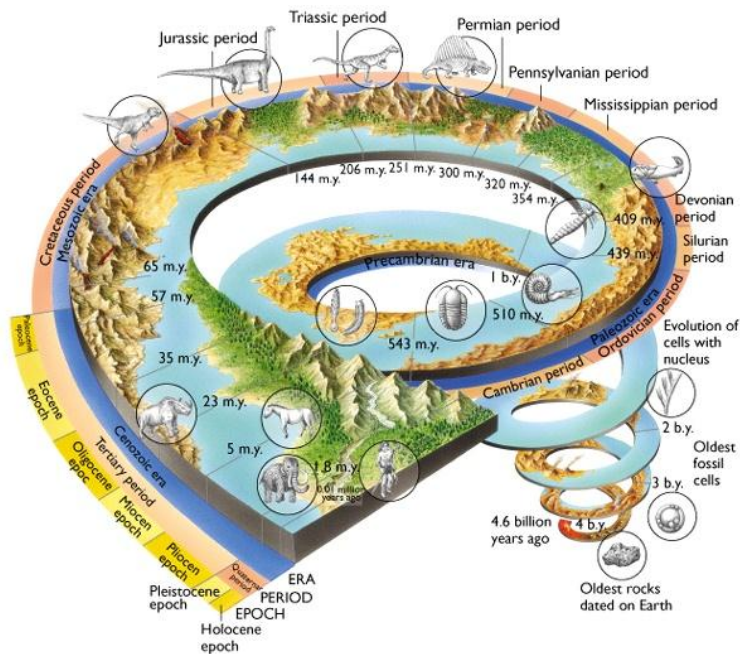
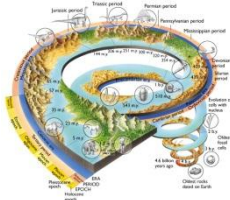




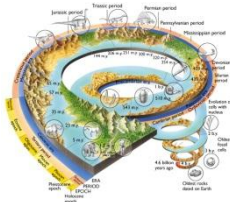
# GEOLOGIJA s PALEONTOLOGIJO za študente biologije

## 7. predavanje:

### Historična geologija: RAZVOJ ZEMLJE in ŽIVLJENJA

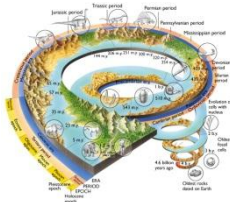






# GEOLOŠKI ČAS

- planet Zemlja je dinamičen planet in edina stalna stvar na njem so spremembe
- spremembe: majhne in velike ter hitne in počasne
- geološki procesi, ki bistveno vplivajo na podobo planeta, so ponavadi izredno počasni
- človeški um si težko predstavlja velikostni razred geološkega časovnega razpona od nastanka Zemlje pa do danes



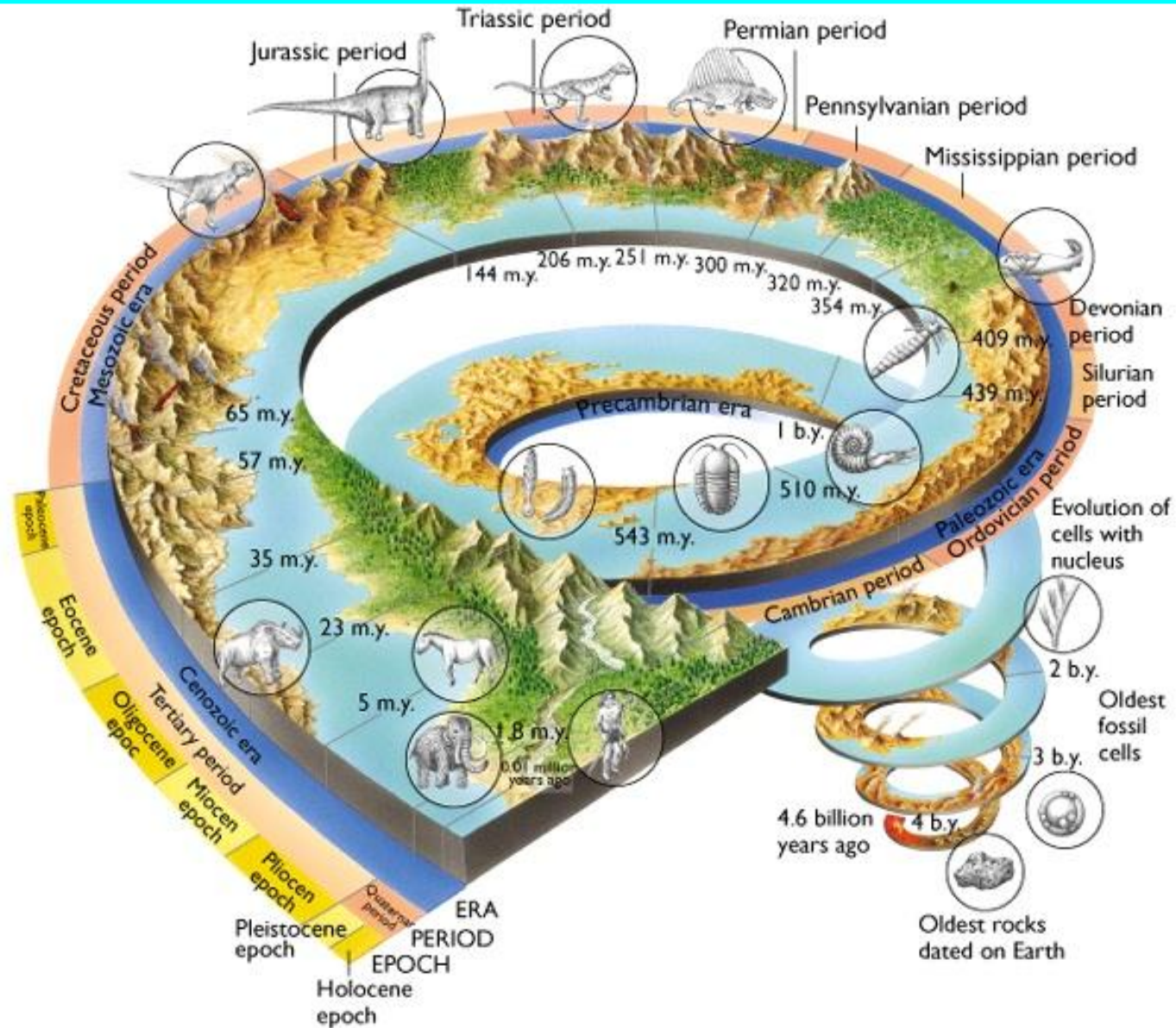
# GEOLOŠKI ČAS

- JANUAR 1. januar,: NASTANEK ZEMLJE
- FEBRUAR Zemljo še vedno bombardirajo asteroidi
- MAREC 5.marec najstarejše ohranjene kamnine  
29. marec ima življenje rojstni dan
- APRIL
- MAJ
- JUNIJ 15. junij: življenje se razbohoti po celotnem planetu
- JULIJ 25 julij: v Zemljini atmosferi se pojavi prosti kisik
- AVGUST 15. avgust: nastane prva celica z jedrom
- SEPTEMBER 3. sept.: prvi mnogocelični organizmi
- OKTOBER
- NOVEMBER 18. nov.: kambrijska eksplozija življenja  
28 nov.: rastline osvojijo kopno in čez nekaj dni živali
- DECEMBER
  - 12. dec.: velika katastrofa (množično izumiranje)
  - 13.dec.: prvi dinosaver
  - 14 dec.: prvi sesalci
  - 26 dec.: nova velika katastrofa (dinosavrom ne rata preživet)
  - 31.dec.:
    - ura je 23:49':00'' pojav človeka (Homo sapiens)
    - ura je 23:59':19'' sumerska civilizacija
    - ura je 23:59':59'' + 6 desetink sekunde;  
konec II svetovne vojne

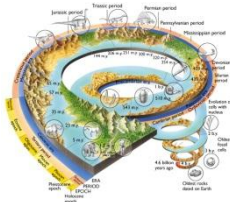




# GEOLOŠKI ČAS







# GEOLOŠKI ČAS

- merjenje geološkega časa
  - absolutna starost
    - metode merjenja temeljijo na fizikalno-kemičnih lastnostih kemijskih prvin (radioaktivnost)
  - relativna starost
    - starost kamnin, fosilov in geoloških dogodkov je definirana relativno do drugih geoloških pojavov
- geokronologija
  - je veda datiranja, ki meri čas trajanja dogodkov v Zemljini zgodovini



# Absolutne datacije

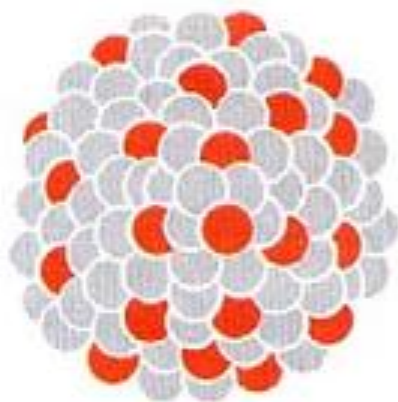
- prvi poizkusi merjenja časa numerično so bili seveda nepravilni
  - 1625 škof James Ussher določi starost Zemlje na podlagi genealogije svetega pisma: Zemlja je nastala 23 oktobra, 4004 B.C.
  - količina soli v oceanih: starost oceana ocenjena na 90 milijonov let
  - termalna zgodovina Zemlje: starost Zemlje ocenjena na 100 milijonov let (lord Kelvin)





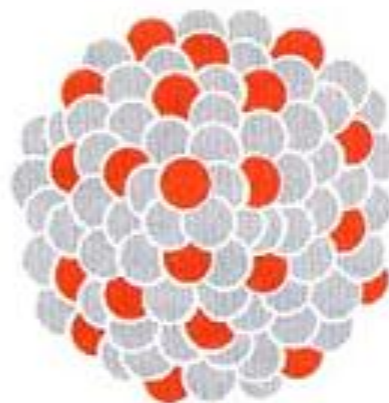
# ABSOLUTNE DATACIJE

- absolutne datacije kamnin je omogočilo odkritje radioaktivnosti
  - določeni izotopi elementov so nestabilni in razpadajo
  - radioaktivni razpad je spontana sprememba jedra izotopa z nestabilnim jedrom



U-238

92 protons  
146 neutrons



U-235

92 protons  
143 neutrons







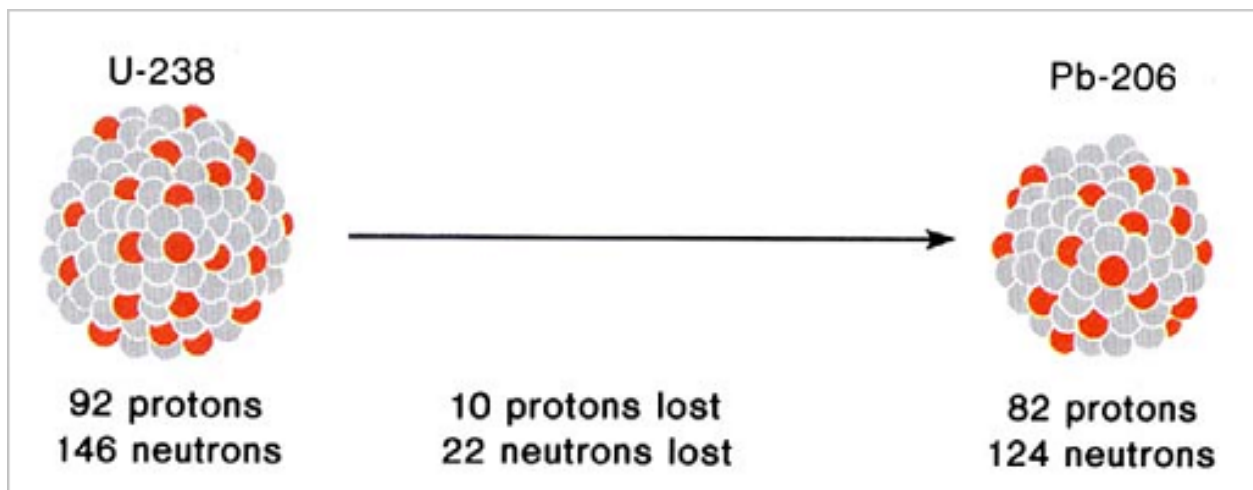
# ABSOLUTNE DATACIJE

- jedro radioaktivnega izotopa se večinoma spreminja na tri načine
  - alfa razpad: jedro se znebi dveh protonov in dveh nevtronov (He)
  - beta razpad: jedro spremeni nevtron v proton (izstreli elektron)
  - gama razpad: jedro pride v nižje energijsko stanje s sevanjem elektromagnetnega valovanja z majhno valovno dolžino

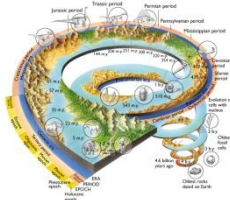


# ABSOLUTNE DATACIJE

- numerično starost kamnin določimo na osnovi razpadnih produktov radioaktivnih kemijskih prvin, ki so ujeta v kristalnih strukturah mineralov
- merimo količino radioaktivnih izotopov v mineralih, ki so nastali s kristalizacijo

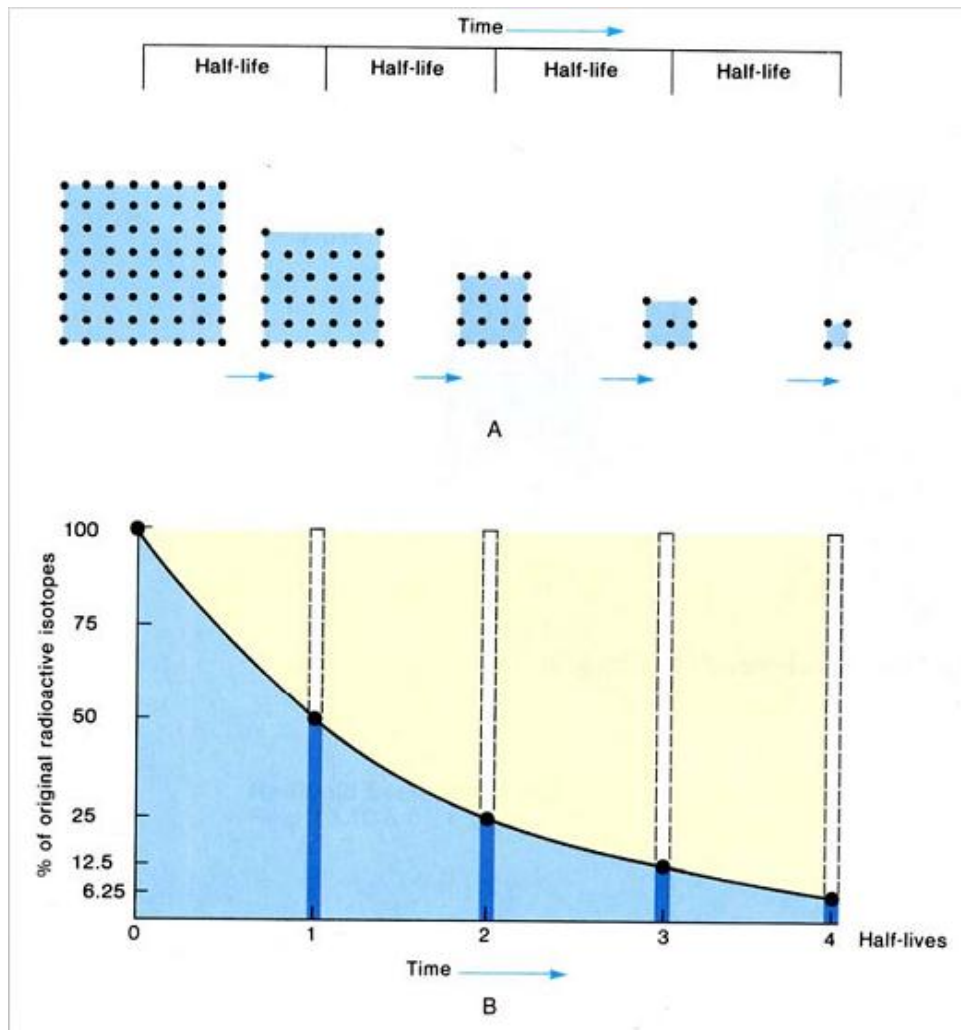




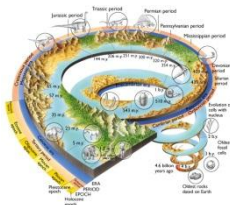


# ABSOLUTNE DATACIJE

- merimo razmerje med starševskim in hčerinskim izotopom iz katerega lahko izračunamo čas vključitve radioaktivnega izotopa v kristalno strukturo minerala



- **$N = N_0 e^{-\lambda t}$ ;  $\lambda = \ln 2 / t_{1/2}$** 
  - $N$  = št. starševskega izotopa v času  $t$
  - $N_0$  = število starševskega izotopa v času  $0$
  - $t_{1/2}$  = razpolovni čas
  - $t$  = merjeni čas



# ABSOLUTNE DATACIJE

Table 5.1

Principal Decay Series Used for Mineral and Total-Rock Dating

Parent Isotope	Half-Life	Ultimate Stable Product	Effective Age Range
Samarium 147	106 billion years (b.y.)	Neodymium 143	> 100 million years (m.y.)
Rubidium 87	40.0 b.y.	Strontium 87	> 100 m.y.
Thorium 232	14.0 b.y.	Lead 208	> 200 m.y.
Uranium 238	4.5 b.y.	Lead 206	> 100 m.y.
Potassium 40	1.25 b.y.	Argon 40	> 100,000 years
Uranium 235	0.70 b.y.	Lead 207	> 100 m.y.
Carbon 14	5,730 years	Nitrogen 14	0–80,000 years



# RELATIVNA STAROST

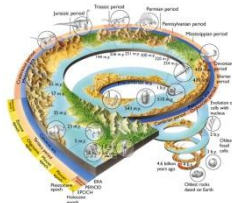
- starost kamnin, fosilov, struktur in dogodkov je definirana relativno do drugih geoloških pojavov
- fosili predstavljajo edino praktično mero časa v sedimentnih kamninah
- metoda relativne datacije temelji na evoluciji
- čas je izražen relativno v geoloških stopnjah in kronostratigrafskih enotah





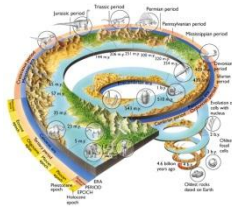
# RELATIVNA STAROST

- fosili
- zakon o superpoziciji plasti (Stenov zakon)
  - v vsaki sekvenci sedimentnih kamnin (plasti) leži najmlajša plast na vrhu in najstarejša na dnu sekvence oziroma vsaka plast je mlajša od plasti, ki leži neposredno pod njo in starejša od plasti, ki leži neposredno nad njo
  - zakon velja ob predpostavki, da kamnine niso bile tektonsko obrnjene
- zaporedje geoloških dogodkov
- korelacija



# RELATIVNA STAROST

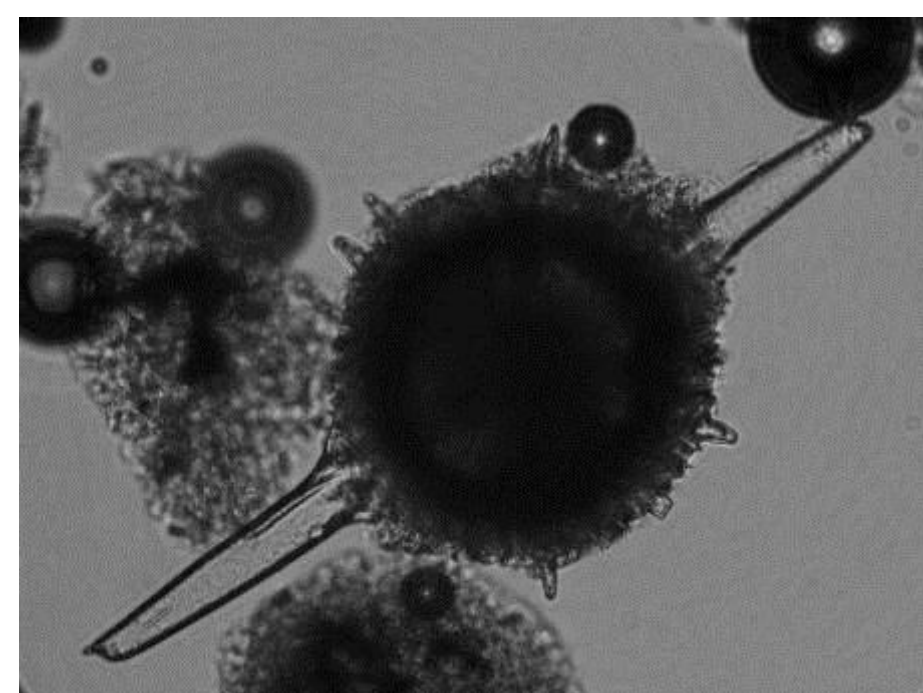
- fosili so ostanki in sledovi organizmov, ki so poseljevali Zemljo skozi celotno zgodovino
- večina fosilov se ohrani le v sedimentih in sedimentnih kamninah, saj so okolja in temperature nastanka magmatskih in metamorfnih kamnin za njihovo ohranitev previsoke



# RELATIVNA STAROST

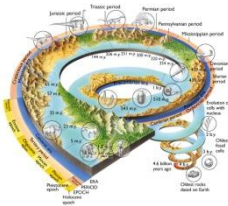
- najpogosteje se ohranijo **skeletni deli** organizmov t.j. tisti deli, ki so mineralizirani
- skelet je biomineraliziran del organizma, ki je sestavljen iz anorganskih snovi - mineralov
- fosile uporabljamo za določevanje starosti plasti, evolucijskih dogodkov, paleoekoloških, paleoklimatskih in paleogeografskih razmer v posameznih obdobjih Zemljine zgodovine



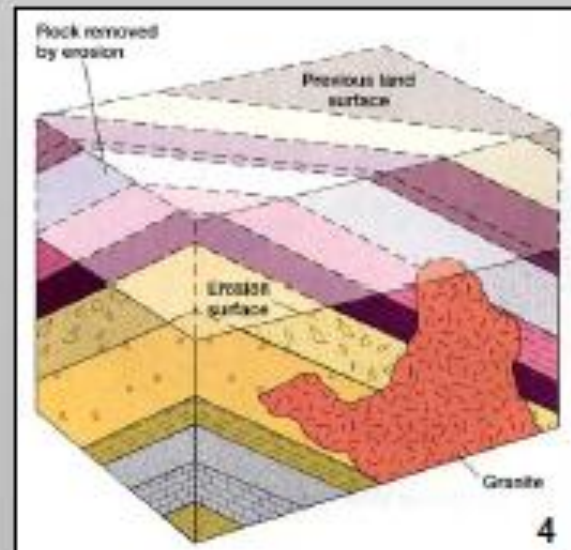
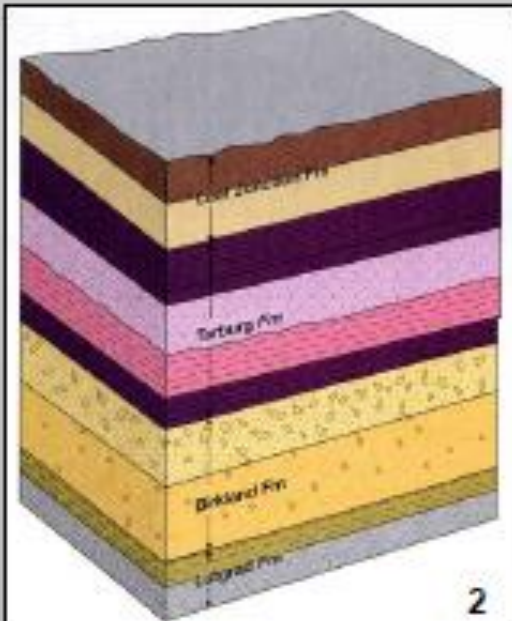
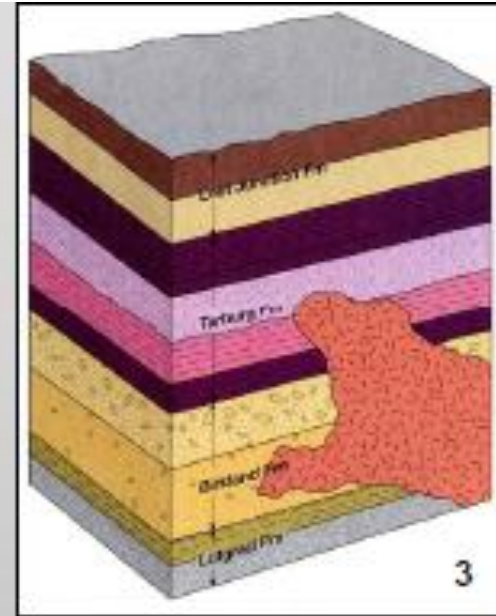
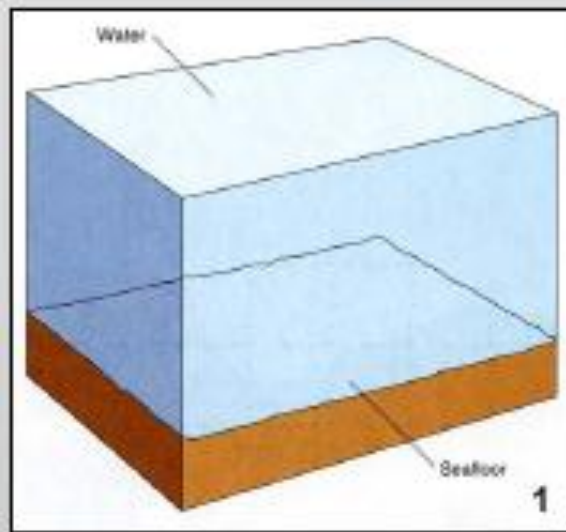








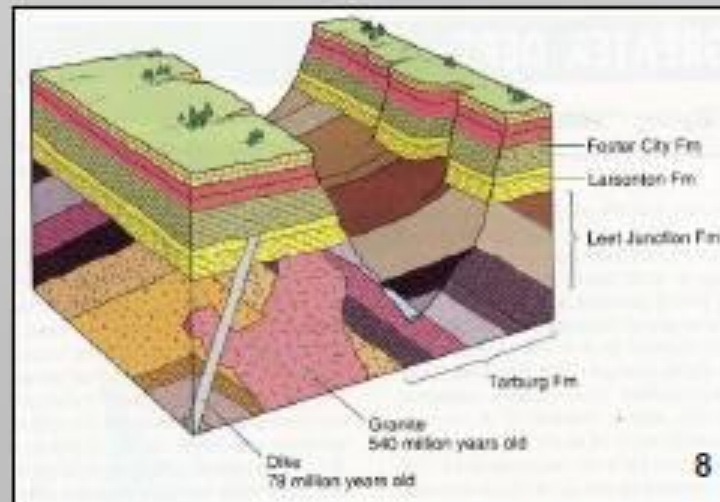
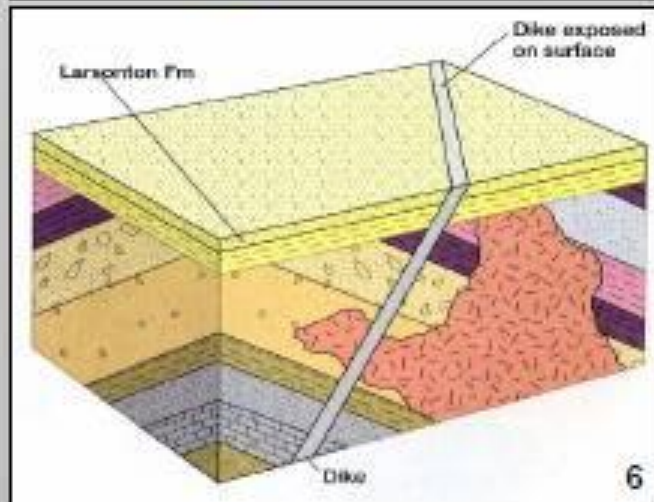
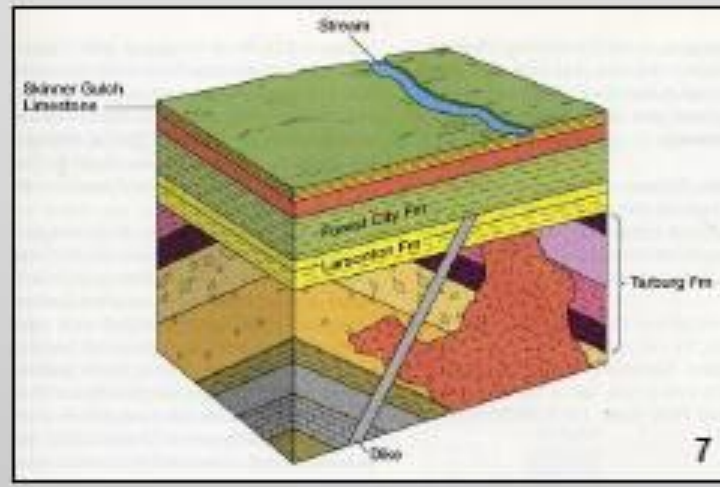
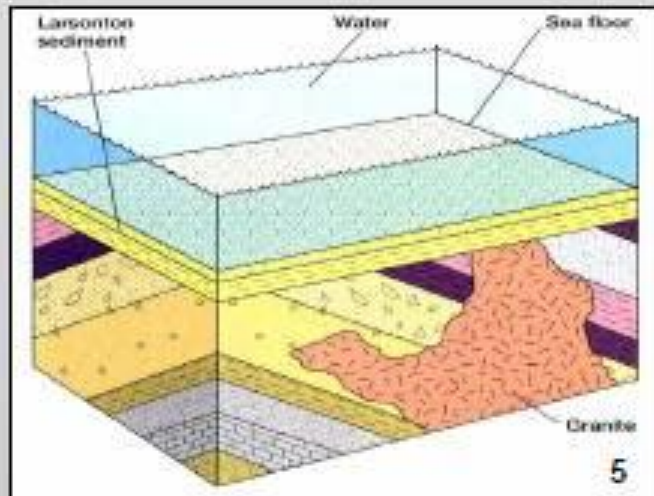
# Zaporedje geoloških dogodkov

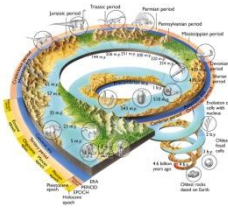






# Zaporedje geoloških dogodkov

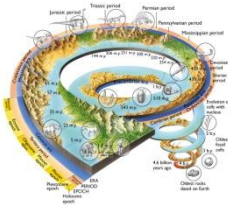




# Zaporedje geoloških dogodkov

Mimogrede: s predstavljenim zaporedjem dogodkov je nastal Grand Canyon





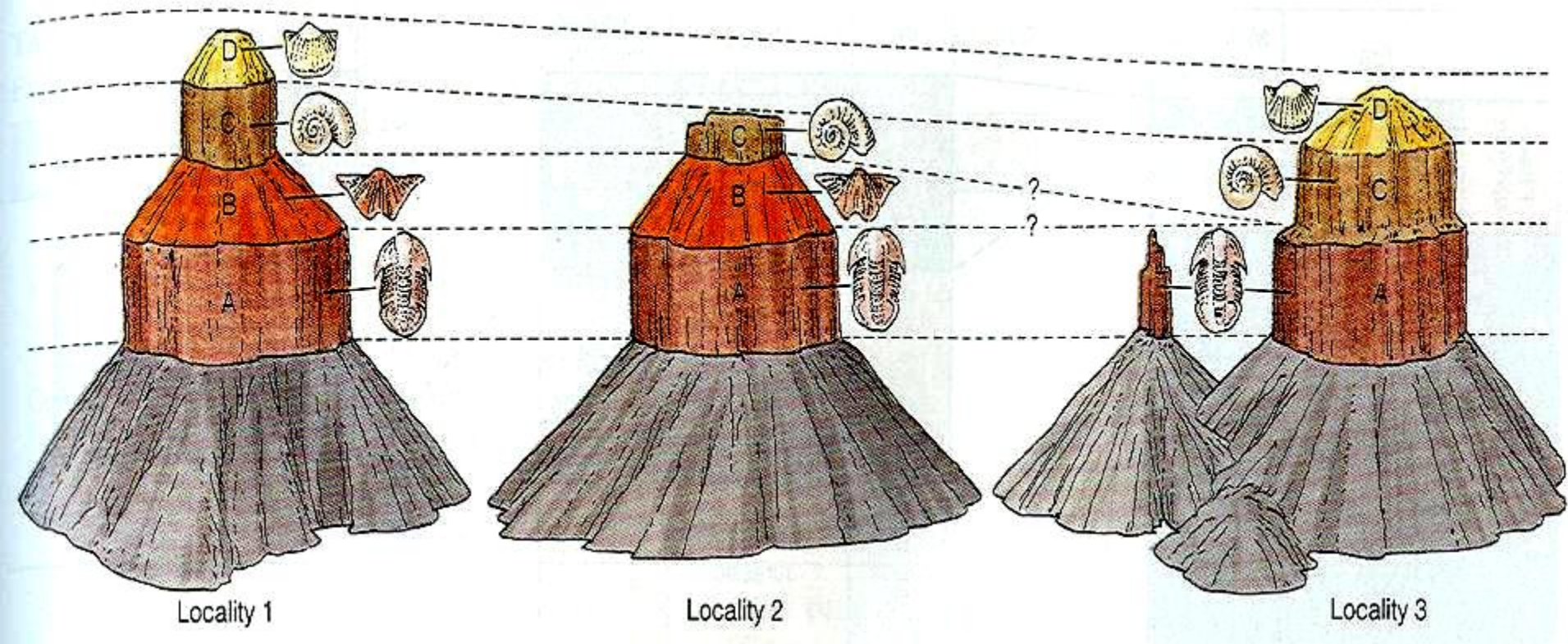
# Korelacija

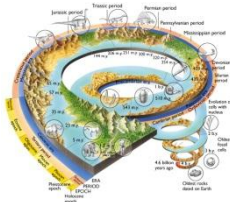
- korelacija je primerjava starosti kamnin in geoloških dogodkov na različnih geografskih območjih
- korelacija predstavlja osnovo za razdelitev zemljine zgodovine v značilne geološka (kronostratigrafska) obdobja oz. izdelavo standardnih geoloških časovnih lestvic





# Korelacija





# Geološke časovne lestvice

- namen geoloških časovnih lestvic je sistematična in enoznačna razvrstitev kamnin v določene, standardne enote geološkega časa
- geološka časovna lestvica je narejena na osnovi kronostratigraskih enot
- **kronostratigrafska klasifikacija** je klasifikacija kamnin Zemljine skorje v stratigrafske enote na osnovi njihove starosti oz. časa nastanka. Njen namen je sistematična razvrstitev kamnin v ustrezne enote, ki predstavljajo odgovarjajoči interval geološkega časa
- geološke časovne lestvice služijo kot osnova in standard za časovno korelacijo ter kot referenčni sistem za opisovanje dogodkov geološke zgodovine



# Geološke časovne lestvice

## KRONOSTRATIGRAFIJA

eonotem

eratem

sistem

serija

stopnja

kronocona

## GEOKRONOLOGIJA

eon

era

perioda

epoha

doba

kron

## PRIMER

fanerozoik

mezozoik

kreda

zgornja/mlajša kreda

kampanij

*Orbitoides tissoi*



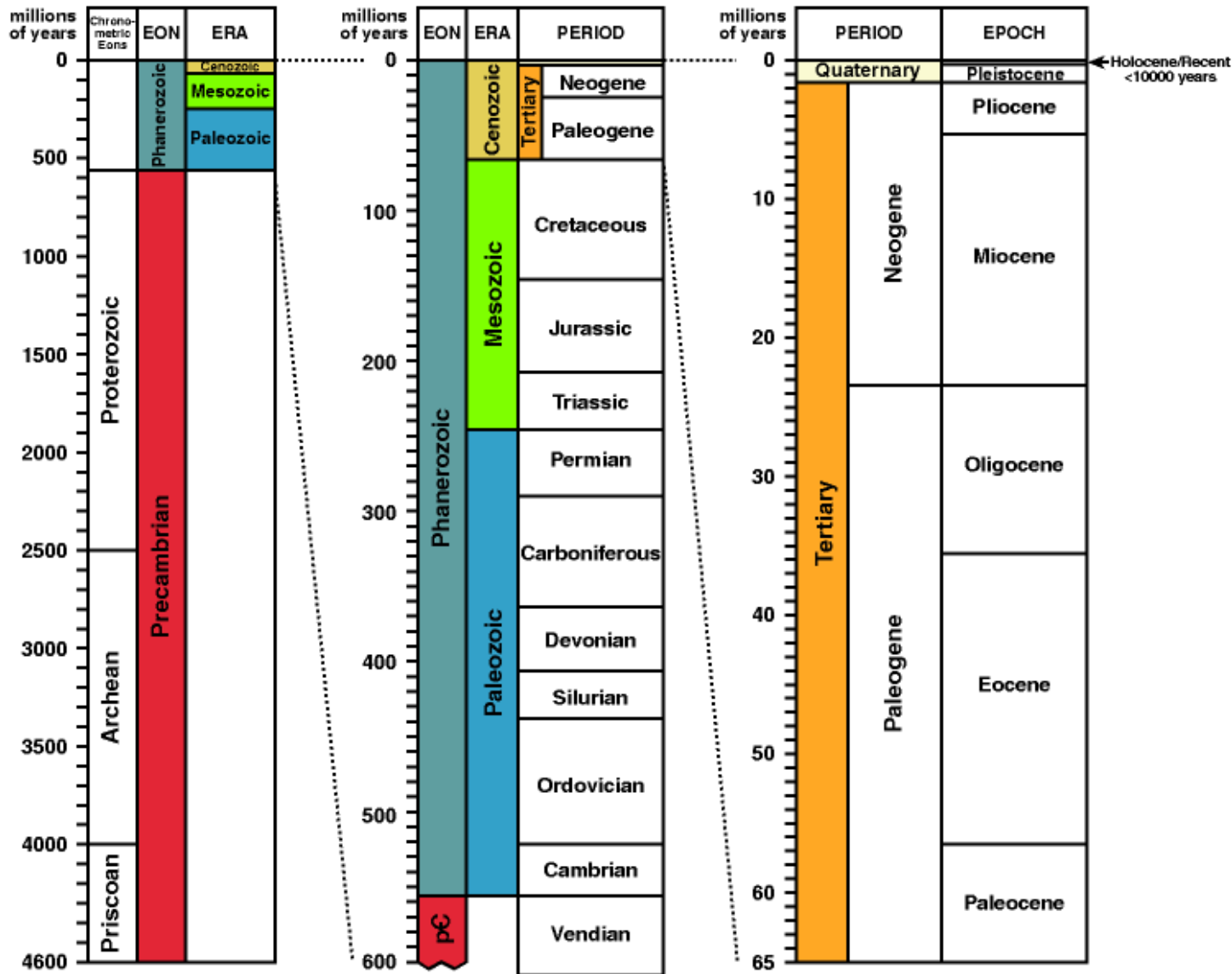


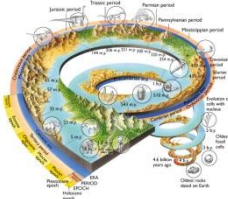
# Geološke časovne lestvice

- Za prikazovanje časa na geoloških kartah ima vsaka kronostratigrafska enota standardno barvno oznako. Barve označujejo sisteme (periode). Vsaka nižja kronostratigrafska enota od sistema ima drugačen odtenek iste barve: najstarejši deli sistema so prikazani v najtemnejših odtenkih, najmlajši deli pa v najsvetlejših odtenkih.
- **Standardne barve so:**
  - *karbon*: temno siva
  - *perm*: rjava
  - *trias*: vijolična
  - *jura*: modra
  - *kreda*: zelena
  - *paleogen*: oranžna
  - *neogen*: rumena
  - *kvartar*: bela



# Geološka časovna lestvica



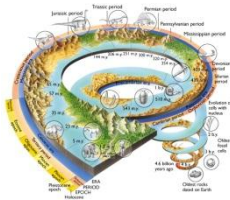


# Geološka časovna lestvica

EONOTEM (EON)	ERATEM (ERA)	SISTEM (PERIODA)	SERIJA (EPOHA)	STOPNJA (DOBA)	STAROST V MILIJONIH LET	
F A N E R O Z O I K - P h	MEZozoik - M z	JURA (J)	ZGORNJA (MALM - J)		142	
			SREDNJA (DOGGER - J)		159	
			SPODNJA (LIAS - J)		180	
		TRIAS (T)	ZGORNJI (T)	RETIJ - T		205
				NORIJ - T		210
				KARNIJ - T		221
			SREDNJI (T)	LADINIJ - T		227
				ANIZIJ - T		234
				SPODNJI (SKIT - T)		242
	PALEOZOIK - P z	ZGORNJI	PERM (P)		251	
			KARBON (C)		392	
			DEVON (D)		354	
		SPODNJI	SILUR (S)		417	
			ORDOVICIJ (O)		440	
			KAMBRIJ (Cm)		495	
	PREDKAMBRIJ	HADIJ ARHAIK PROTEROZOIK (Pr)			540	
					2500	
					3800	

EONOTEM (EON)	ERATEM (ERA)	SISTEM (PERIODA)	SERIJA (EPOHA)	STAROST V MILIJONIH LET		
F A N E R O Z O I K - P h	K V A R T A R (Q)	HOLOCEN (Q)		0,0115		
		PLEISTOCEN (Q)				
	K E N O Z O I K - K z	T E R C I A R - T c	NEOGEN (Ng)	PLIOCEN (Pl)	1,83	
				MIOGEN (M)	5,3	
				OLIGOCEN (Ol)	23,8	
			PALEOGEN (Pg)	EOCEN (E)	33,7	
				PALEOCEN (Pc)	55	
				ZGORNJA (K)	65	
		M E Z O Z O I K - M z		KREDA (K)	SPODNJA (K)	99
						142

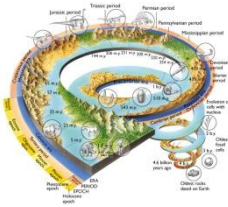




# Delitev Zemljine zgodovine

- **Kronostratigrafska enota (KE):** zaporedje kamnin, ki je nastalo v točno določenem časovnem intervalu
- KE so urejene hierarhično glede na dolžino trajanja enote

	Ime	Trajanje	Primer
1. red	EON	nekaj 100 milijonov let do nekaj milijard let	FANEROZOIK
2. red	ERA	nekaj 10 do nekaj 100 milijonov let	MEZOZOIK
3. red	PERIODA (SISTEM)	običajno od 30 do 80 milijonov let	TRIAS
4. red	EPOHA (SERIJA)	od 10 do 35 milijonov let	TERCIAR (uporabljamo le pri Kenozoiku)
5. red	STOPNJA	2-10 milijonov let (osnovna stratigrafska enota)	KARNIJ
6. red	PODSTOPNJA	manj kot 2 milijona	JUL (se jim ponavadi izogibamo)



# EONI

- HAD (HADEAN) EON (peklenško obdobje): 4,6 do 3,8 milijarde let
- ARHAIK (čas brez življenja??): 3,8 do 2,5 milijarde let
- PROTEROZOIK (prvi resni pojavi življenja??): 2,5 do 0,54 milijarde let
- FANEROZOIK (čas evidentnega življenja): 0,54 milijarde let

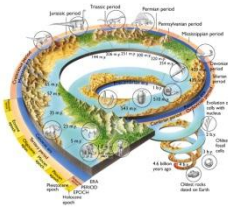


# EONI

- **HAD (HADEAN) EON: 4,6 do 3,8 milijarde let**
  - Nastanek sončnega sistema
  - Formiranje zemljine notranje strukture
  - Prva atmosfera
  - Močno bombardiranje s kometi
  - Nastanek lune
  - Najstarejše znane kamnine



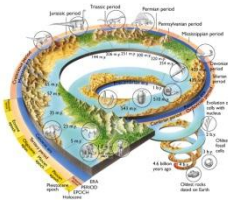




# EONI

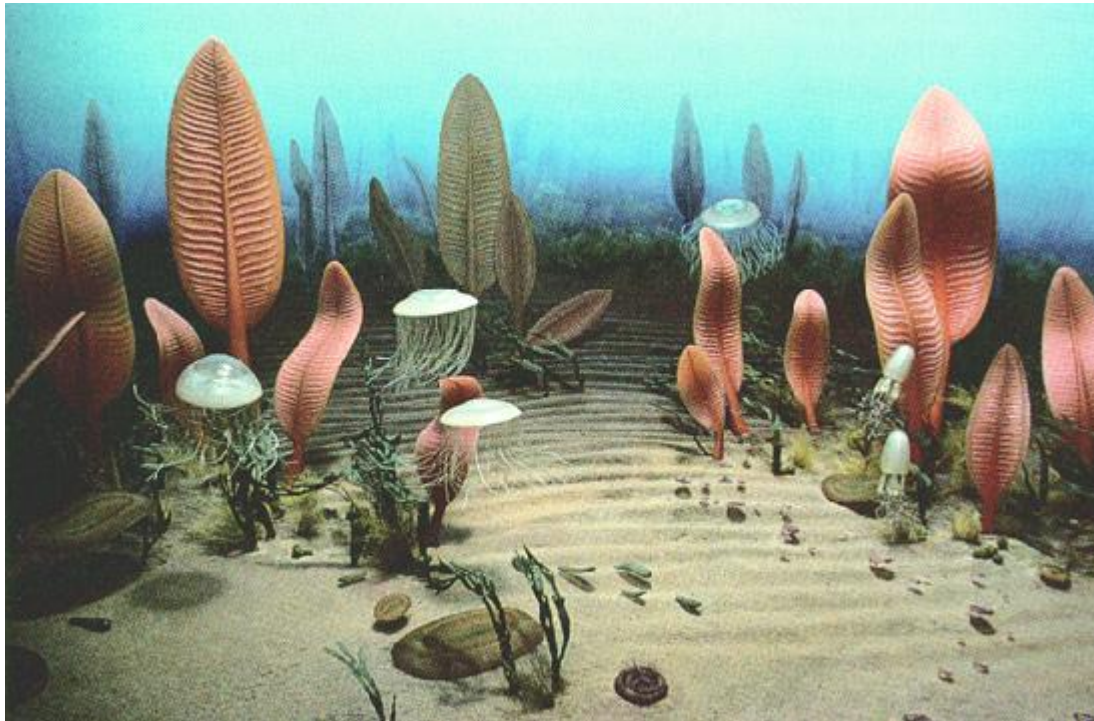
- ARHAIK; 3,8 do 2,5 milijarde let
  - Nastanek zemljine skorje oziroma kontinentalnih ščitov
  - Začetek tektonike plošč
  - Nastanek življenja (prokariotski, heterotrofni in kasneje avtotrofni organizmi)
  - Kemična sestava atmosfere se počasi menja (vse več kisika)





# EONI

- **PROTEROZOIK;** 2,5 do 0,54 milijarde
  - pojav kisikove atmosfere
  - tvorba superkontinentov
  - prve poledenitve v Zemljini zgodovini
  - Proti koncu proterozoika izum večceličarjev (metazojev)



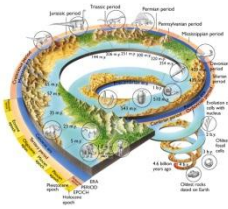


# EONI

- FANEROZOIK (čas evidentnega, vidnega življenja): 0.54 milijarde let do danes
  - Čas razvoja večceličnega življenja
  - Planet Zemlja se počasi spreminja v to kar poznamo danes
  - Delimo ga na *paleozoik*, *mezozoik* in *kenozoik*



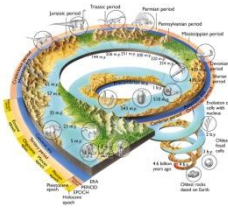




# PREDKAMBRIJ; 4500 - 542 mio let

predkambrij=had+arhaik+proterozoik





# PREDKAMBRIJ; 4500 -542 mio let

- glavni dogodki v predkambriju
  - nastanek planeta Zemlja
  - nastanek Lune
  - prva Zemljina skorja
  - pojav tektonike plošč in konvergentnih stikov
  - nastanek oceanov
  - pojav življenja
  - pojav kisikove atmosfere
  - tvorba superkontinentov
  - 1. poledenitve v Zemljini zgodovini

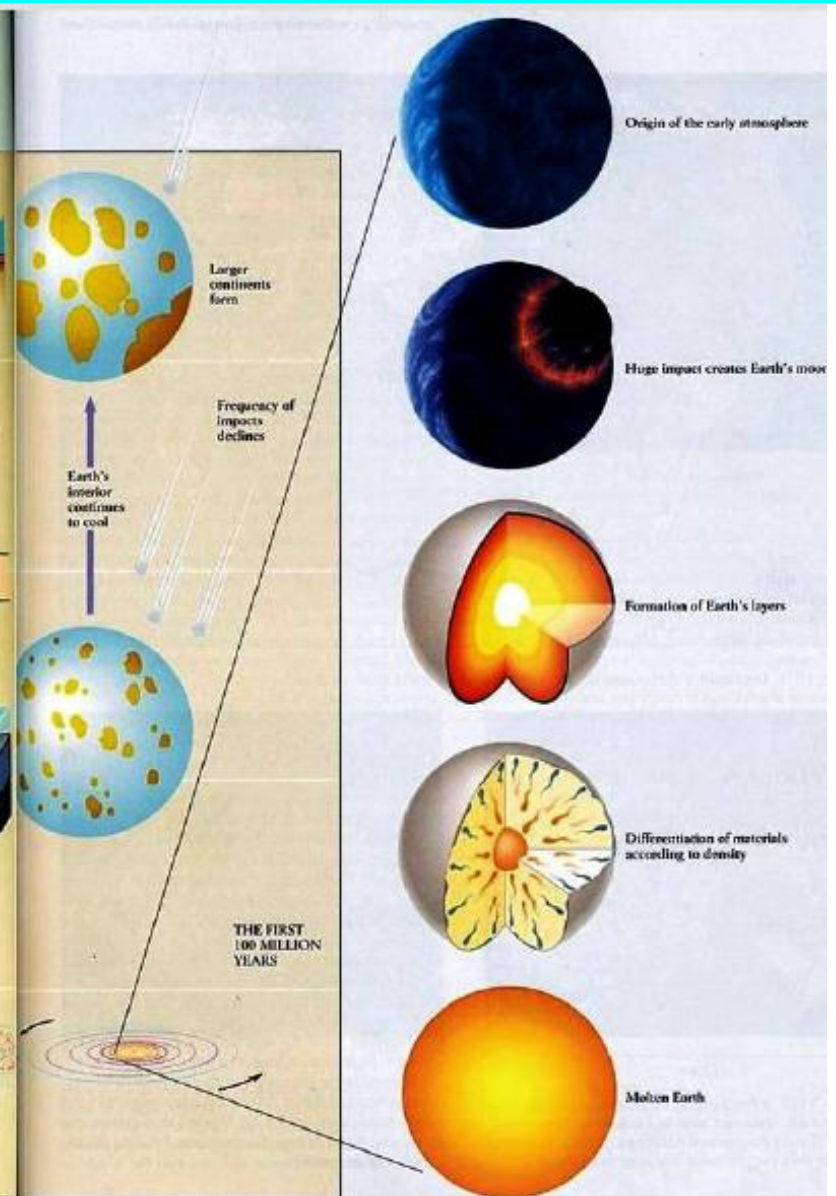
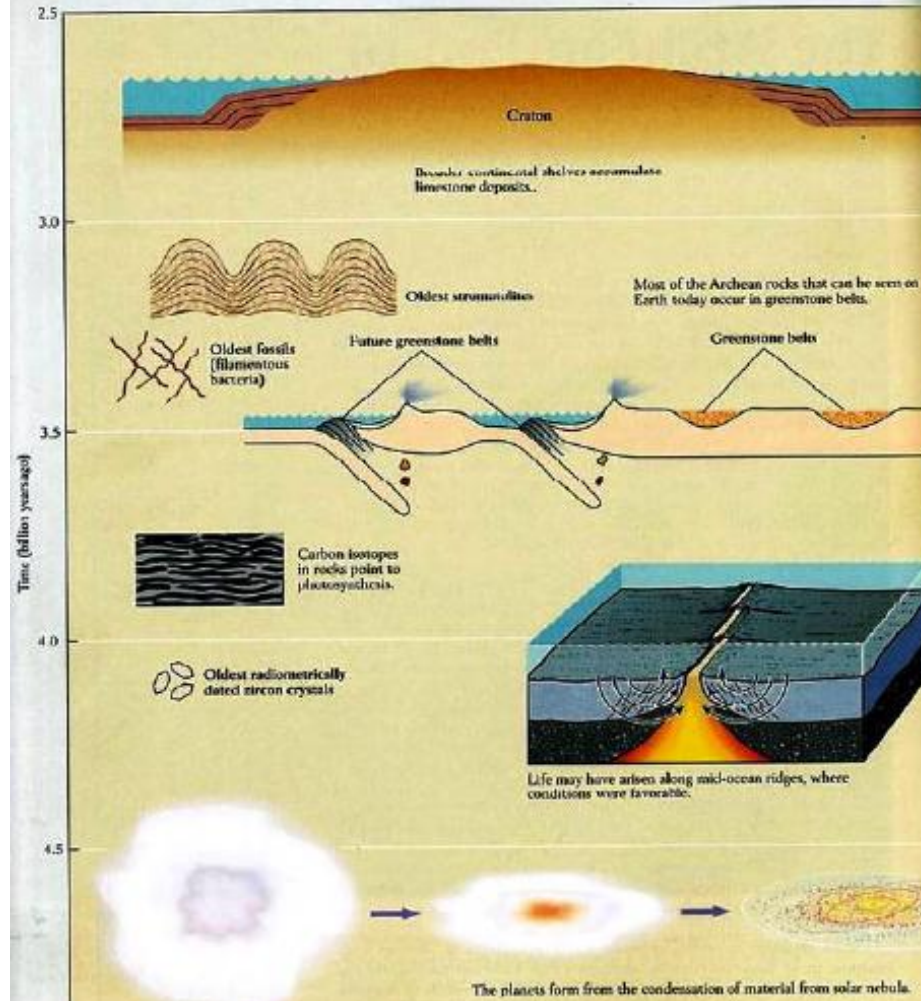




# PREDKAMBRIJ; 4500 -542 mio let

## Visual Overview

### Major Events of the Archean Eon

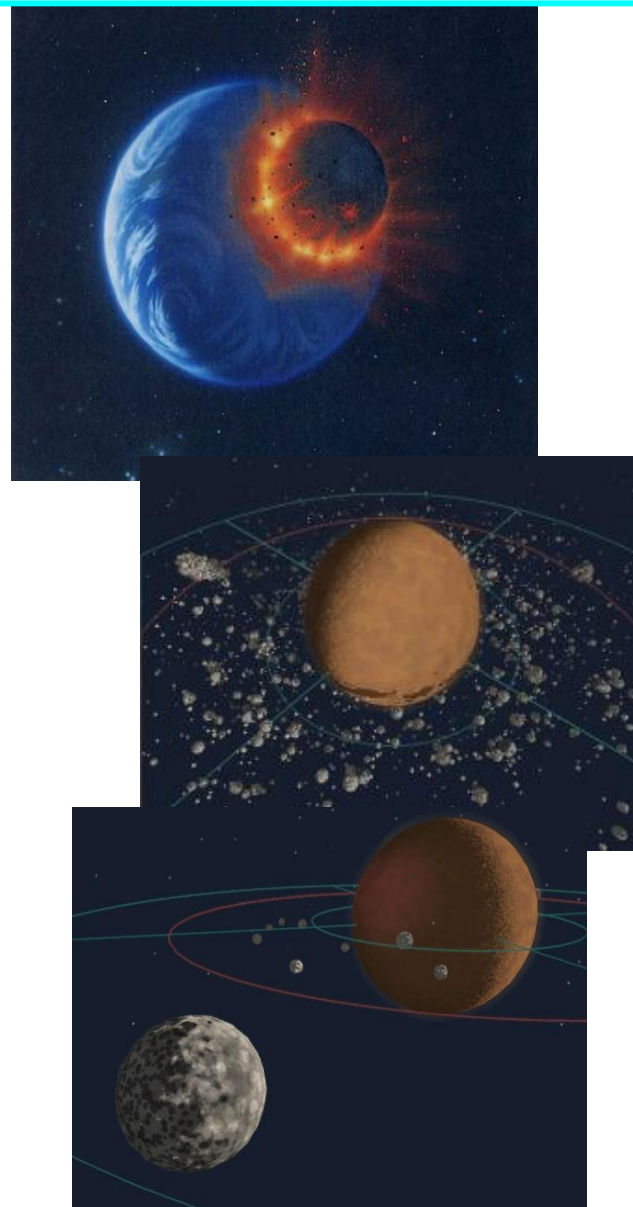






# PREDKAMBRIJ; 4500 -542 mio let

- nastanek Lune je posledica padca meteorita v velikosti 1/10 Zemlje (Mars)
- Trk je iz Zemlje izbil kamnit material, ki se je v orbiti združil v luno
- volatilni elementi in voda so tekom nastanka pobegnili zaradi premajhne mase Lune

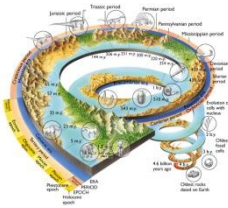




# PREDKAMBRIJ; 4500 -542 mio let

- v začetku je bila Zemlja okroglo telo staljenih kamnin
- zaradi ohlajanja se v magmatskem oceanu začnejo pojavljati majhni protokontinenti
- velik toplotni pretok, jim sprva onemogoča združevanje
- najstarejši minerali iz kontinentalne skorje na Zemlji so v Avstraliji -4,4 milijarde let
- najstarejša ohranjena skorja pa je 4 milijarde let



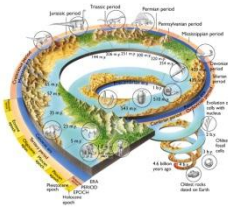


# PREDKAMBRIJ; 4500 -542 mio let

- Primitivna atmosfera
  - prvih nekaj 100 milijonov let so jo sestavljali: metan, dušik, vodna para
  - plini so se sproščali v atmosfero iz plašča in skorje (outgassing)
  - CO<sub>2</sub> je bilo v prvotni atmosferi malo in se je v atmosfero sproščal s sedimentacijo in reakcijami med kamninami Zemljinega površja
  - voda je lahko kondenzirala in se sproščala na Zemljo v obliki padavin
  - atmosfera je bila močno redukcijska, kar pomeni, da v zraku ni bilo prostega kisika

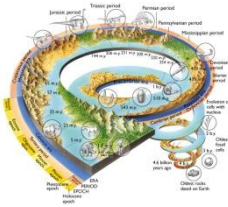






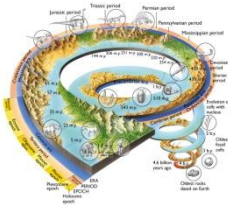
# PREDKAMBRIJ; 4500 -542 mio let

- razvoj atmosfere bogate s kisikom
  - prvi prosti kisik se v atmosferi pojavi pred približno 1,9 milijarde let
  - pred približno 410 milijoni let doseže današnje vrednosti
  - kisik se je v prvotno atmosfero izločal na dva načina
    - največ ga je nastalo s fotosintezo prvih živih fotosintetičnih (avtotrofni) organizmov
    - z razpadom vodnih molekul v zgornjih delih atmosfere zaradi UV sevanja (fotokemijska disociacija)



# PREDKAMBRIJ; 4500 -542 mio let

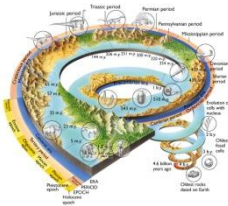
- nastanek oceanov
  - oceani so stari vsaj 3,8 milijarde let, najverjetneje pa so še starejši
  - nekaj časa po akreciji Zemlje se je površina ohladila toliko, da je bila možna akumulacija tekoče vode
  - oceani so pričeli rasti, ko je temperatura površine Zemlje padla na 300-450 °C
  - izvor vode v prvih oceanih je vulkanski; vodna para, ki je prihajala na površino s pomočjo vulkanov, se je površini kondenzirala
  - začetni volumen oceanov je najverjetneje bil manjši od današnjega



# PREDKAMBRIJ; 4500 -542 mio let

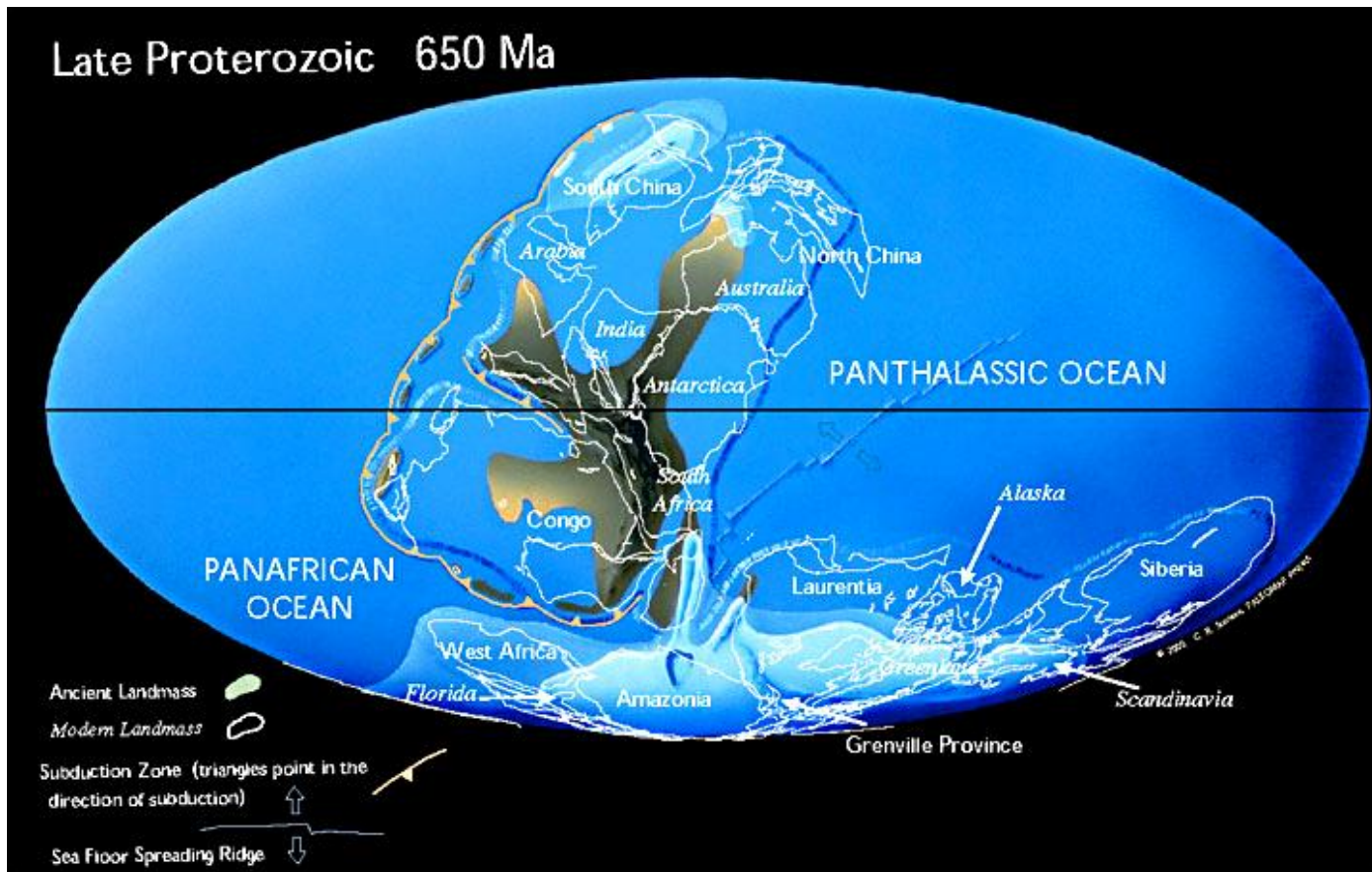
- nastanek oceanov
  - prvotna oceanska voda ni imela v sebi nobenih raztopljenih soli; soli v morski vodi so bile vanjo prinešene s preperevanjem kamnin na kopnem
  - izotopska sestava kisika kaže na temperaturo morske vode  $\sim 70^{\circ}\text{C}$  pred 3,5 milijarde let
  - oceane so sestavljali manjši bazeni, ki so najverjetneje imeli različno kemijsko sestavo





# PREDKAMBRIJ; 4500 -542 mio let

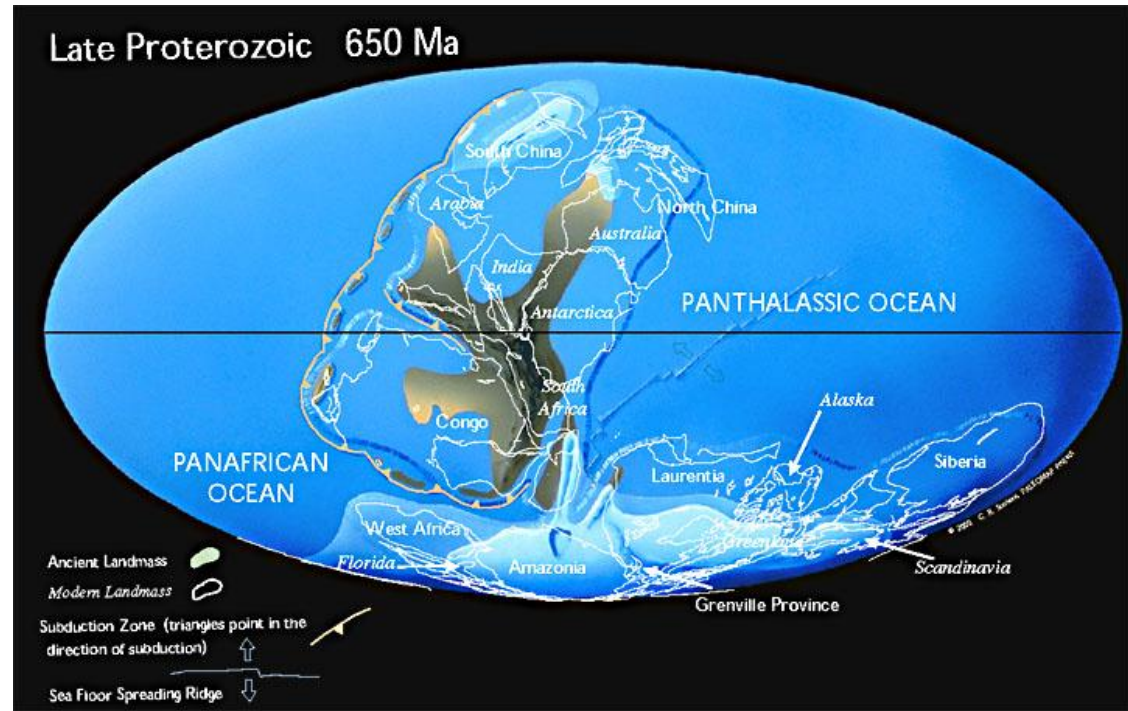
- V drugi polovici predkambrija (proterozoiku) so se kontinenti večkrat združili v t.i. Superkontinente, ki so nato spet razpadli
- Ti so bili Ur, Kenorland, Nuna (Kolumbija) in zadnji pred 1 milijardo let Rodinija, ki je nato razpadla z nastankom oceana Pantalasa





# PREDKAMBRIJ; 4500 -542 mio let

- 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 ledene dobe

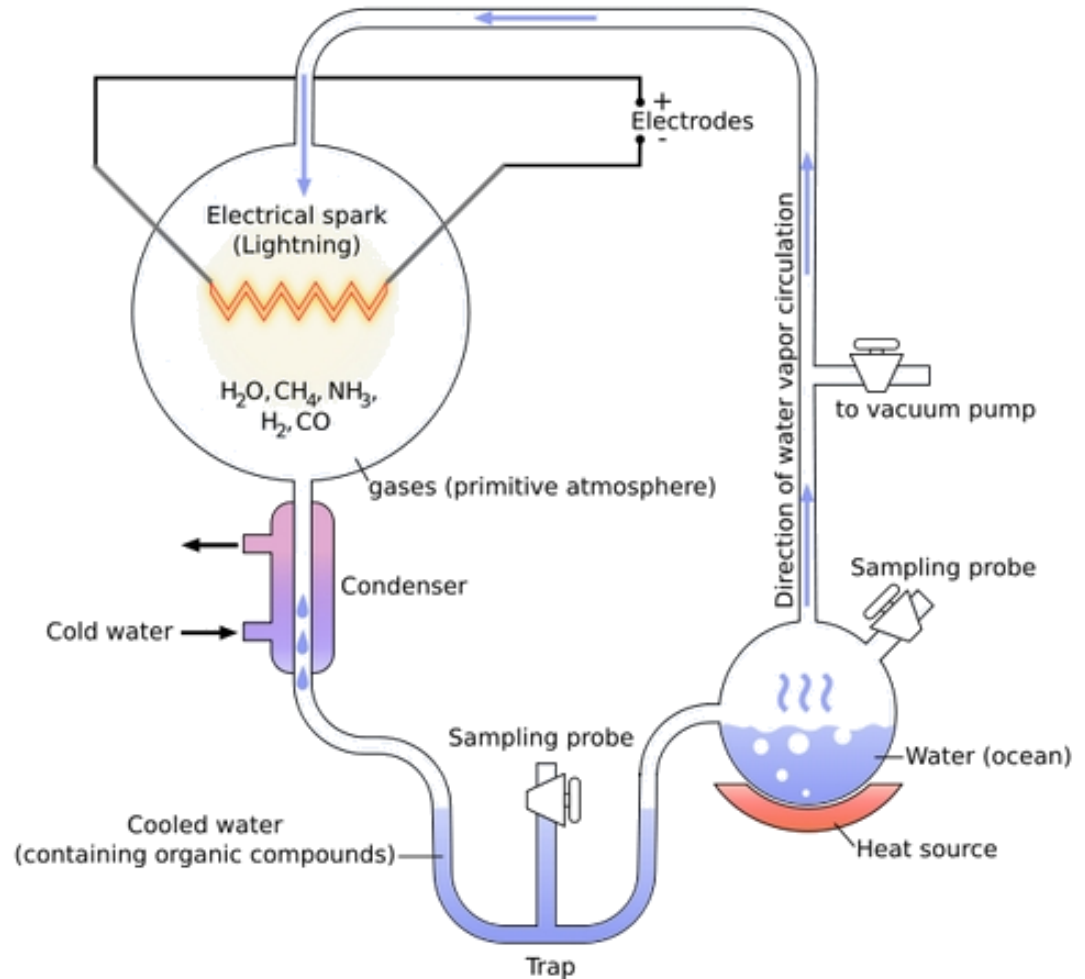
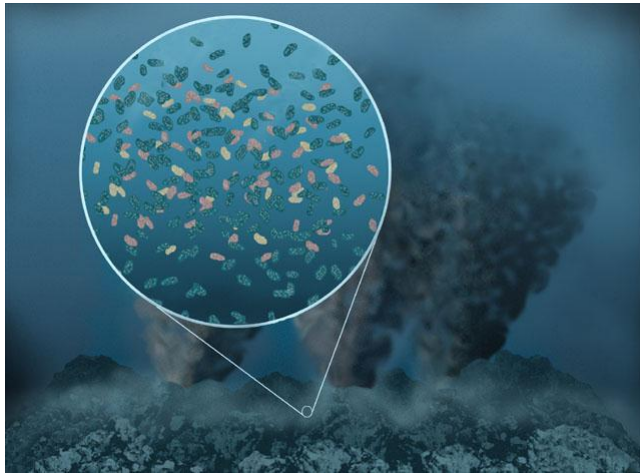




# PREDKAMBRIJ; 4500 -542 mio let

## Nastanek življenja

– Miller Ureyev eksperiment

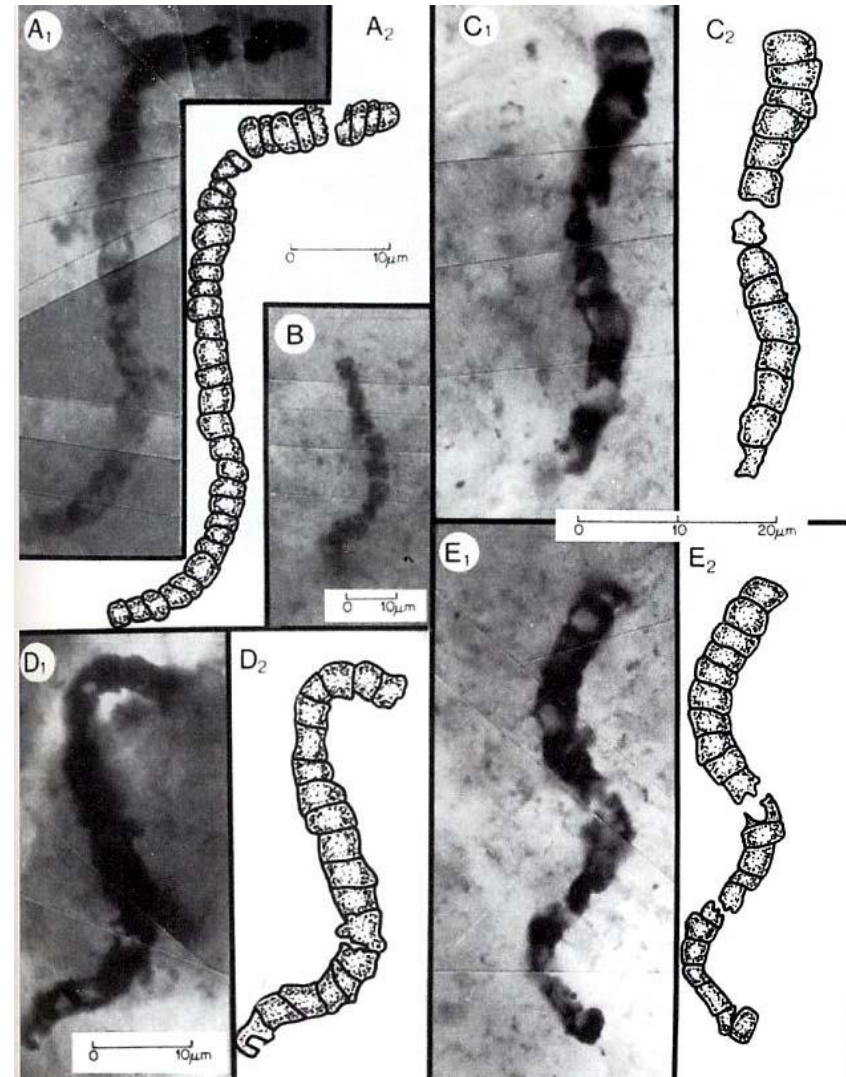
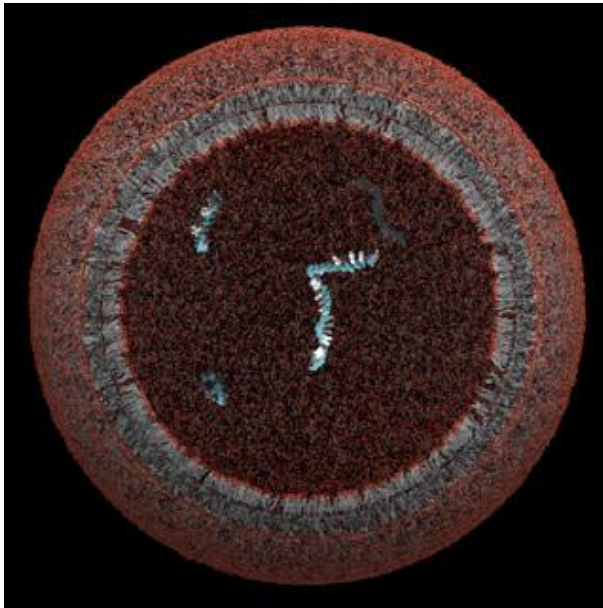


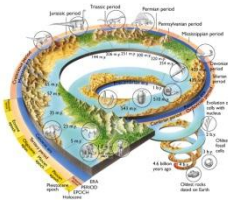




# PREDKAMBRIJ; 4500 -542 mio let

- nastanek življenja
  - najstarejše organizme na Zemlji predstavljajo filametni cianobakterij iz Avstralije: 3,5 milijarde let





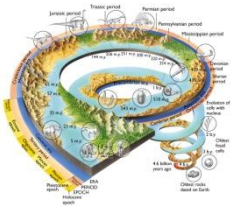
# PREDKAMBRIJ; 4500 -542 mio let

## • Stromatoliti

- Prvi nedvoumni ostanki življenja na planetu
- Tvorijo jih modrozeleni cepčljivki (prokarioti)
- Tvorijo ravne ali kokučaste kolonije na katere se lepi sediment
- Prepoznamo jih na podlagi vzporednih ali kokučastih laminiranih tvorb
- Najstarejši so iz J. Afrike, ki so stari 3,4 milijarde let
- Danes najlepše stromatolite dobimo v zalivu Shark Bay v NW Avstraliji







# PREDKAMBRIJ; 4500 -542 mio let

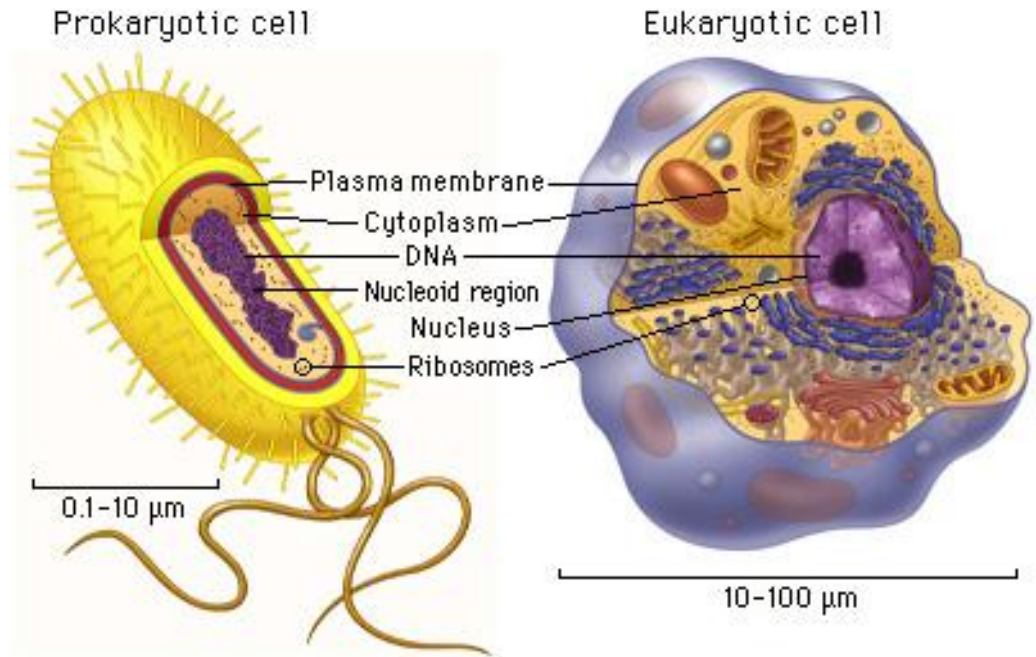
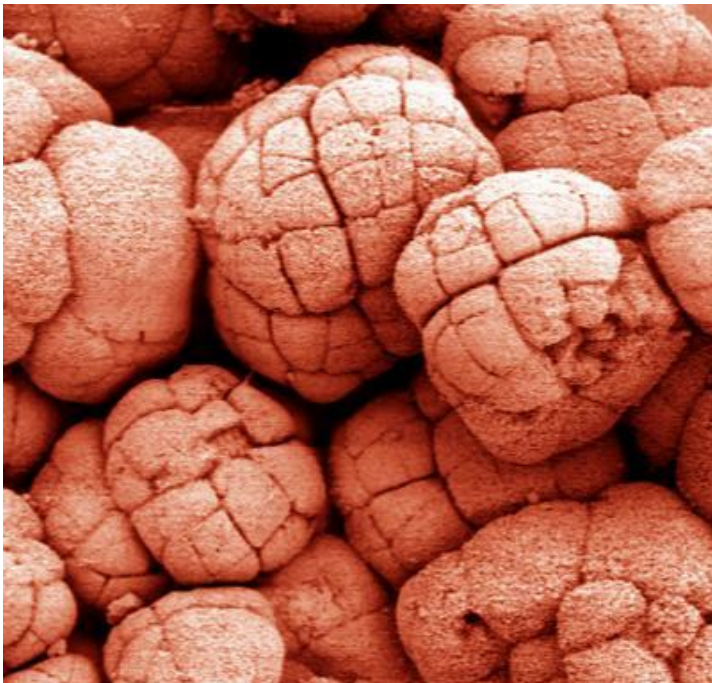






# PREDKAMBRIJ; 4500 -542 mio let

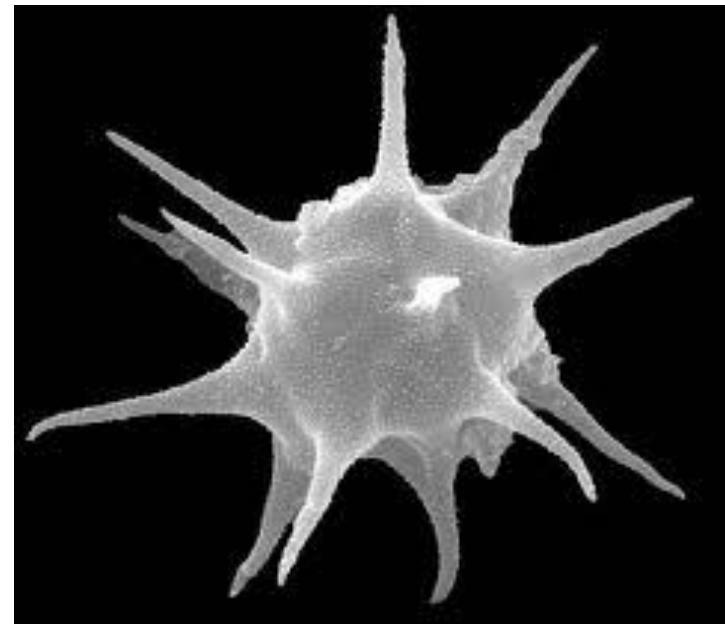
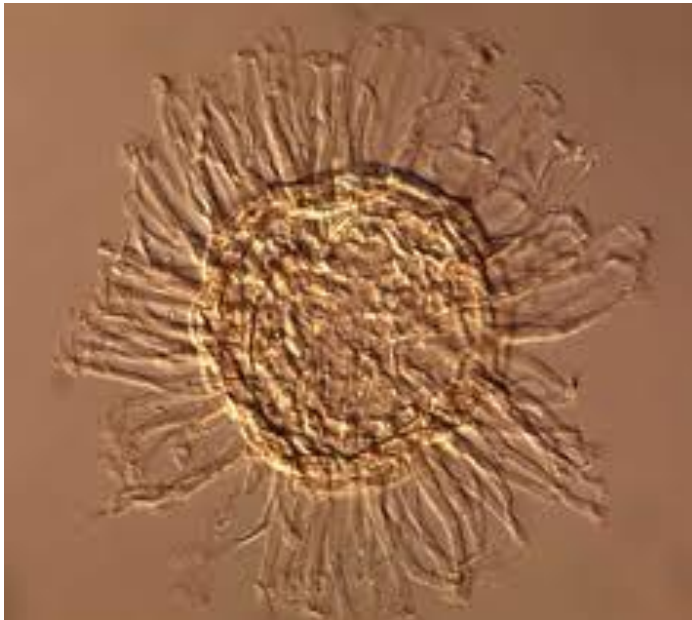
- Pred 2,7 do 2,5 milijarde let se pojavijo prvi eukarijotski organizmi (bistveno večje celice kot pri prokarijotih)
- Glavna pridobitev za življenje je možnost spolnega razmnoževanja in tako veliko večja možnost za genetske napake, mutacije in posledično pospešitev evolucije





# PREDKAMBRIJ; 4500 -542 mio let

- Zelo pomembni predkambrijski fosili so enocelični akritarhi, ki naj bi bili fitoplankton s trdnim celičnim ovojem in so zelo podobni današnjim dinoflagelatom
- Pojavijo se pred 1,6 milijard let in dosežejo svoj evlucijski višek (diverziteta, pogostnost) pred 850 milijoni (Ma) let
- Približno vzporedno z njimi se razvijejo tudi prve praživali



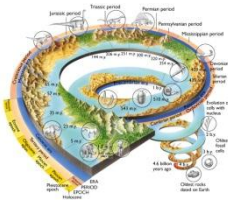


# PREDKAMBRIJ; 4500 -542 mio let

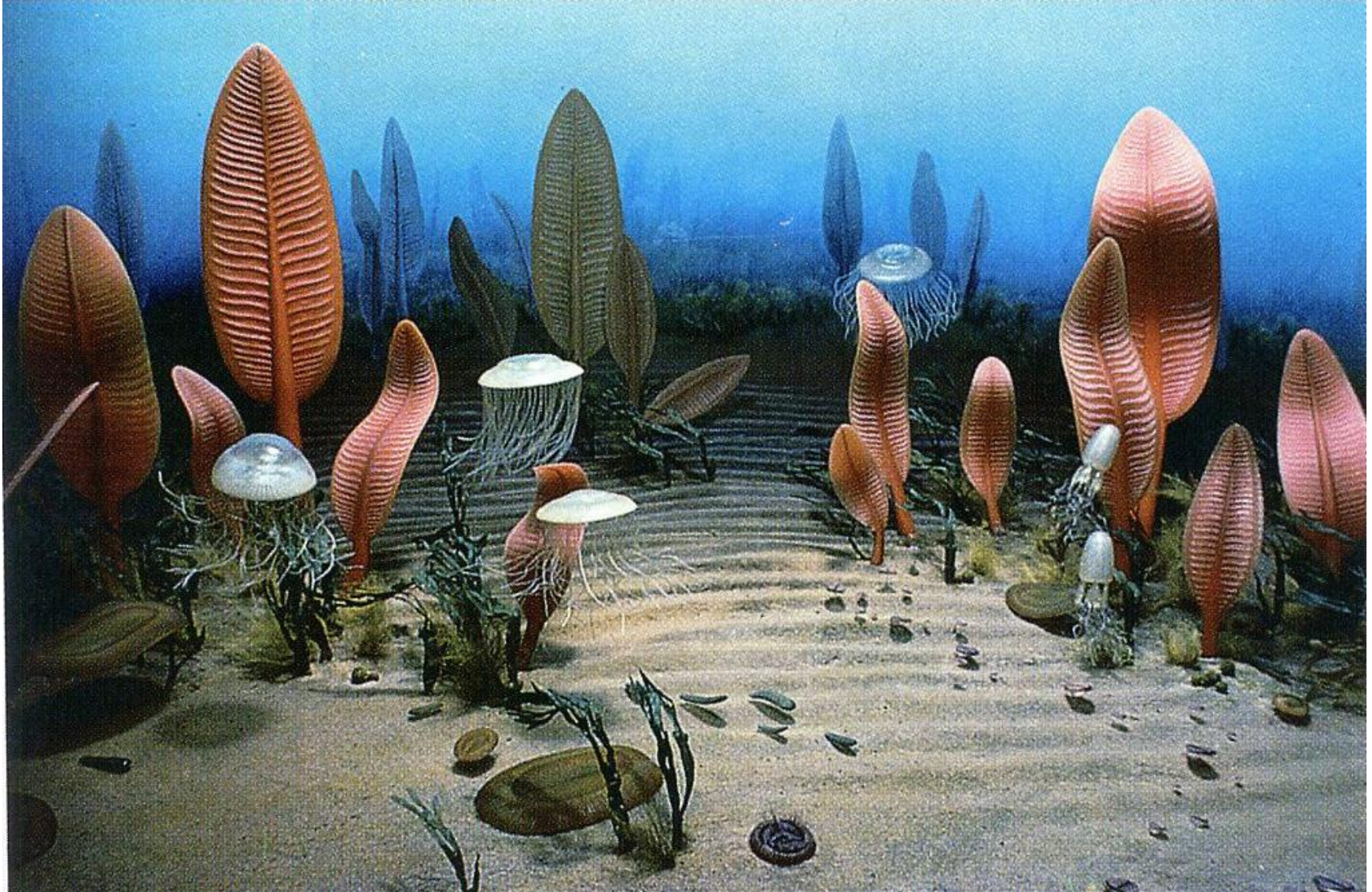
- Proti koncu predkambrija se pojavijo prvi večcelični organizmi, ki pa še nimajo trdnih skeletov in se tako zelo redko ohranijo
- So praživali (protozoa) znane kot ediakarijska fauna (ime po najdišču v Avstraliji)
- Razvijejo se pred približno 650 Ma in izumerejo v začetku Kambrija
- -pojavljajo se tri osnovne forme: diskaste, listaste in podolgovate







# PREDKAMBRIJ; 4500 -542 mio let



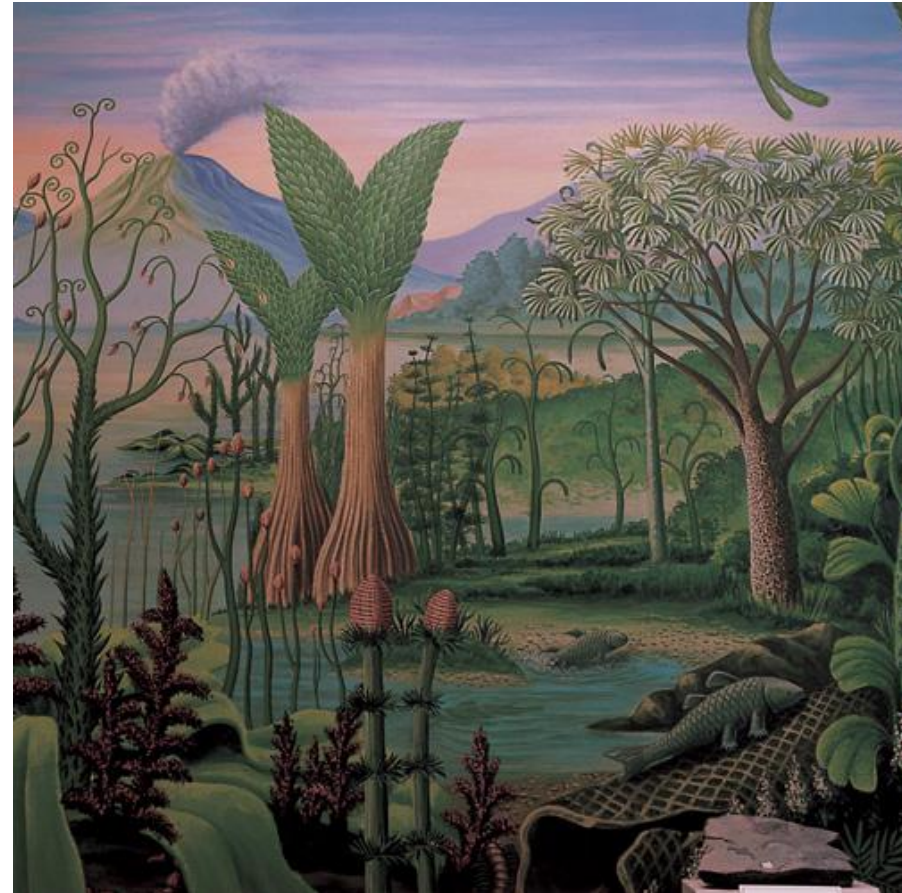




# GEOLOGIJA s PALEONTOLOGIJO za študente biologije

## 8. predavanje:

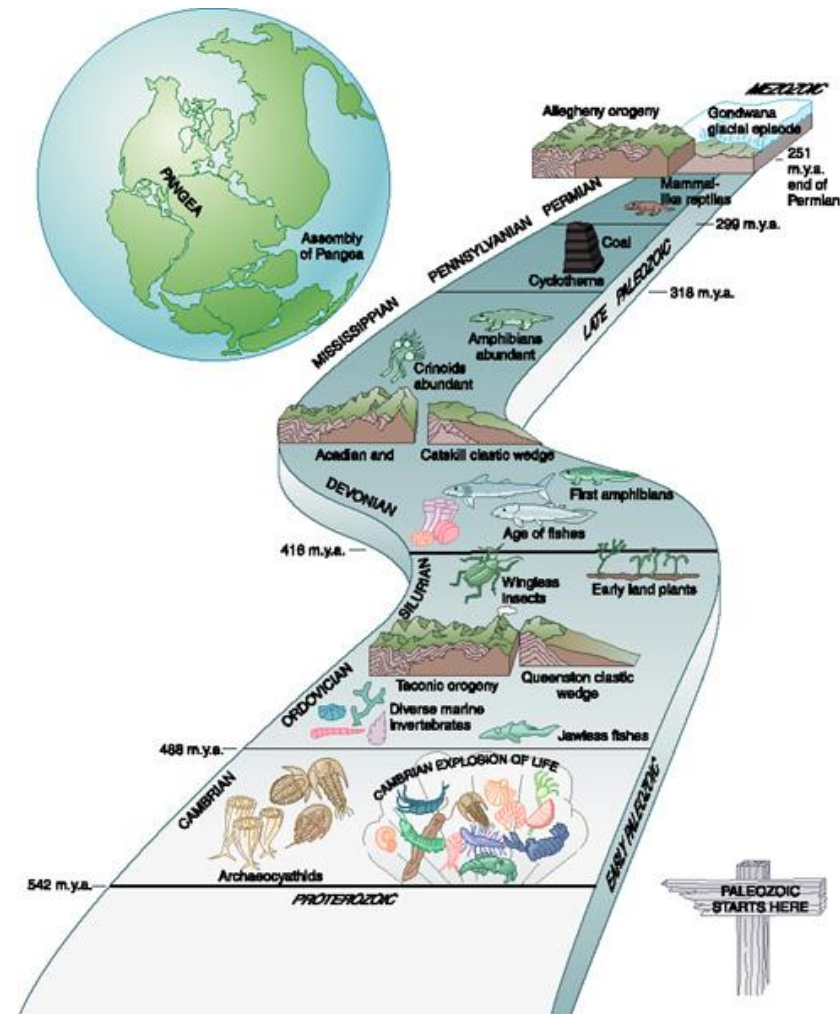
## Historična geologija: PALEOZOIK



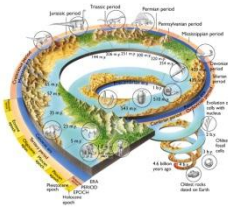


# PALEOZOIK: osebna izkaznica

- Trajanje: 291Ma
- Od 542 do 251 Ma
- Sledi predkambriju
- Sledi mu mezozoik (izumiranje na meji P/Tr)
- Paleozoik: staro življenje
- Izvor imena: grški
  - palaios (παλαιος), : star
  - zoon/ζωον: živo bitje ali žival

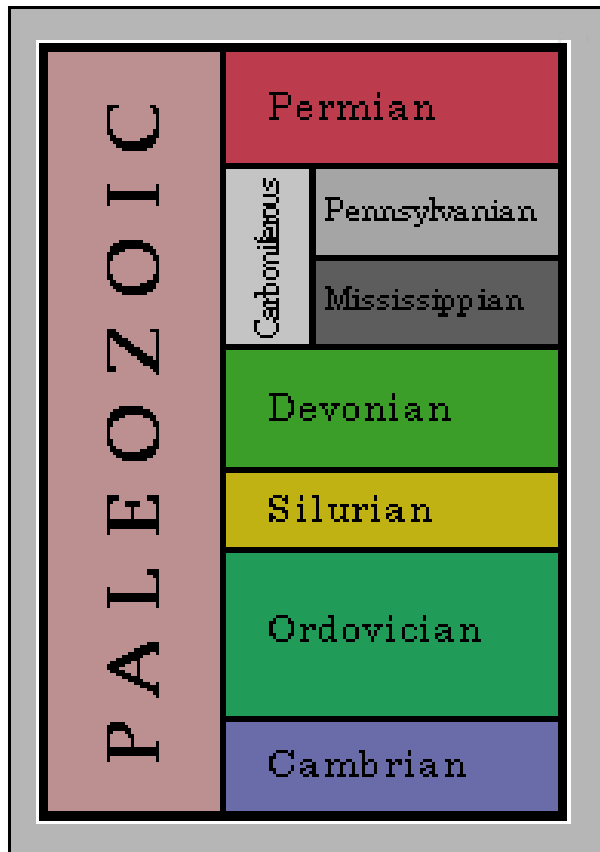






# PALEOZOIK: osebna izkaznica

- Paleozoik se deli na:



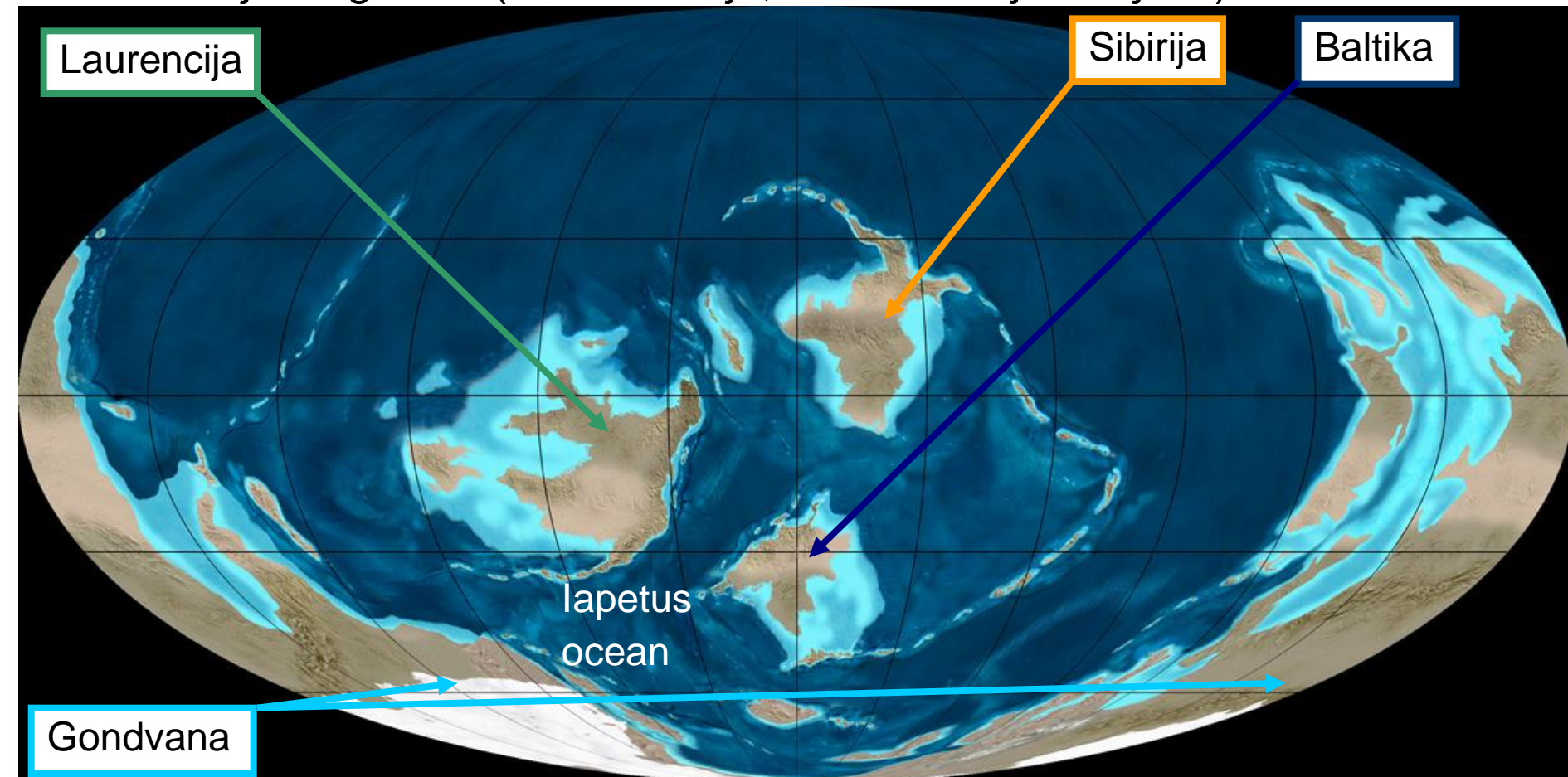
- Perm
- Karbon
- Devon
- Silur
- Ordovicij
- Kambrij



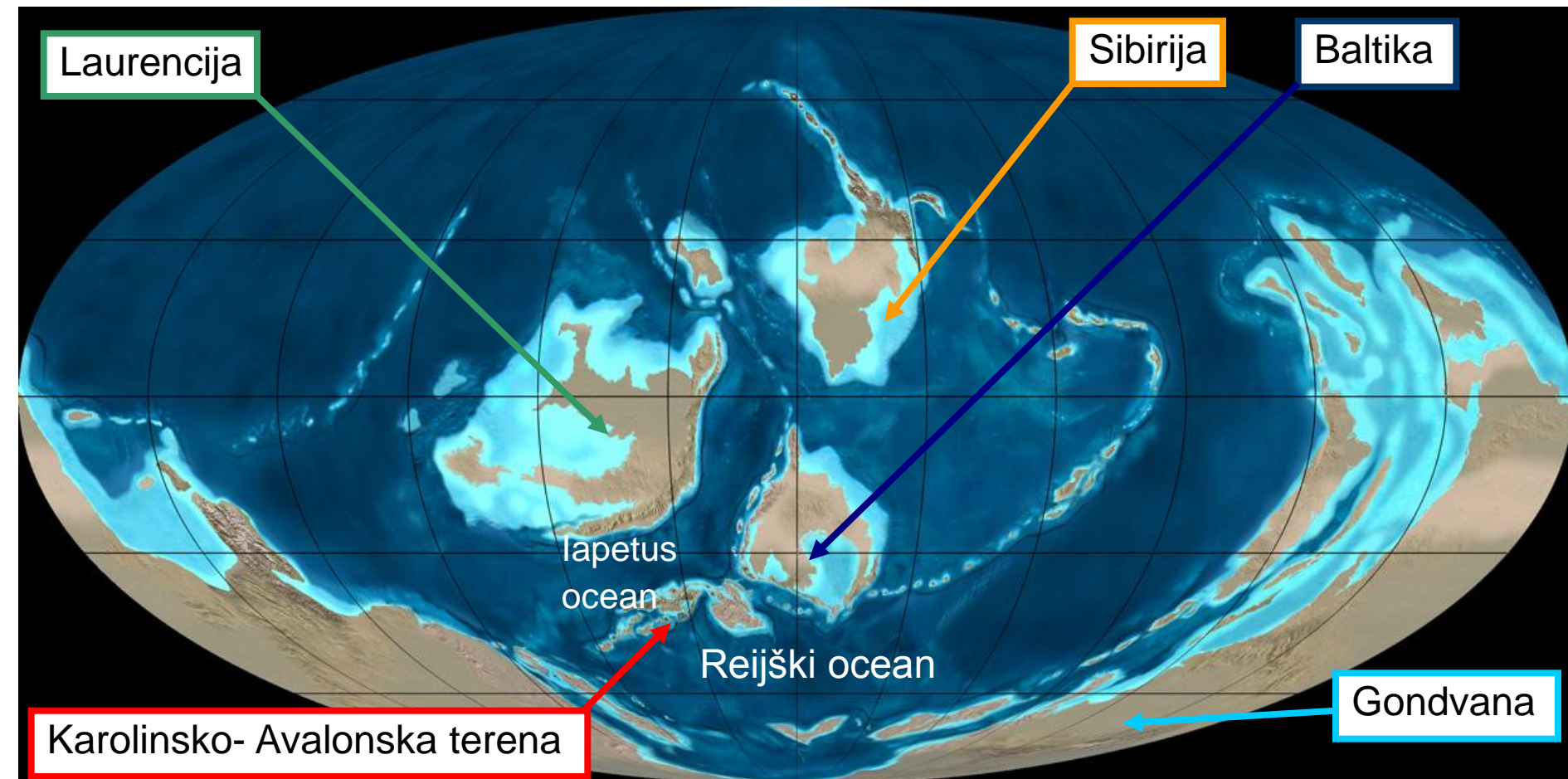




- Od Rodinije so se z razpiranjem t.i. Iapetus oceana odtrgali fragmenti kontinentalne skorje in nastali so naslednji kontinenti:
- Gondvana; ostala največji kontinent, bila v južnih geografskih širinah
- Laurencija (~današnja N Amerika); se je pomaknila na ekvator
- Baltika (~N in NE Evropa); se tudi pomaknila proti N, a ostala bližje Gondvani
- Sibirija (~N Azija); se je nahajala severno od obeh
- Ostali manjši fragmenti (Kazahstanija, deli današnje Kitajske)

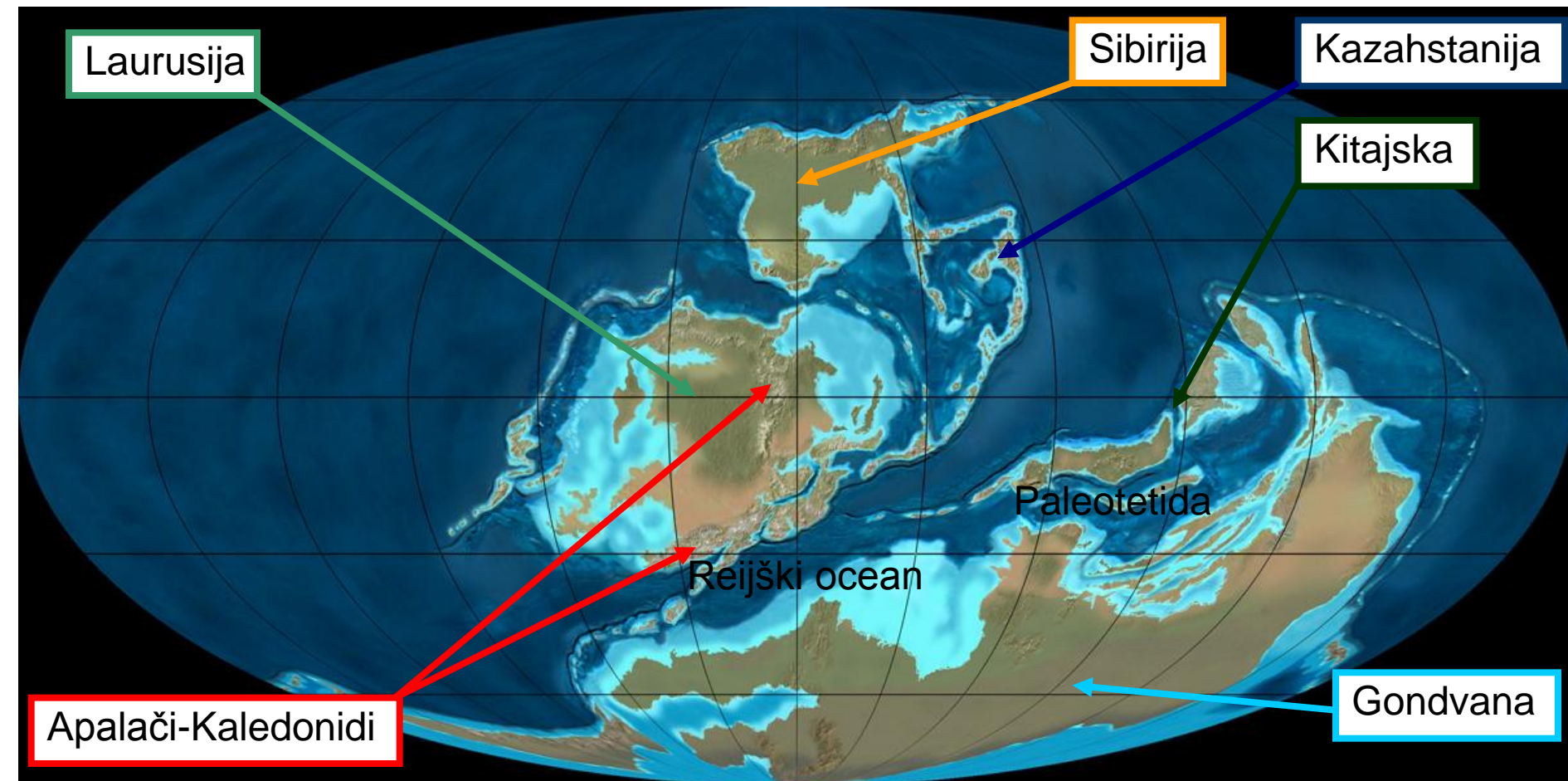


- V srednjem ordoviciju se je začel Iapetus ocean zapirati.
- Manjšal se je prostor med Laurencijo in Baltiko
- hkrati pa sta se na obronkih Gondvane odtrgala dva manjša kontinenta Karolina (~ SE ZDA) in Avalonija (~ S Velika Britanija in N Nemčija ter Poljska).
- v zaledju teh kontinentov, ki sta zelo hitro potovala proti severu, se je odprl nov Reijški (Rhaeic) ocean



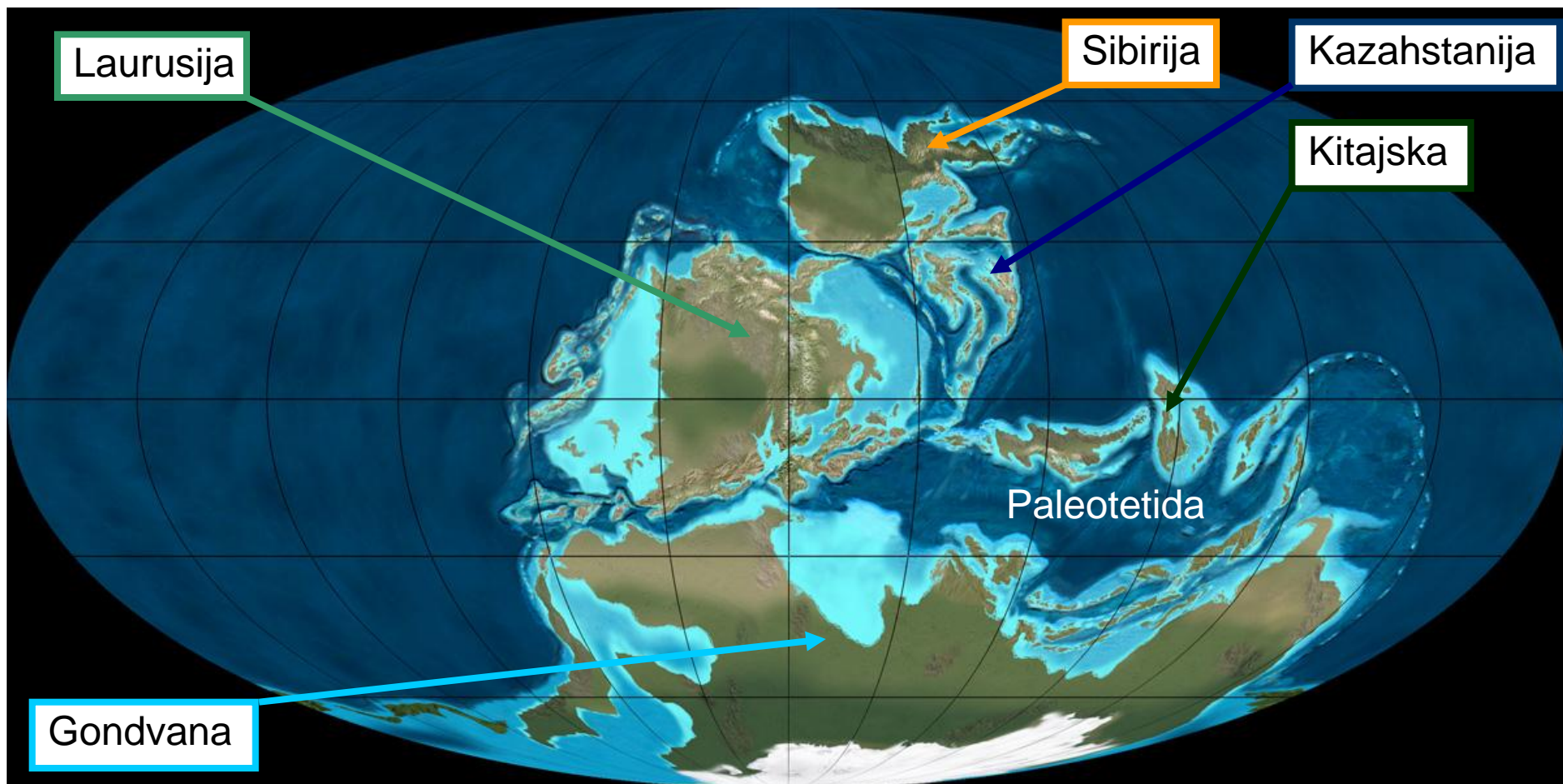


- Avalonski mikrokontinent se je najprej zvaril z Baltiko (je bila bližje Gondvani)
- Kmalu zatem je prišlo do kolizije Baltike+Avalonije z Laurencijo in nastala je t.i. Laurusija.
- Nastala so gorstva Apalači in Kaledoniti
- Višek orogeneze (gorotvornega dogajanja) je bil v poznem Siluru in zgodnjem Devonu
- Na daljnem E se je odpiral ocean Paleotetida (odtgajo se deli današnje Kitajske)

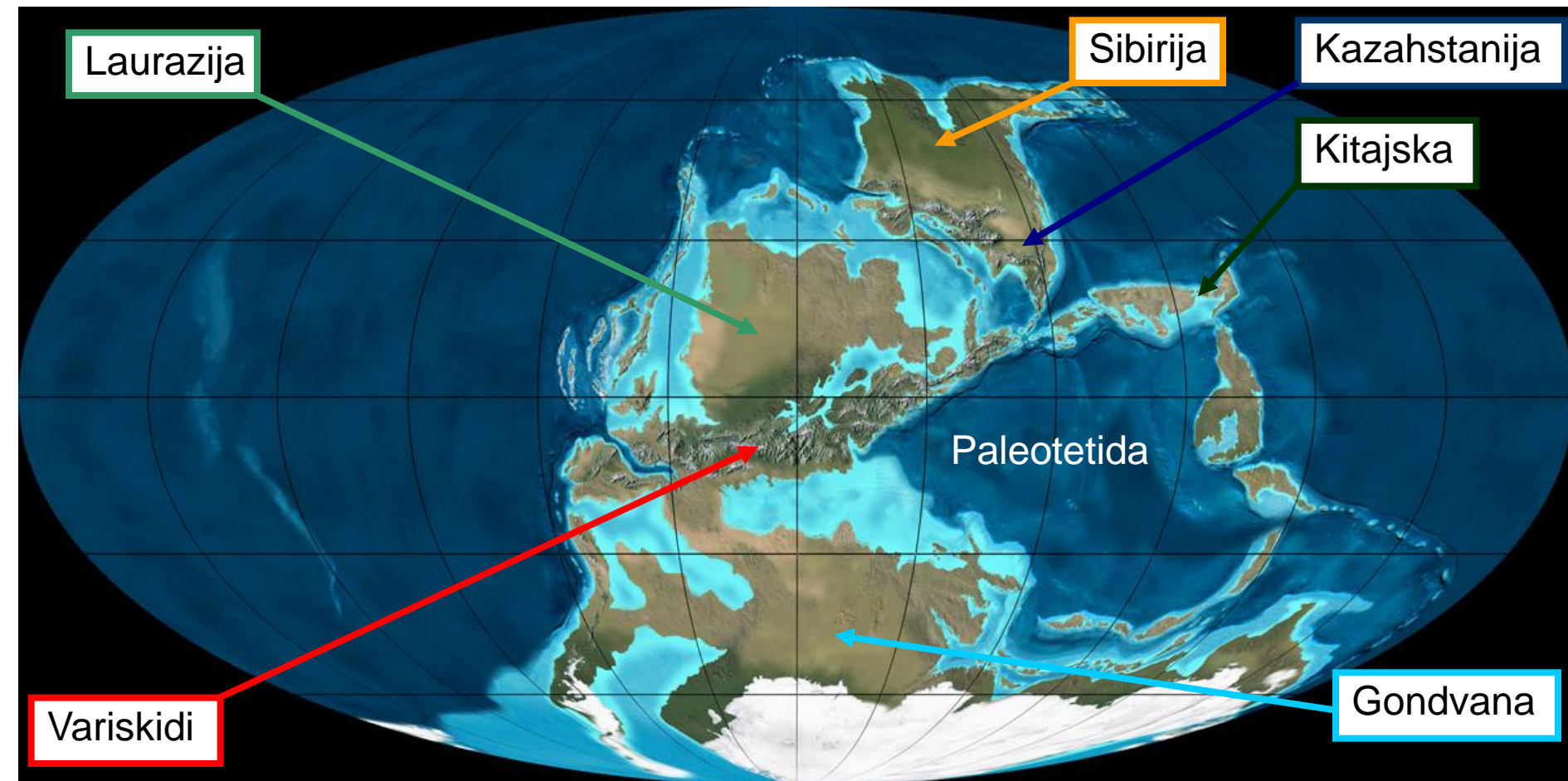




- Gondvana se začne pomikati proti severu
- To povzroči zapiranje Rhaeijskega oceana
- Sočasno z zapiranjem Reiškega oceana se začne zapirat tudi Uralski ocean med Laurusijo in Sibirijo (na N) ter Kazahstanijo (na S)
- Na daljnem E se naprej odpira Paleotetida in proti N pomikajo deli Kitajske

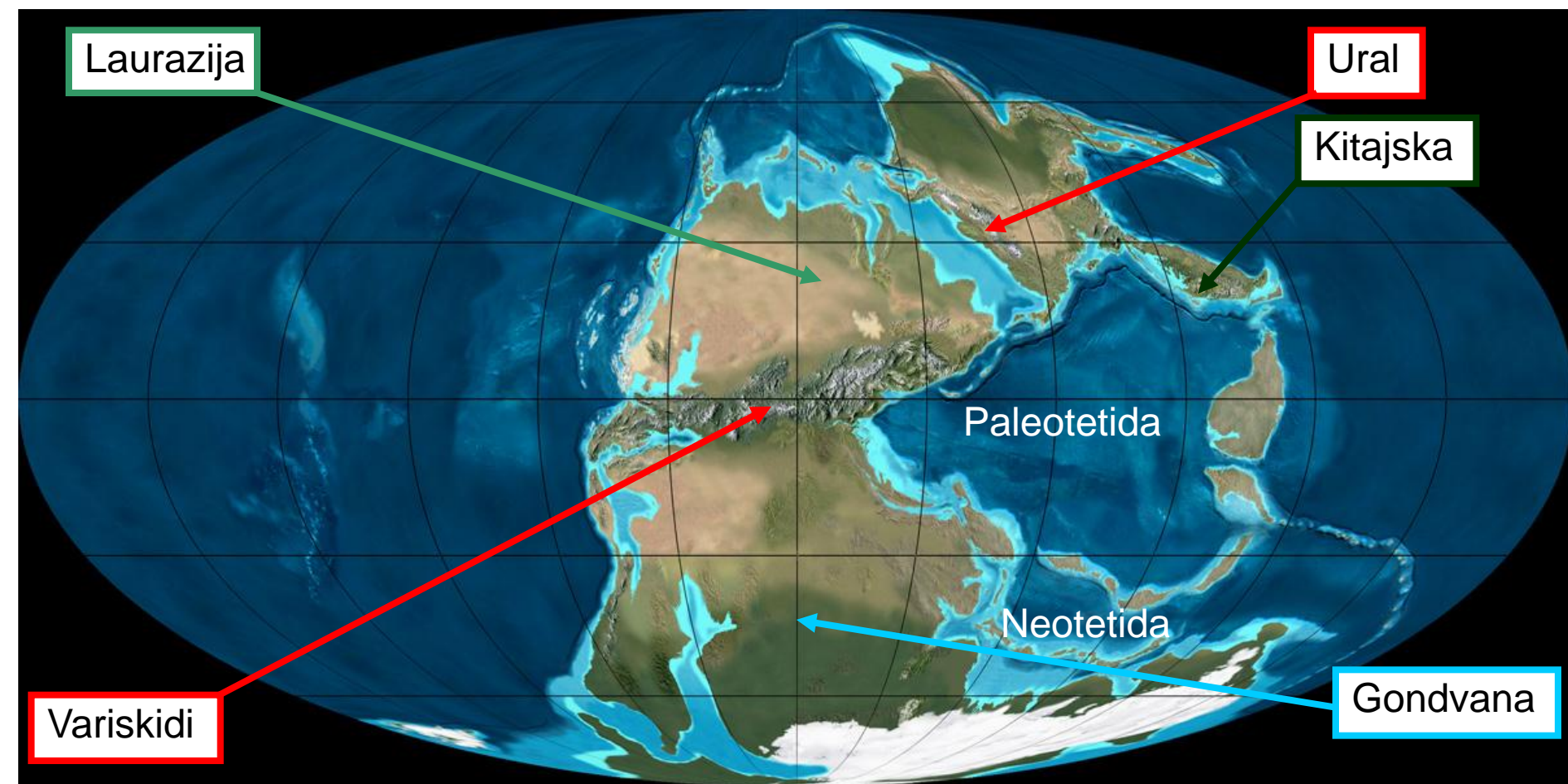


- Gondvana se zvari z Laurusijo in nastane gorstvo Variskidi
- višek Varistične orogeneze je bil v karbonu
- pri tem se zaprejo tudi W podaljški Paleotetide,
- na vzhodu pa se približno istočasno z Laurusijo zvari Sibirija in nastane Ural
- v zahodu pride do nadaljne dviganje Apalačev
- na skrajnem zahodu nastane gorstvo Quachita (današnji N Mehika)

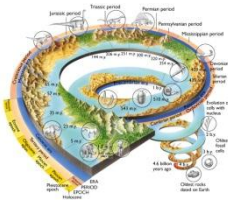




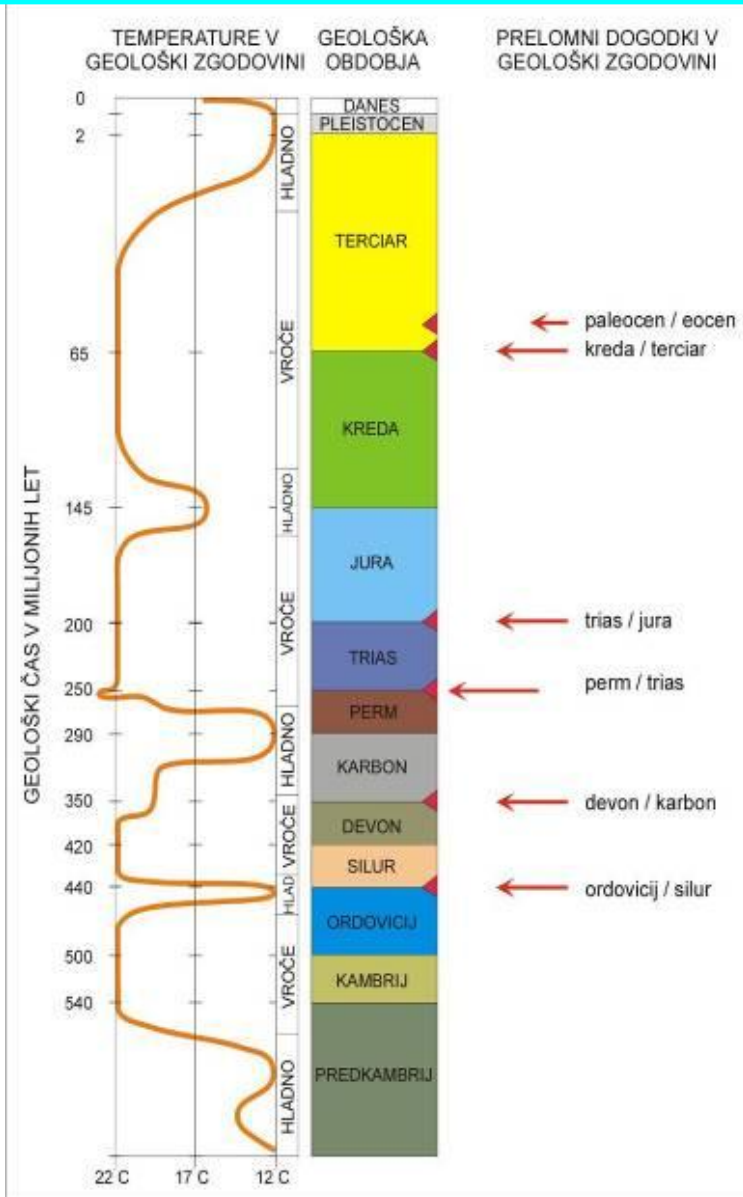
- V permu so večji kontinenti ponovno združeni v superkontinent Pangeja.
- sestavljata ga Laurazija (Laurusija + Sibirija) na N in Gondvana na S
- med obema je ~10000km dolgo gorstvo Quachita-Apalači-Variskidi in na E oceana Paleo- in Neo-Tetida
- na E Lavrazije poteka v smeri N-S Ural, ki je nastal zaradi kolizije manjše Lavrazije s Sibirijo (in manjšo) Kazahstanijo



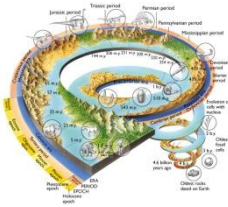




# PALEOZOIK: klima



- Paleozoik je večinoma obdobje relativno tople klime
- Izrazitejša hladna obdobja dobimo le na meji ordovicij/silur ter konec karbona v začetku perma



# PALEOZOIK

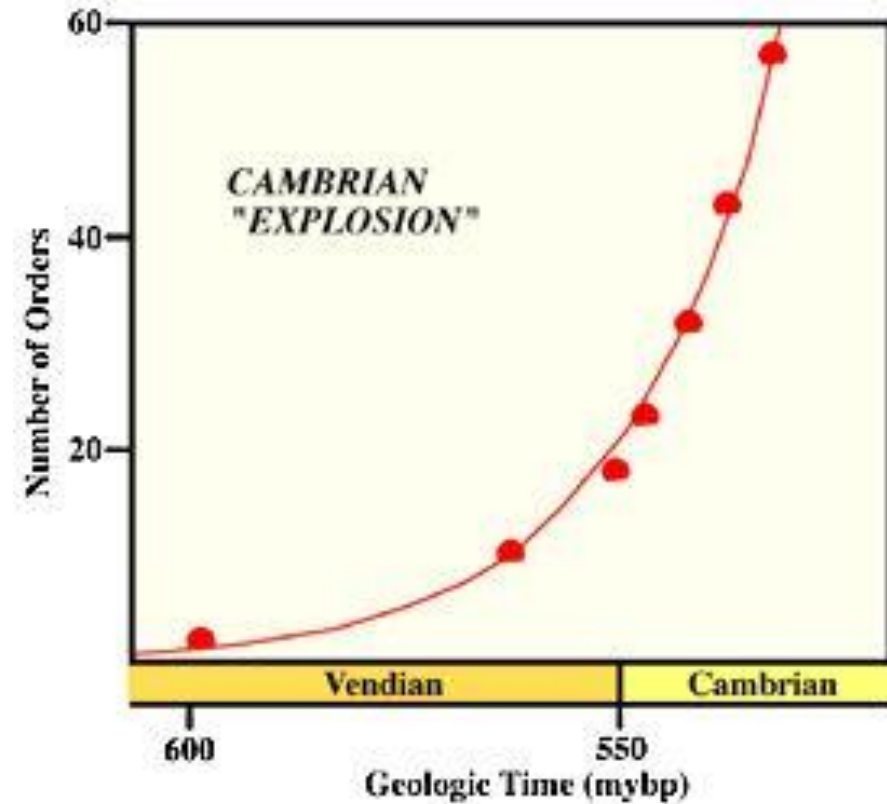
## Naj evolucijski dogodki v paleozoiku

- kambrijska eksplozija življenja
- izum skeleta
- osvajanje kopnega
  - prve kopenske rastline
  - razvoj morskih in kopenskih vretenčarjev
- konec paleozoika označi največje izumrtje v zemljini zgodovini



# PALEOZOIK

- kambrijska eksplozija življenja







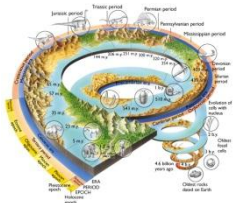
# PALEOZOIK

Fosili najdišča Burgess shale iz spodnjega kambrija pričajo o razmahu zgodnjega življenja



Vmesni člen med  
Annelido (črvi) in  
arthropodi (členonožci)

*Hallucigenia*



# PALEOZOIK



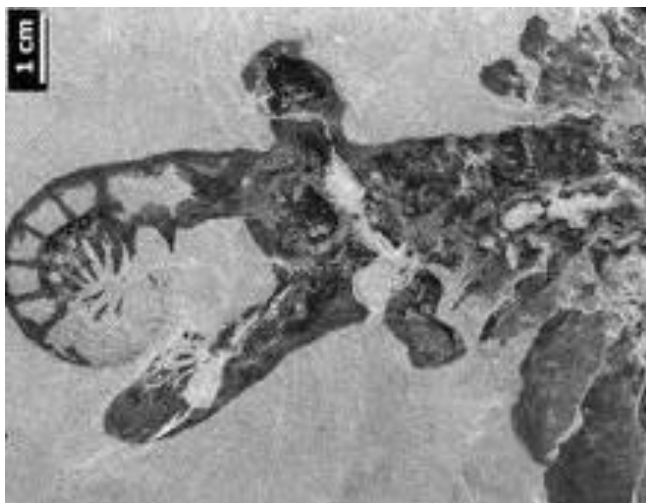
*Opabinia* – `nevaren slonček`





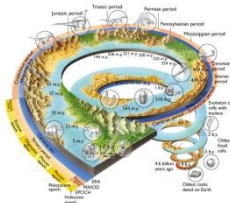


# PALEOZOIK

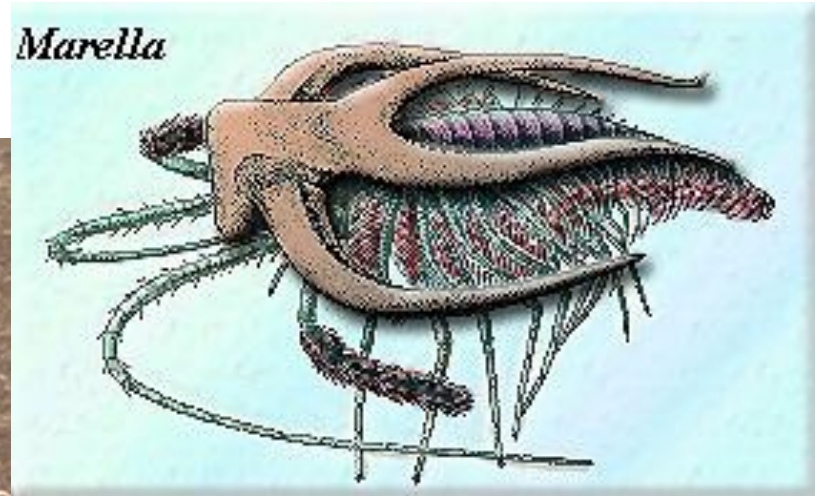


*Anomalocaris – 'lačen in največji'*

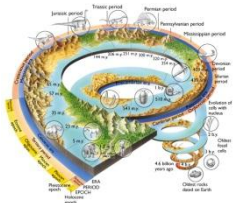




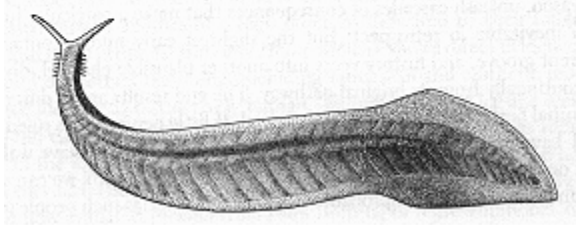
# PALEOZOIK



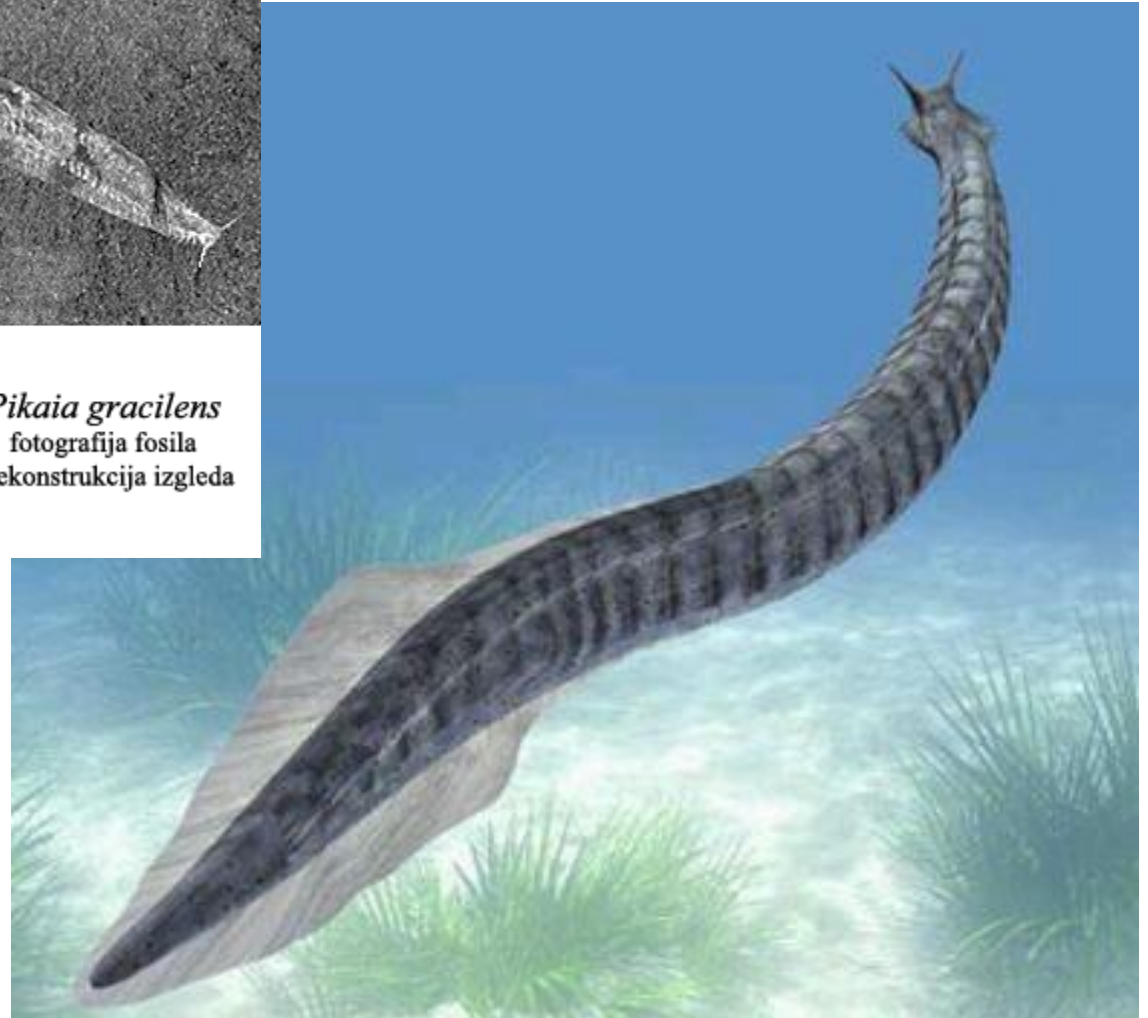
*Marella* – `miss kambrija`



# PALEOZOIK

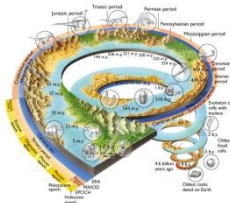


*Pikaia gracilens*  
fotografija fosila  
i rekonstrukcija izgleda



***Pikaia* – `prva s hrbtenico`**



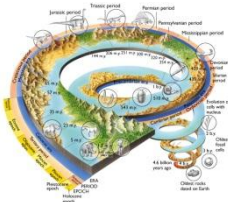


# PALEOZOIK



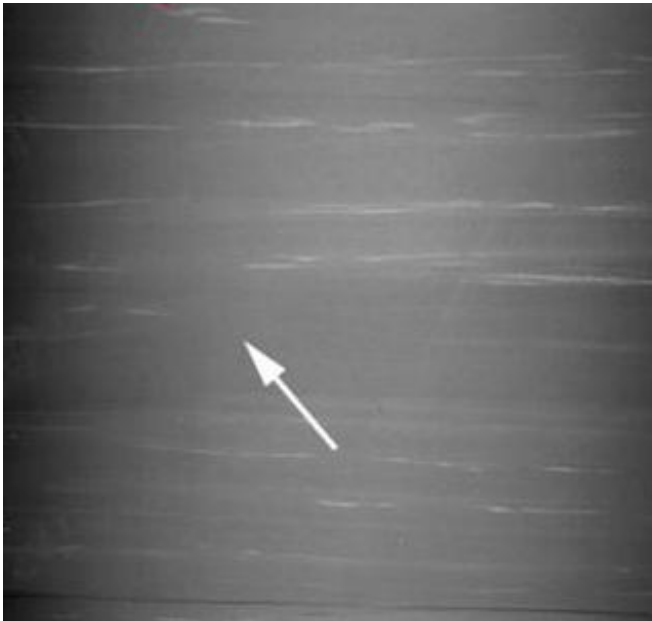
*Myllokunmingia* - `prva za v akvarij`





# PALEOZOIK

- Kambrijska eksplozija življenja se pozna tudi v sedimentih:
- predkambrijski sedimenti so večinoma intaktni
  - kambrijski in mlajši organizmi pa kažejo močno bioturbacijo = premešanje sedimenta zaradi vrtanja raznih živali, ki živijo v njemu (infauna)
  - preostale živali, ki živijo na sedimentu pa imenujemo epifauna





# PALEOZOIK

PHYLUM	BRIEF DESCRIPTION	EXAMPLES
<b>SARCODINA</b>	Single-celled eukaryotes with pseudopodia, including foraminifera and radiolarians	
<b>PORIFERA</b>	Simple, multicellular animals forming colonies and with bodies perforated by many pores. The sponges.	
<b>ARCHAEOCYATHA</b>	Extinct, double-walled, vase- or cup-shaped animals with pores in walls.	
<b>Cnidaria</b>	Radially symmetrical animals with stinging cells, including corals, jellyfish, and sea anemones	
<b>BRYOZOA</b>	Tiny, colonial animals with U-shaped row of tentacles, often building branching colonies.	
<b>BRACHIOPODA</b>	Marine invertebrates with shell composed of two parts (valves), one dorsal and the other ventral.	
<b>ARTHROPODA</b>	Animals with jointed appendages, segmented body, and armor-like exoskeleton.	
<b>MOLLUSCA</b>	Unsegmented, mostly shell-bearing invertebrates, including bivalves (clams, oysters) snails, chambered nautilus, and octopods.	
<b>ECHINODERMATA</b>	Spiny-skinned invertebrates with radially symmetrical adult bodies and water vascular system. Starfishes, sea urchins, crinoids.	

Paleozoik je obdobje v zemljini zgodovini v katerem so se razvili vsi praktično vsi zametki življenja kot ga poznamo danes

V tabeli so navedeni vse živalski redovi, ki so se razvili v paleozoiku in ki imajo velik okamenitveni potencial (možnost da se ohranijo kot fosili = okamnine je velika)



# PALEOZOIK

najznačilnejši  
kambrijski  
organizmi



A.

**brahiopodi**



E.

**trilobiti**



B.



C.



D.





# PALEOZOIK

## Enocelične živali:

A foraminifere = luknjičarke:

- od kambrija do danes
- imajo hišice s številnimi luknicami
- v jedru hišice je začetna kamrica (protokonh) okoli katere rastejo vse naslednje
- lahko zleplajo svoje hišice iz raznih drobcev ali pa z izločanjem kalcita
- višek razvoja predstavljajo fuzilinide konec paleozoika



B radiolariji = mreževci

- od kambrija do danes
- planktonski organizmi
- skelet tvorijo iz kremenice
- pravi razmah doživijo šele po paleozoiku



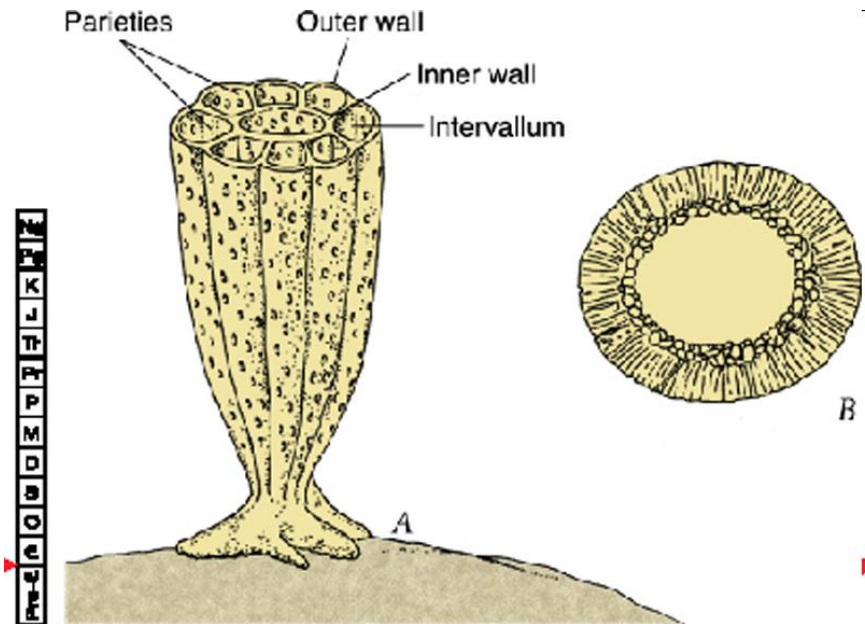
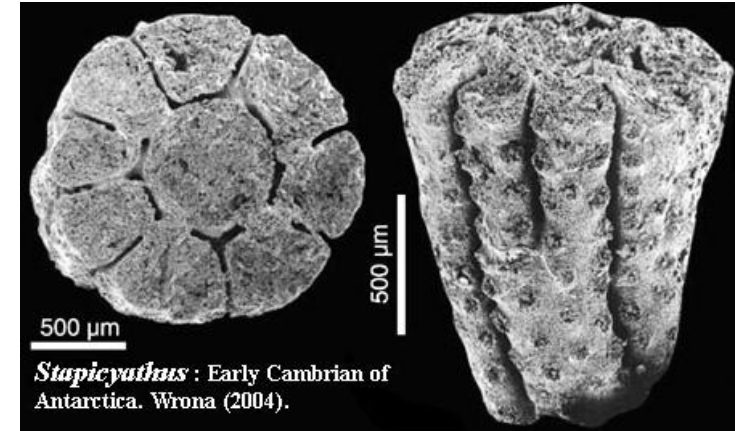


# PALEOZOIK

## NEVRETNČARJI:

A *Archaeocyatha* = `starodavne čaše`:

- živele samo v kambriju
- podobne vazi
- notranja zgradba kaže na ali morske spužve ali korale (ne vemo točno kaj)
- živele pritrjene na morsko dno med stromatolitnimi kolonijami





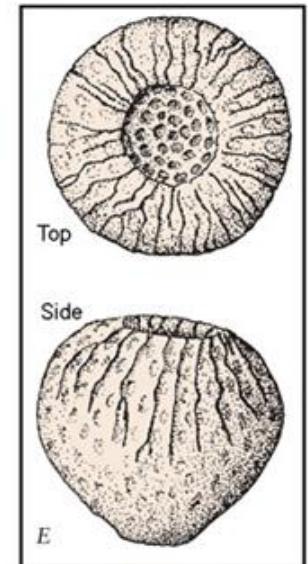
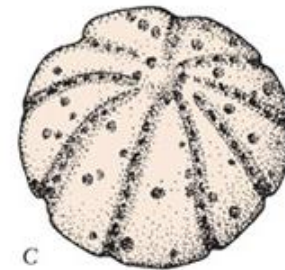


# PALEOZOIK

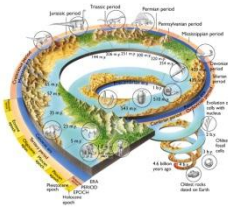
## NEVRETENČARJI:

B spognije = morske spužve:

- od kambrija do danes
- zelo preproste živali brez izrazitih notranjih organov
- verjetno so se razvile iz enoceličnih kolonijskih organizmov
- skelet tvori množica drobnih skeletnih elementov, ki se imenujejo spikule, ki so iz kalcita, kremenice ali spongina (tiste za v banjo)







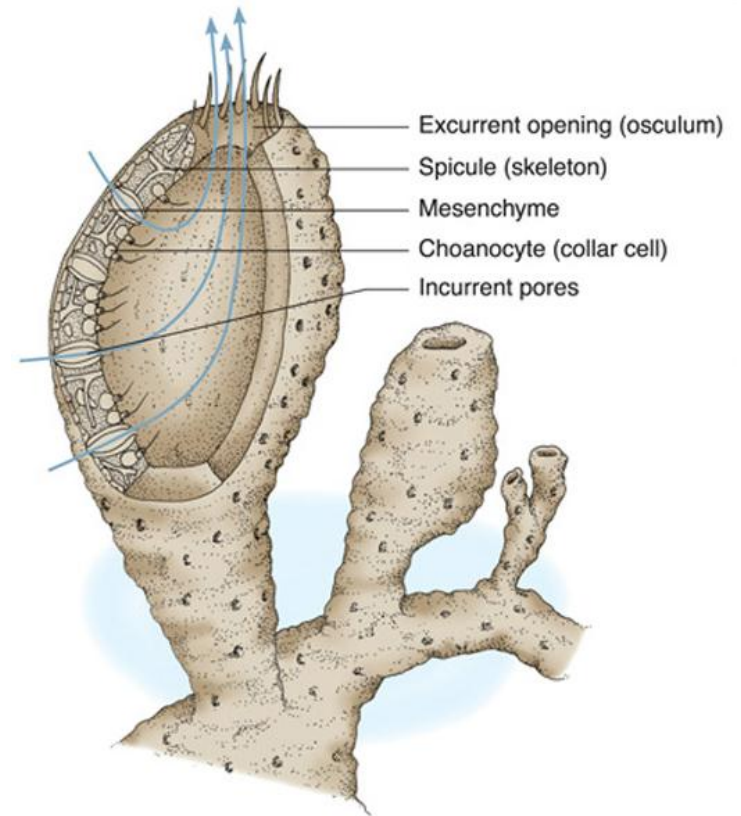
# PALEOZOIK

## NEVRETENČARJI:

B spognije = morske spužve:

-osnovna oblika je čašasta s številnimi luknjicami, skozi katere te živali filtrirajo vodo s tem da tok ustvarjajo s bički

-v paleozoiku so zelo pogoste skorjaste omorske spužve t.i. stromatoporoide, ki so živele na grebenih



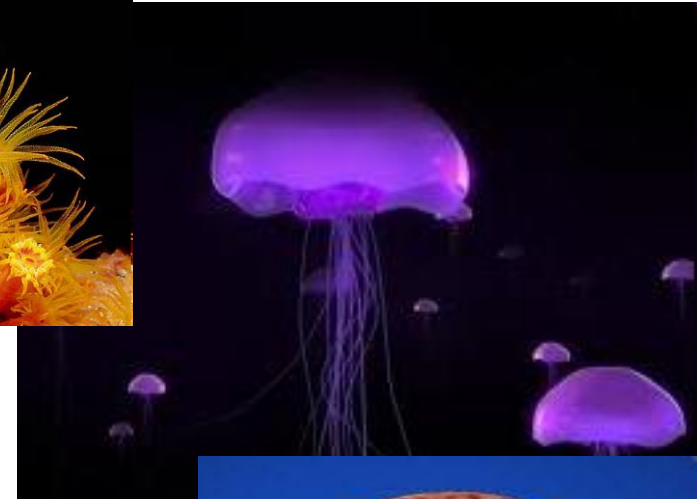


# PALEOZOIK

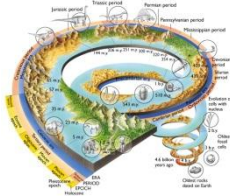
## NEVRETENČARJI:

### C ožigalkarji

- od predkambrija do danes
- imajo že bolj diferencirano telo
- celotnemu redu skupne ožigalke
- zelo lepe živali







# PALEOZOIK

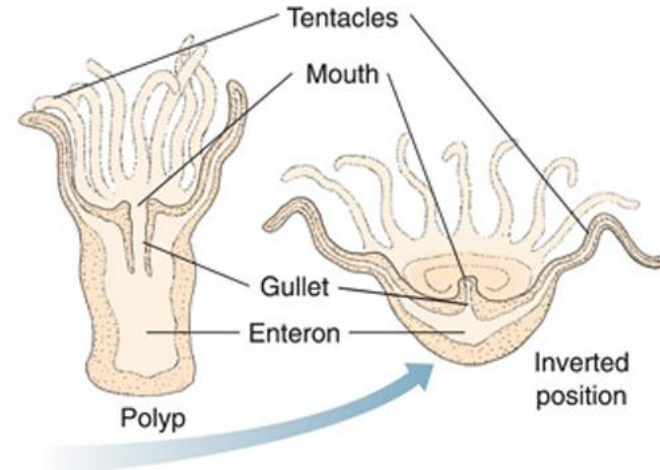
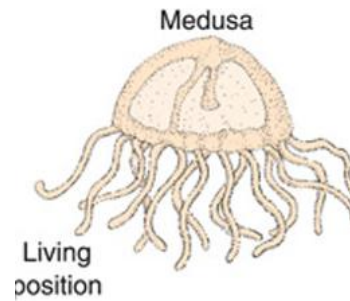
## NEVRETENČARJI:

C ožigalkarji → korale

-osnovna oblika ožigalkarjev je meduza ali polip

-kot fosili se ohranijo predvsem korale

-osnovna čaša v kateri korala živi se imenuje teka (theca), ki je razdeljena z vzdolžnimi ploščicami septami







# PALEOZOIK

## NEVRETENČARJI:

C ožigalkarji → korale

-glede na obliko sept jih delomo na:

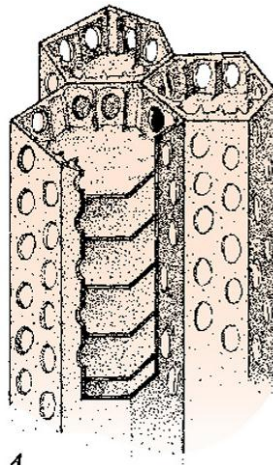
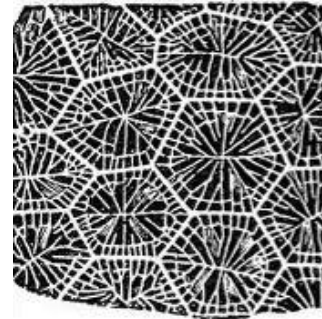
1 rugozne ali tetrakorale

2 sklerantinske ali heksakorale

3 tabulatne korale; sept sploh ni, ampak imajo ploščice (tabule) orientirane prečno na teko

-paleozoik so preživele samo heksakorale

-korale so lahko solitarne ali kolonijske







# PALEOZOIK

## NEVRETENČARJI:

D briozi = mahovnjaki

-od ordovicija do danes

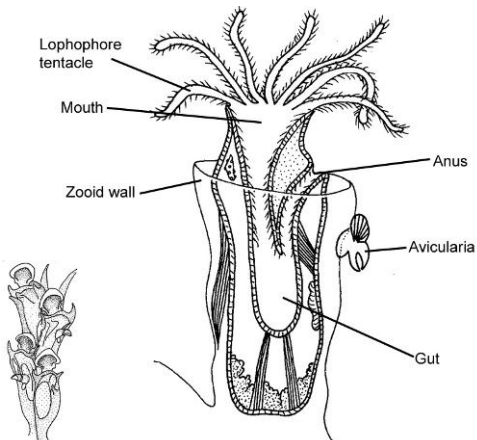
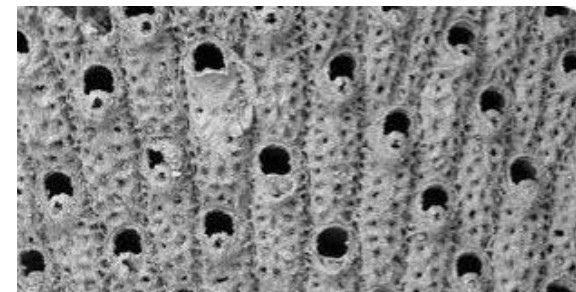
-so bilateralno simetrični

-kolonijski organizmi v obliki skorij ali vejic

-živel predvsem na grebenih

-posamezen organizem se imenuje zooid in živi v svoji kalcitni kapsuli znotaj kolonije imenovane zooarium

-imajo tentakle (lovke) okoli ust in prebavni trakt v obliki črke U







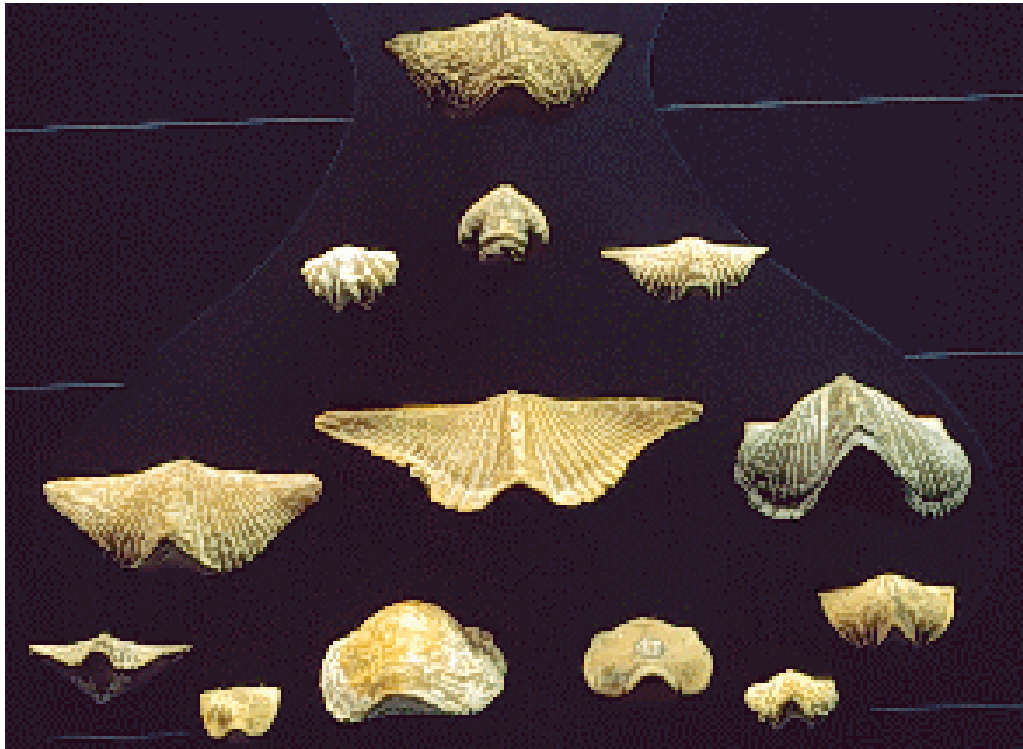


# PALEOZOIK

## NEVRETENČARJI:

E brahiopodi = ramenonožci

-so zelo pogosti in raznoliki, ter eni najpomembnejših fosilov v paleozoiku





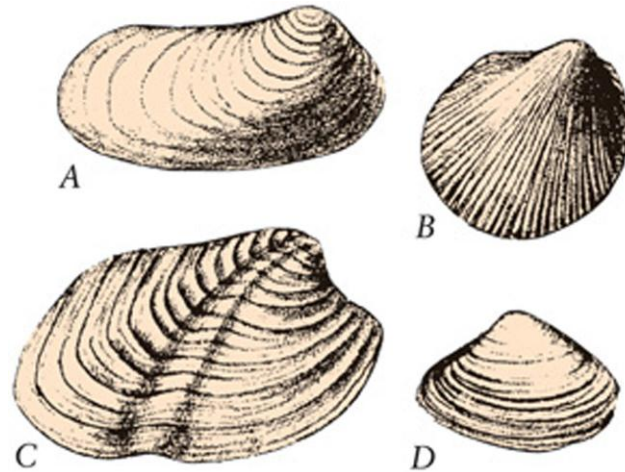
# PALEOZOIK

## NEVRETENČARJI:

F moluski = mehkušci

-od kambrija do danes

-sem spadajo velika večina  
organizmov, ki jih dobimo na  
današnjih obalah: polži, školjke,  
hobotnice, lignji







# PALEOZOIK

## NEVRETENČARJI:

F moluski = mehkušci;

Cefalopodi = glavonozci

- sem spadajo današnji lignji, sipe, hobotnice
- najbolj kompleksni med vsemi nevretenčarji
- so bilateralno simetrični, z veliko glavo, očmi in lovkami

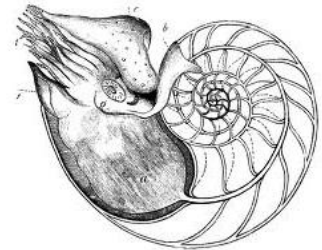
-edini še v lupinici pa je brodnik ali nautilus in je ključen za razumevanje paleozojskih glavonožcev (ki so vsi izumrli)

-živi v prvi kamrici

-lateralno se premika z izstikanjem vode skozi velik lijakas organ

-verikalno se premika z dodajanjem ali odvzemanjem t.i. krvnega plina v preostale kamrice v hišici po sifoju

-v primeru nevarnosti se skrije v hišico in pokrije z čelno gubo







# PALEOZOIK

## NEVRETENČARJI:

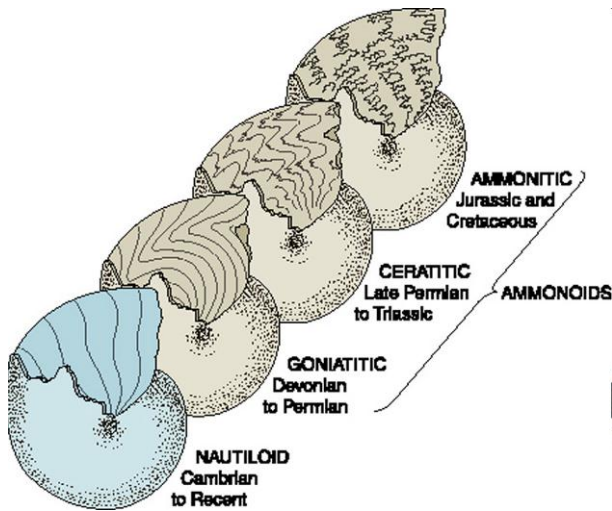
F moluski = mehkušci;

Cefalopodi = glavonožci

-poznamo dve osnovni obliki fosilnih glavonožcev

A ravne hišice → ortocerasi (notranje podobni nautilusu) in belemniti (podobni cigari z kalcitnim jedrom = rostrumom)

B spiralno zavite hišice → amoniti (delimo jih na podlagi oblike suturne linije, ki nastane na stiku med notranjimi septami (stenami med kamrcami) in zunanjo steno hišice; amoniti so namesto čelne gube imeli trna kalcitna vrata = aptihe)





# PALEOZOIK

## NEVRETENČARJI:

G artropodi = členonožci

-sem spada cel niz dane še živečih živali:  
pajki, insekti, raki in podobna svojat

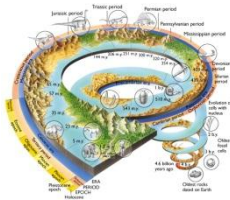
-imajo zelo dobro razčlenjeno telo  
pogosto s hitinskim skeletom,  
glavopršjem, očmi, parnimi okončinami in  
zelo dobro razvitim živčnim sistemom ter  
čutili

-čeprav so te živali izjemoma sicer  
ohranijo kot fosili, pa imamo tri veliko bolj  
slavne fosilne skupine, ki soadajo med  
členonozce:

- trilobiti
- ostrakodi
- euripteridi







# PALEOZOIK

## NEVRETENČARJI:

G artropodi = členonožci  
trilobiti = trokroparji

-živeli samo v paleozoiku  
-več izumrtij tudi tokom paleozoika

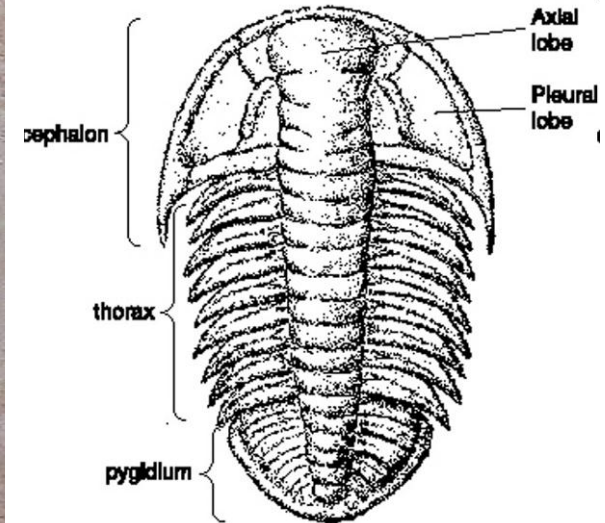
-plavali ali se plazili

-ime po treh vzdolžnih  
izboklinah (lobih)

-skelet iz hitina ojačanega s  
kalcitom

-sestavljani: glavoprsje  
(cefalon), trup (toraks), rep  
(pigidion)

-pri nas nahajališča predvsem  
v Karavankah (Javorniški rovt)







# PALEOZOIK

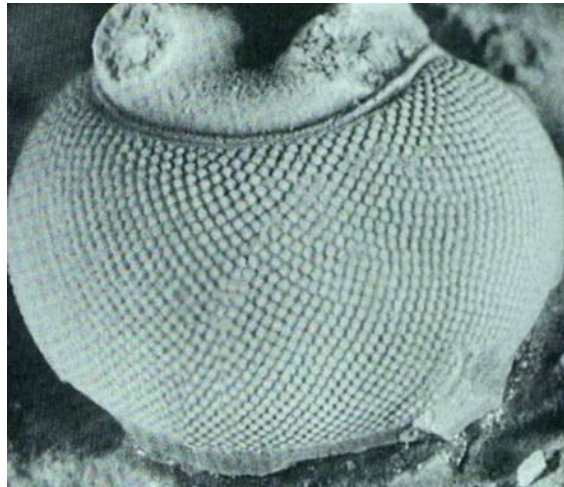
## NEVRETENČARJI:

G artropodi = členonožci

trilobiti = trokroparji

-so se lahko zavili za zaščito (kot jež)

-lahko so imeli preproste oči z eno lečo ali pa kompleksne mnogolečne (fasetne) oči kot jih danes poznamo pri insektih





# PALEOZOIK

NEVRETENČARJI:  
G artropodi = členonožci  
trilobiti = trokroparji  
-lepotci!





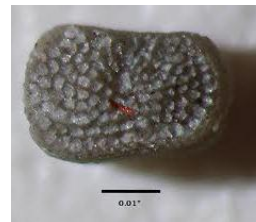
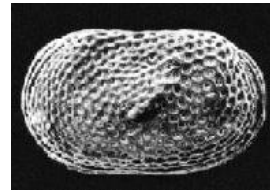
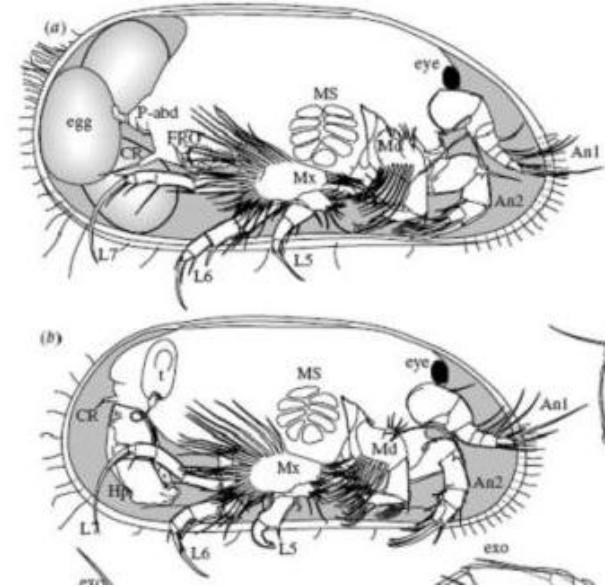


# PALEOZOIK

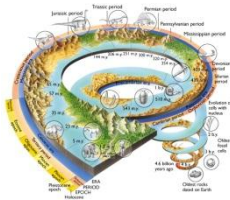
## NEVRETENČARJI:

G artropodi = členonožci  
ostrakodi

- kambrij do danes
- iz dveh lupinic z zavihkom
- so mali fižolčki







# PALEOZOIK

## NEVRETENČARJI:

G artropodi = členonožci

Euripteridi

-živelj samo v paleozoiku

-so impresivni predatorji

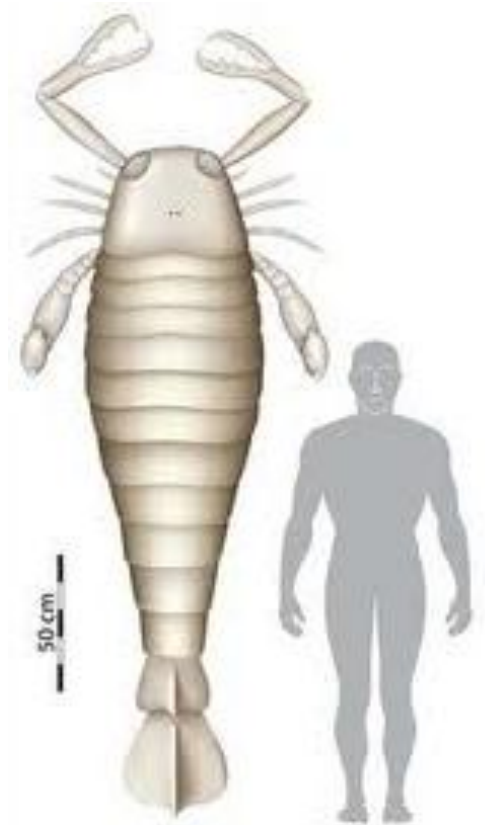
-pet parov okončin in grozeče klešče

-nekateri imajo dolg trnast rep

-večinoma majhni, a nekateri veliki tudi preko 2 metra

-primerni za Hollywood

-nekateri verjetno vsaj deloma zahajali tudi na kopno



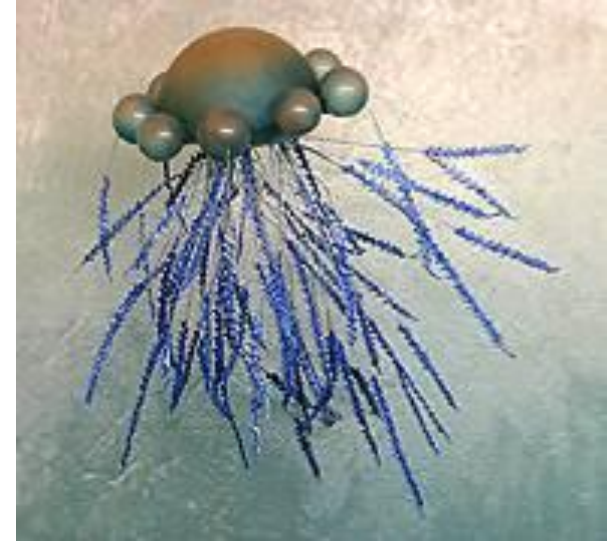
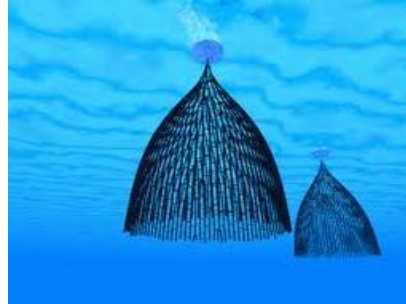


# PALEOZOIK

## NEVRETENČARJI:

### G graptoliti

- živeli samo v paleozoiku
- planktonski organizmi
- skelet iz močnega hitina
- nitaste kolonije majčkenih organizmov
- leta 1989 so v južnem Pacifiku našli mogoče `preživle` in v sledečih letih še nekaj njih pri Bermudih





# PALEOZOIK

## NEVRETENČARJI:

G ehinodermi = iglokožci

-sem spadajo, morski ježki, morske zvezde, kačjerepi, morske klobase, krinoidi

-imajo nenavadno, petkratno simetrijo, ki prekriva preprosto bilateralno simetrijo

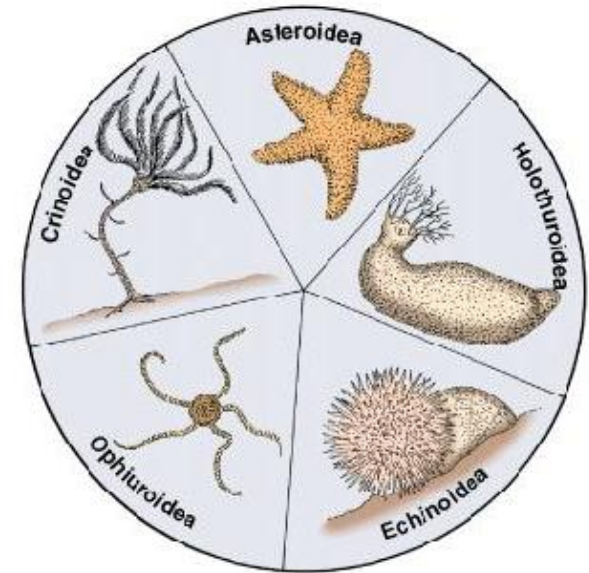
-skeleti so iz kalcitnih ploščic in mnogi imajo tudi bodice

-imajo samosvoj dihalni aparat, ki hkrati služi za premikanje

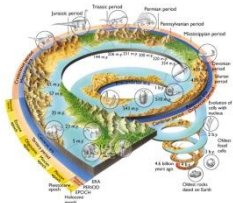
-so samo morski in živijo na morskem dnu (epi & infauna)

-verjetno so se razvili že v predkambriju, a skelete so razvili šele v paleozoiku

-večina skupin živi še danes







# PALEOZOIK

## NEVRETNČARJI:

G ehinodermi = iglokožci

-med fosili so pogosti kačjerepi, morski ježki in krinoidi (morske lilije)

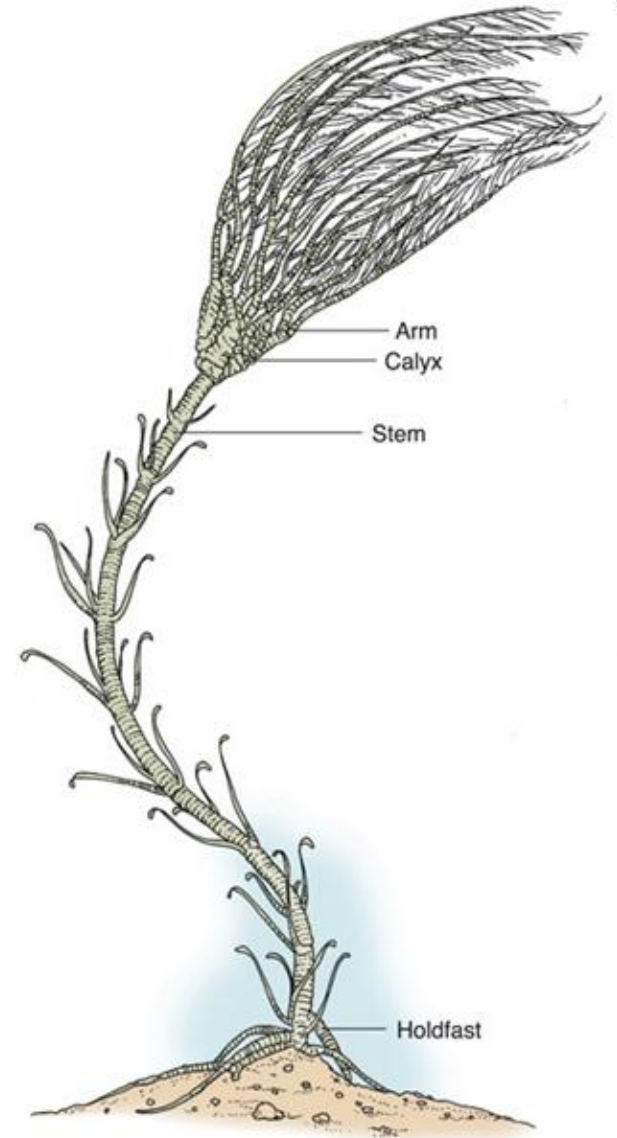




# PALEOZOIK

## NEVRETNČARJI:

G ehinodermi = iglokožci  
-krinoidi so živali pritrjeni  
z dolgimi peclji na  
morsko dno, žival je bila  
v čašici iz katere so  
štrlele številne `roke`  
-pogosto razpadejo na  
majhne (kalcitne)  
ploščice











# PALEOZOIK

## VRETENČARJI:

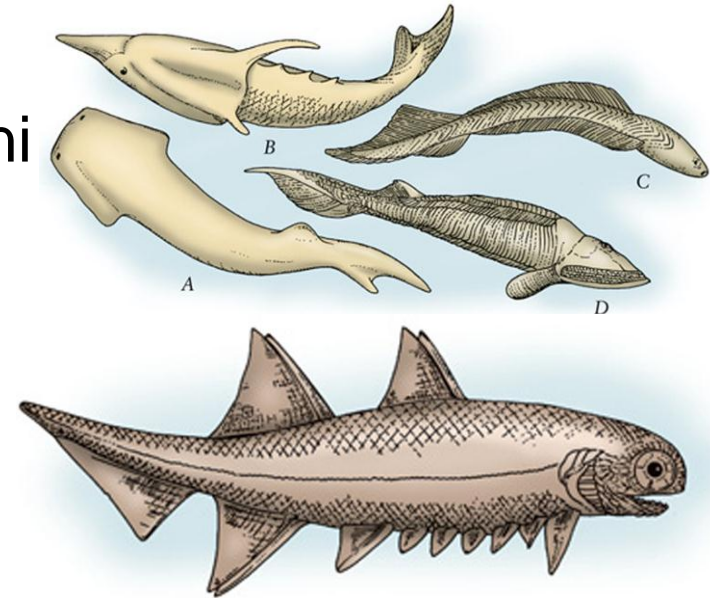
Se ohranijo redko a so ti fosili pomembni za razumevanje evolucije

A ribe:

-kambrij do danes

Razvoj rib je šel približno takole:

- 1 brezčeljuste ribe (najstarejše)
- 2 razvoj čeljusti (dva redovova)
- 3 ribe ščitarice





# PALEOZOIK

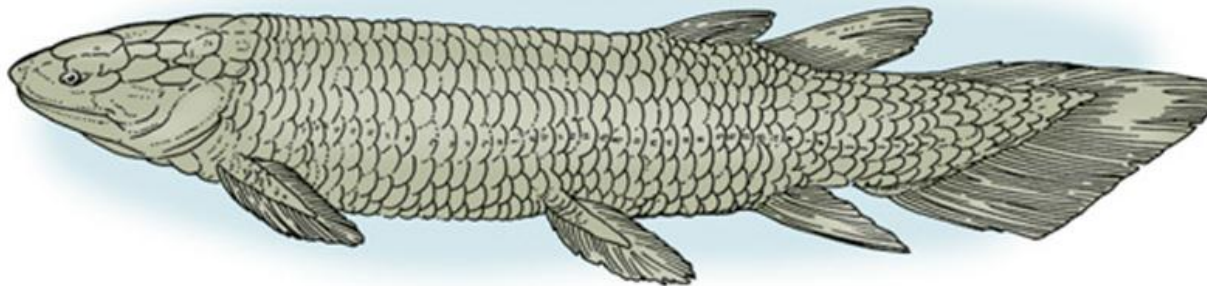
## VRETENČARJI:

4 ribe s hrustančastim skeletom

5 ribe kostnice:

-večina današnjih rib

-ribe pljučarice (še posebej pomembne saj so se iz njih razvile dvoživke in nato naprej kopenski štirinozci); prepoznamo jih po dveh nosnih odprtinah na sprednji strani lobanje, prve tovrstne ribe naj bi imele in primitivna pljuča in škrge





# PALEOZOIK

## VRETENČARJI:

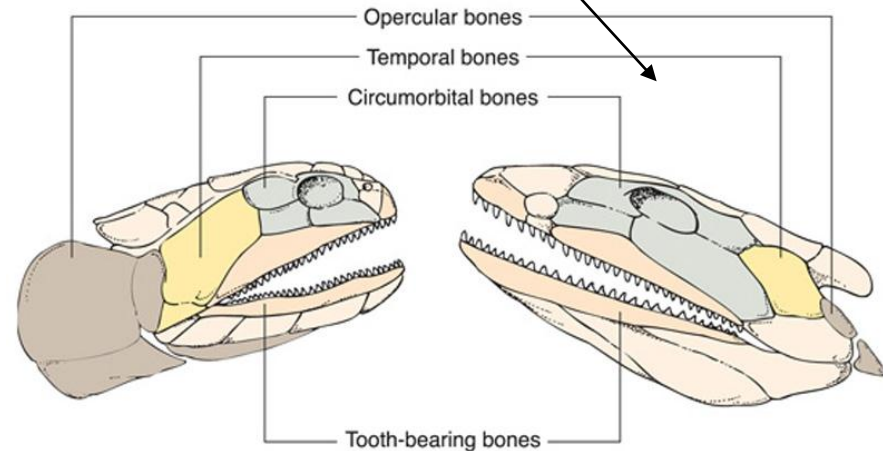
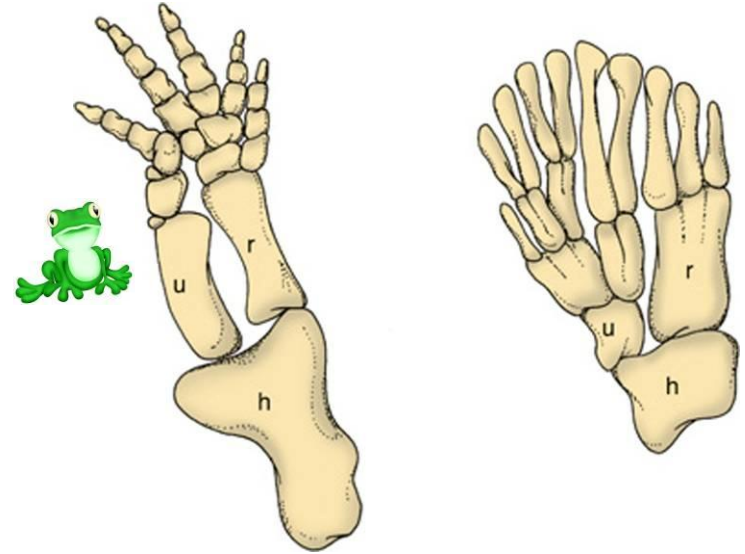
D ribe s hrustančastim skeletom - kostnice:

-prehod v amfibije naj bi predstavljale t.i.

krosopterigijske (Crossopterygia) ribe,

-imajo nakazane značilnosti amfibij na lobanji in tudi že štirih razčlenjenih (parnih) okončinah

-čeprav so dolgo mislili da so ti vmesni členi izumrli, pa so 1938 leta v Indijskem oceanu pri Madagaskarju ujeli slavno 2m Latimerijo in potem še nekaj njih





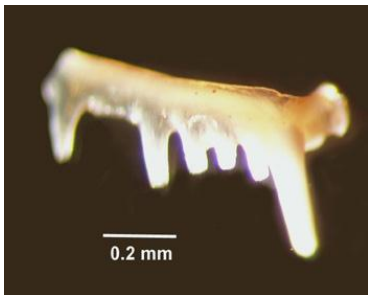


# PALEOZOIK

## VRETENČARJI:

### B konodonti

- preden gremo na kopenske živali pa še pogled v eno, do nedavnega skrivnostno skupino
- od poznega predkambrija do triasa
- so raznoliki drobni elementi podobni zobcem (in so to najverjetneje tudi bili)
- zelo pogosti fosili
- žival lastnica teh zobcev in pa njihova dejanska funkcija je bila dolgo neznana
- del ustnega aparata zelo samosvojega strunarja, katerega nekoliko bolj ohranjene ostanke so našli šele pred kratkim

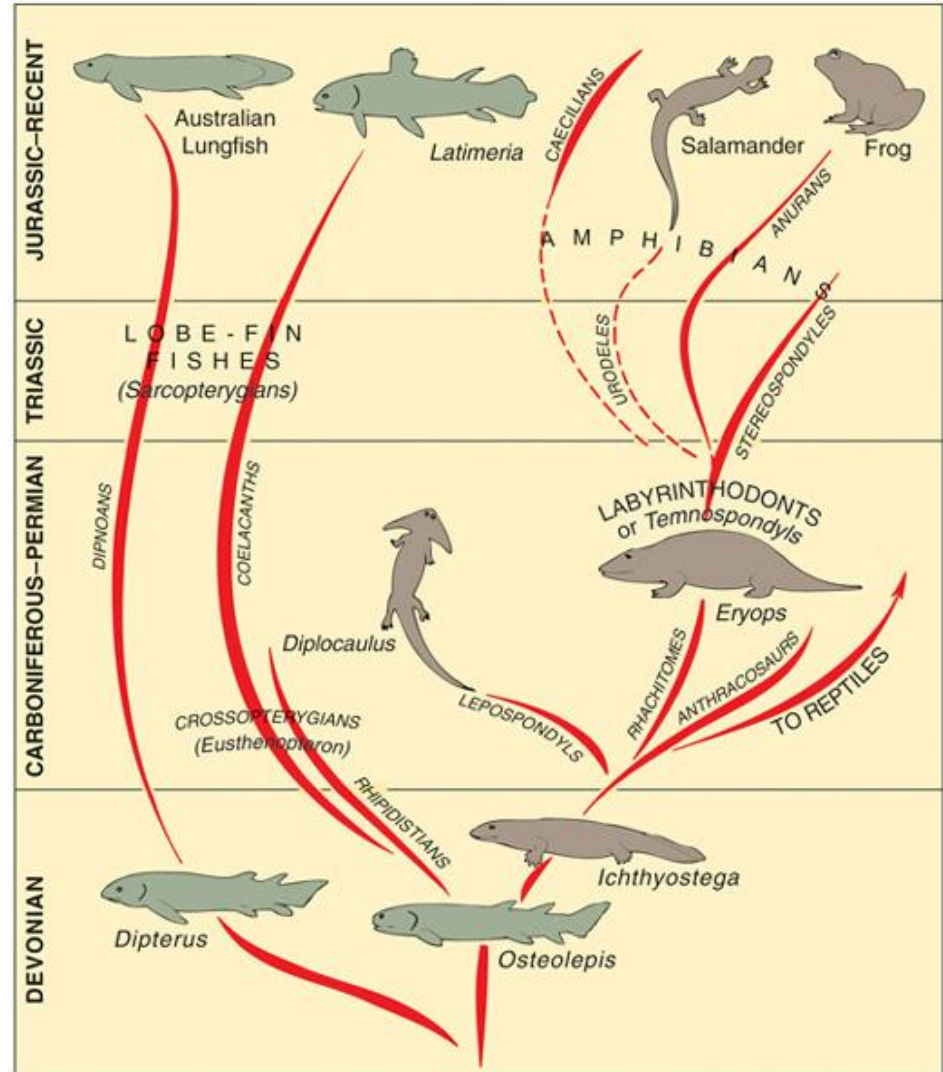
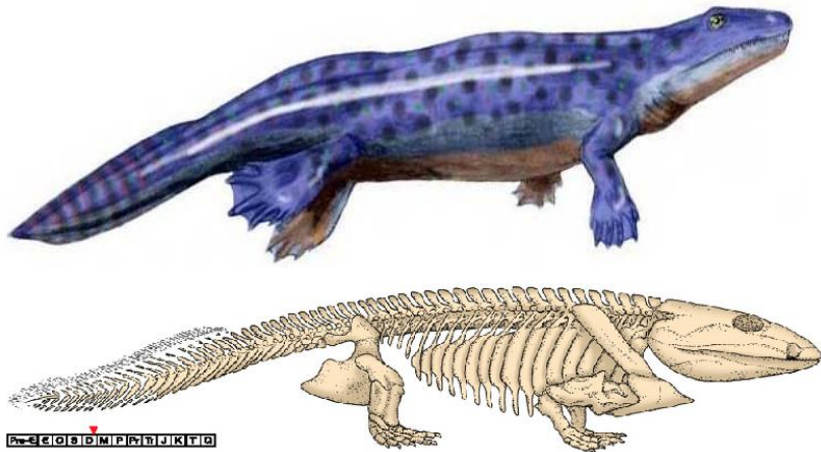




# PALEOZOIK

## VRETENČARJI:

- C amfibije = dvoživke
- konec devona (srednji paleozoik) do danes
- razvoj trodelnega srca (boljša pumpa)
- ojačitev kosti
- prilagoditev ostalih organov (ušesa, oči)
- prvi: *Ichthyostega*







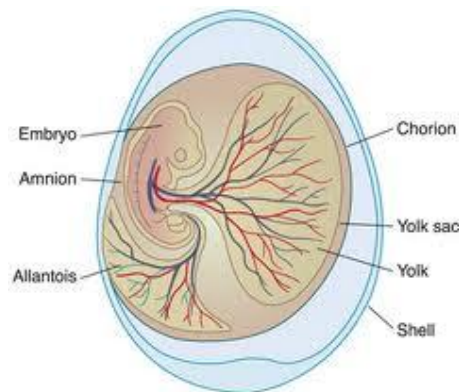
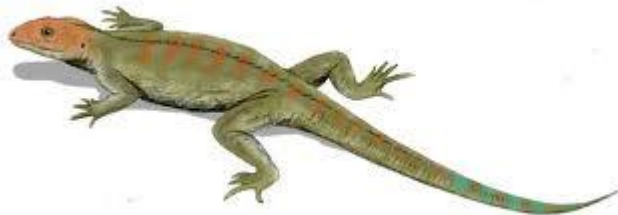


# PALEOZOIK

## VRETENČARJI:

D reptili = plazilci

- bistven preskok je evolucija naredila, ko se za reprodukcijo ni bilo več treba vračat v vodo
- razvilo se je jajce in z njim prvi zares kopenski štirinožci
- od karbona (poznega paleozoika do danes)
- najstarejši reptil je *Hylonomus*, ki so ga našli v 300Ma starem deblu v močvirskih sedimentih Nove Škotske





# PALEOZOIK

## VRETENČARJI:

E sinapsidi (Synapsids)

-so se razvili it plazilcev in so prvi dinozauri (razlika v strukturi skeleta in kosti)

-najbolj znani so permski (konec paleozoika) pelikozauri (Pelycosaurus) z jadrastim hrbtom in nekaterimi značilnostmi sesalcev

-meso in rastlinojede vrste







# PALEOZOIK

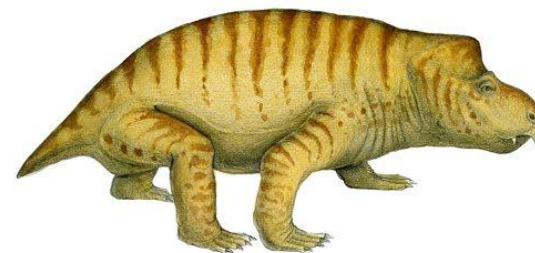
## VRETENČARJI:

E terapsidi (Therapsids)

-razvili so se iz pelikosaurov

-velik razmah v permu

-verjetno vezni člen do sesalcev











# PALEOZOIK

## RASTLINE:

kopenske:

-osnovna delitev današnjih kopenskih rastlin:

A bryophyte (mahovi in lišaji)

B tracheophyte (drevesa, praproti in cvetnice)

-bistvena razlika je v tem, da imajo slednje razvit žilni sistem za dovajanje vode iz tal v fotosintetski del rastline



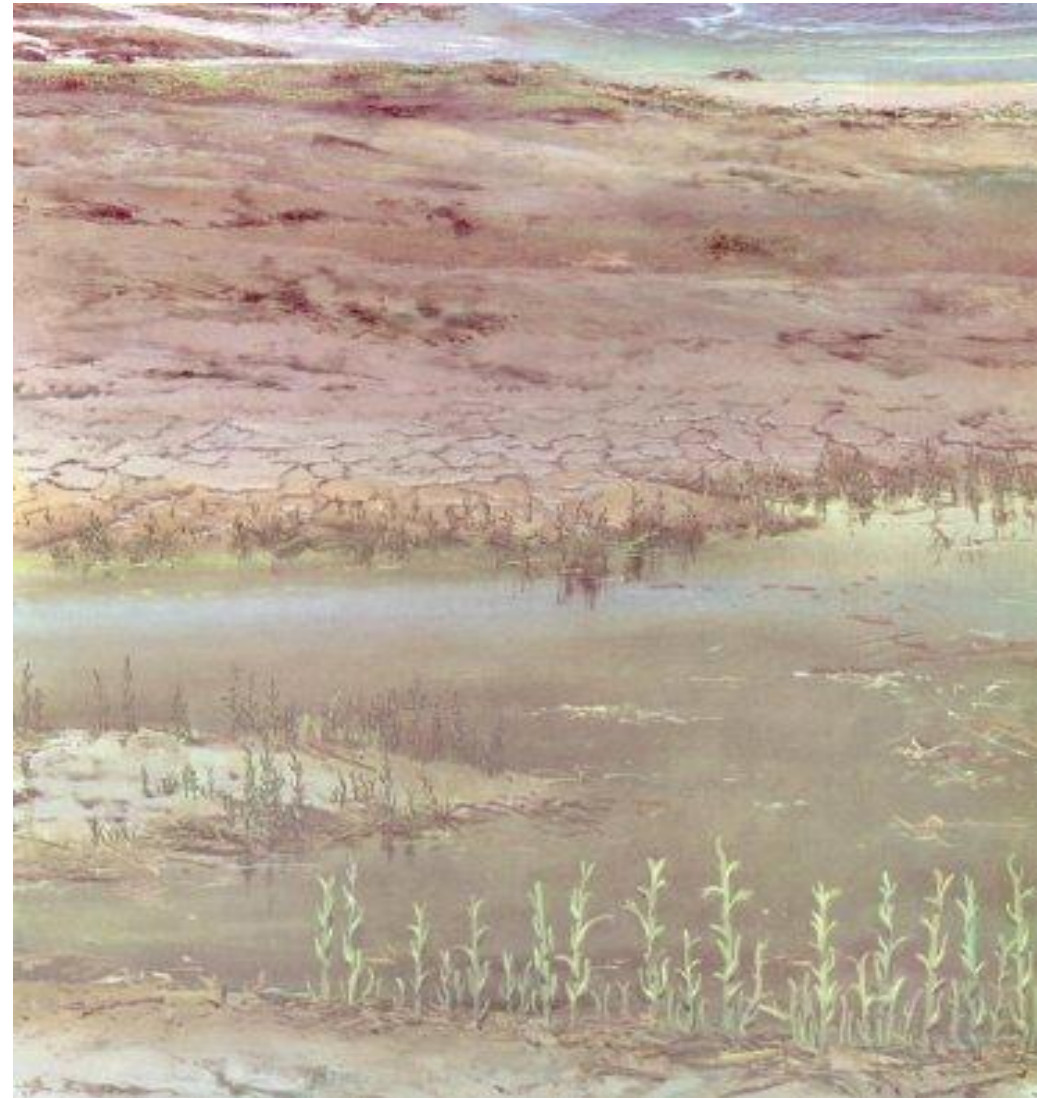
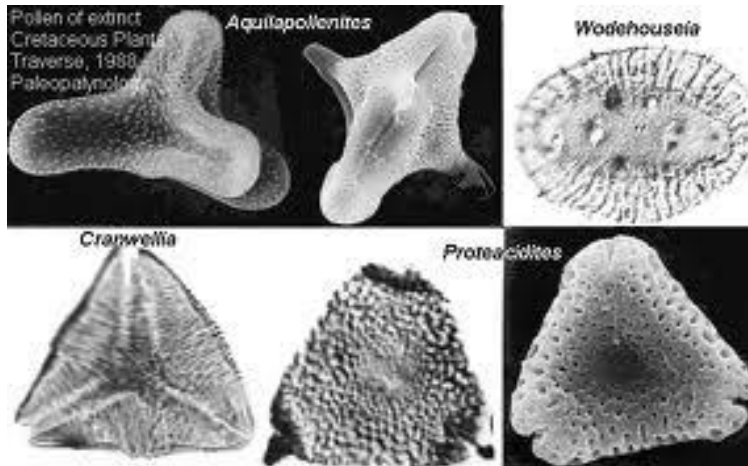


# PALEOZOIK

## RASTLINE:

kopenske:

- prvi ostanki so preproste spore iz zgodnjega paleozoika (ordovicija)
- kopno naselili mahovi in lišaji
- z prehodom rastlin na kopno se je to močno spremenilo (nastanejo tla, nastopi bioerozija, sledijo živali, itd.)





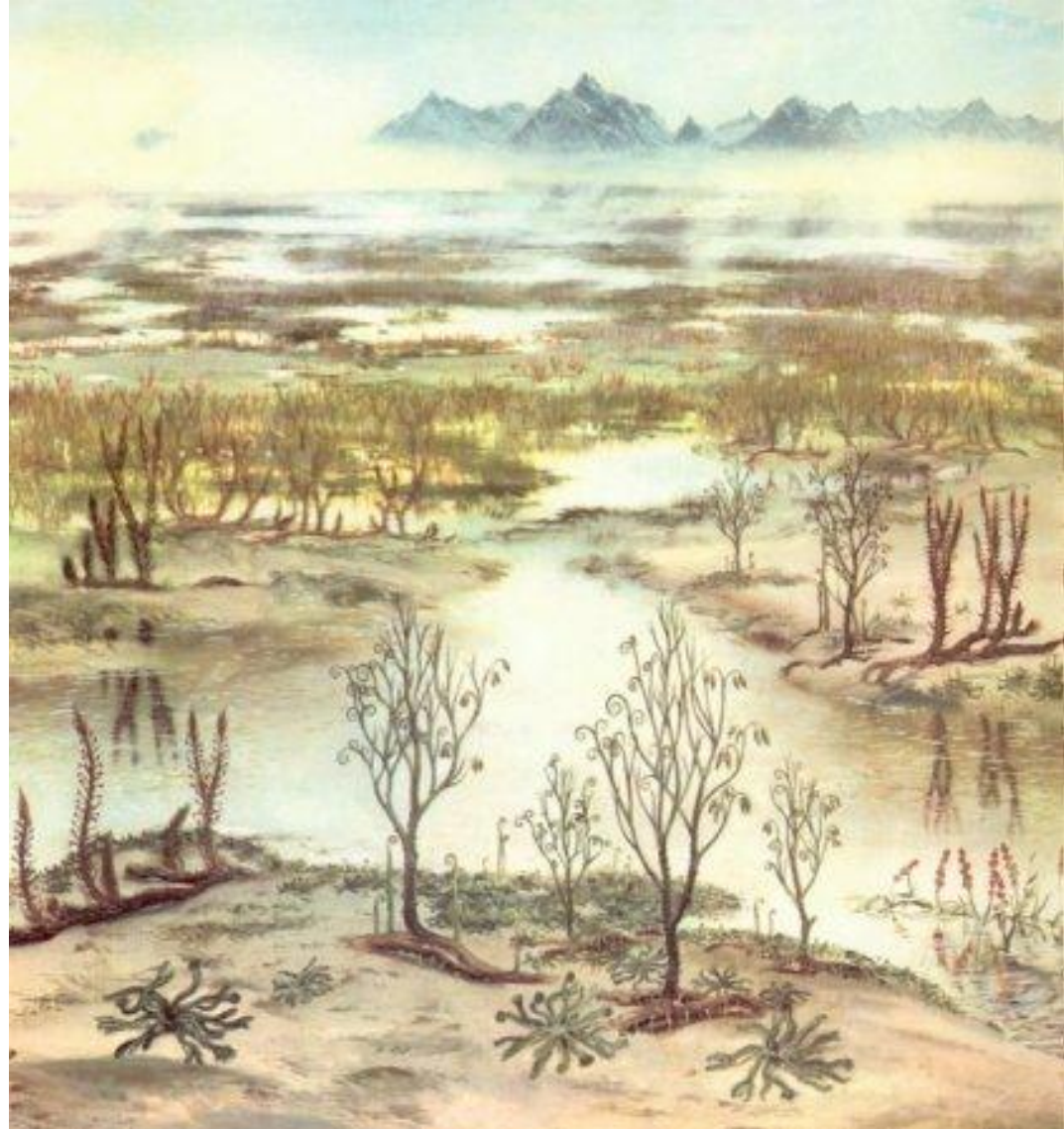
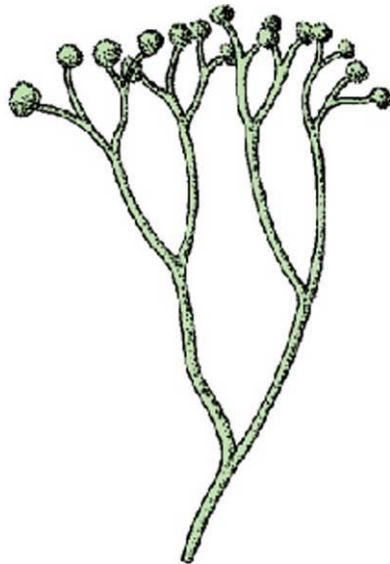


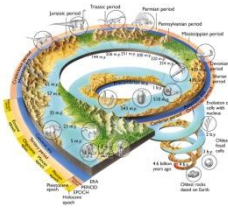
# PALEOZOIK

## RASTLINE:

kopenske:

- v silurju (srednjem paleozoiku) imamo že prve spore tracheophyt
- že v silurju dobimo nedvomljive ostanke prvih pravih rastlin (praprotnic)



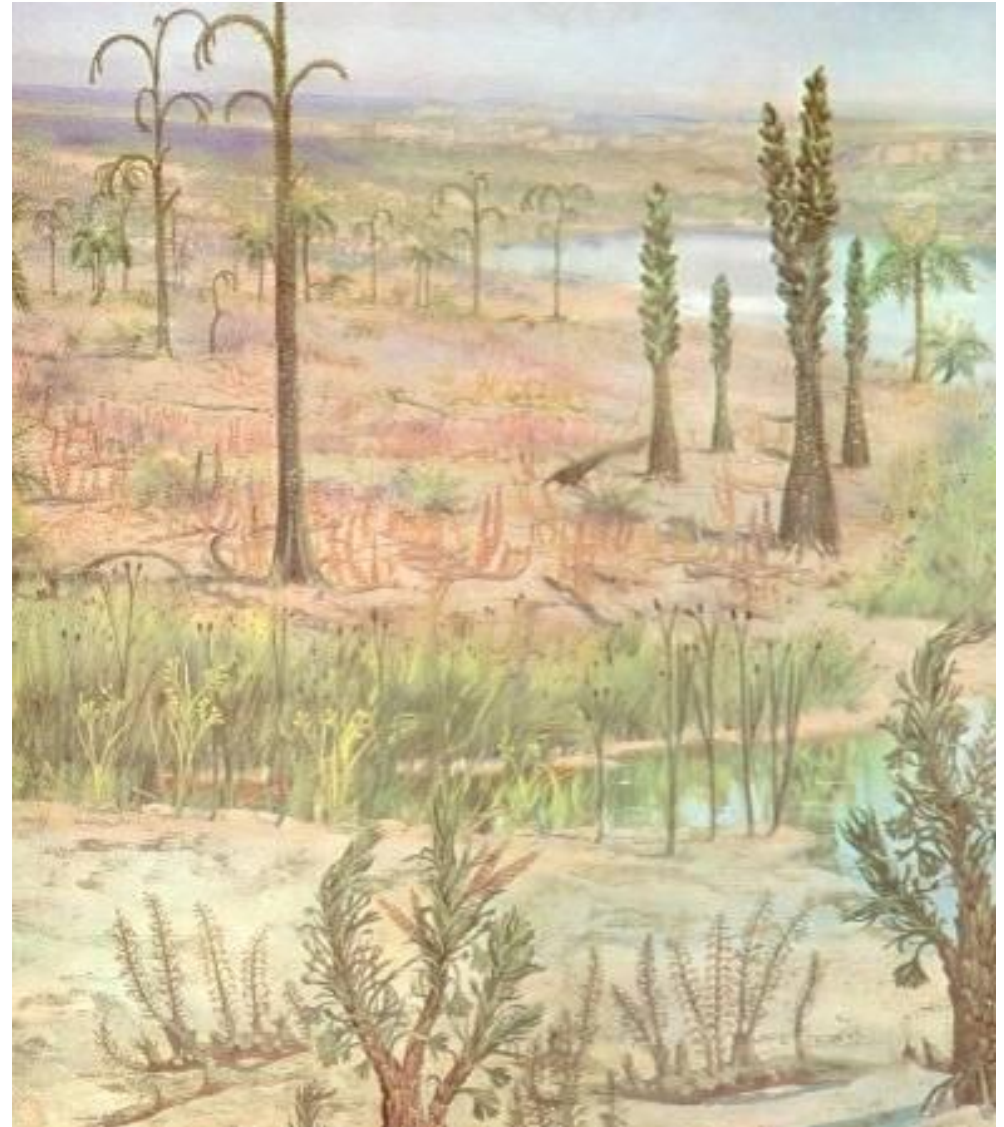
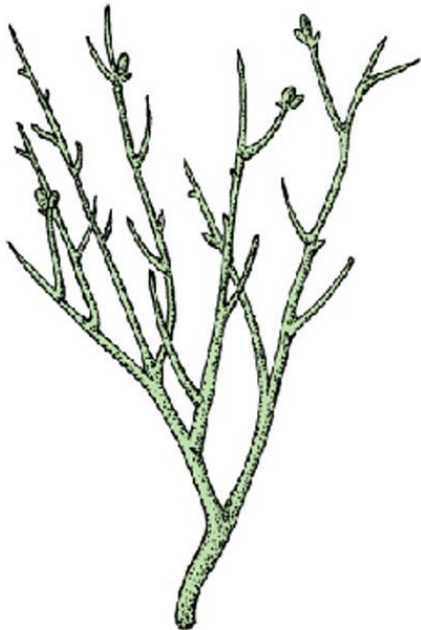


# PALEOZOIK

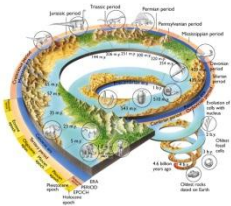
## RASTLINE:

kopenske:

-iz devona (naslednja stopnja v sredini paleozoika) imamo ostanke že zelo lepo izoblikovanih dreves (imajo že lesna tkiva)







# PALEOZOIK

## RASTLINE:

kopenske:

-v karbonu (proti koncu paleozoika) pa se kopenske rastline izredno razbohotijo

-prevladujejo različne (drevesaste) praprotnice (lisičnjakovci, preslice, prave praproti)

-veliko črnih premogov, ki so nastali v močvirjih iz teh rastlin (beneluks, N Nemčija, E ZDA)







# PALEOZOIK

## RASTLINE:

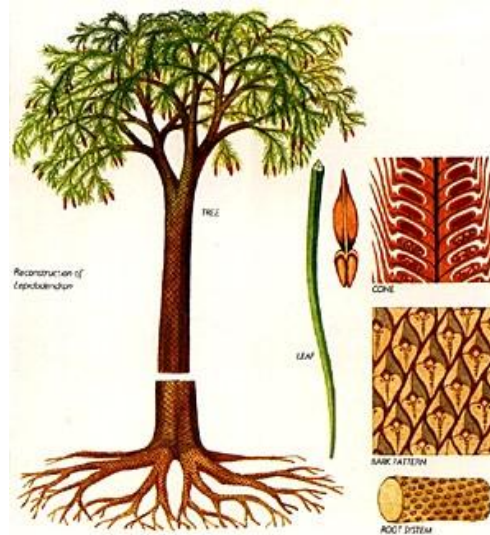
kopenske:

-iz tega časa imamo veliko rastlinskih ostankov tudi v Sloveniji

-Lepidodendron (do 30m)

-preslica Calamites (do 5 m)

-prave praproti





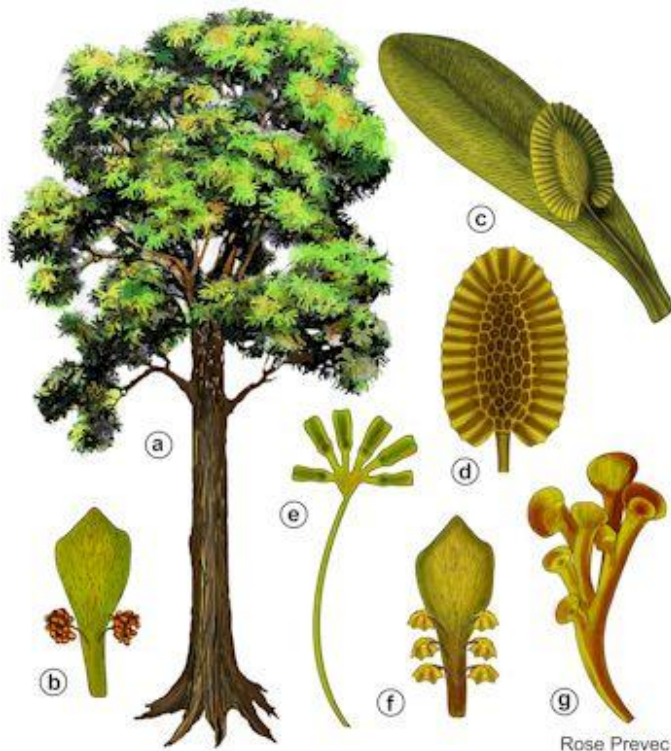
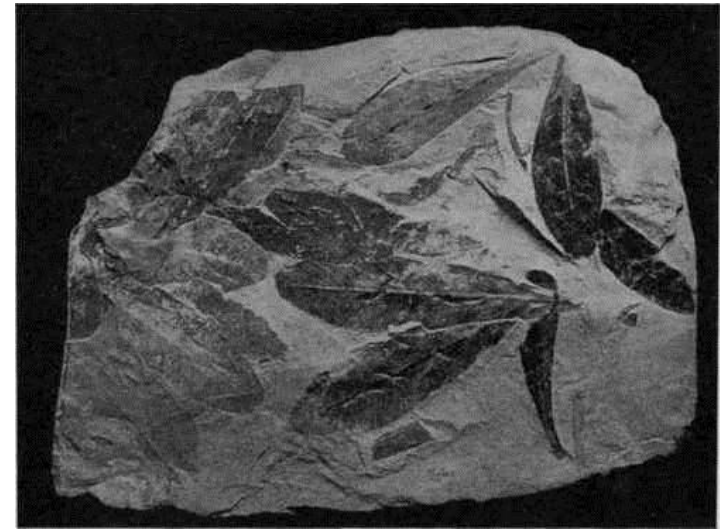


# PALEOZOIK

## RASTLINE:

kopenske:

- proti koncu paleozoika dobimo prve rastline s semeni (golosemenke)
- predstavnik je Glossopteris





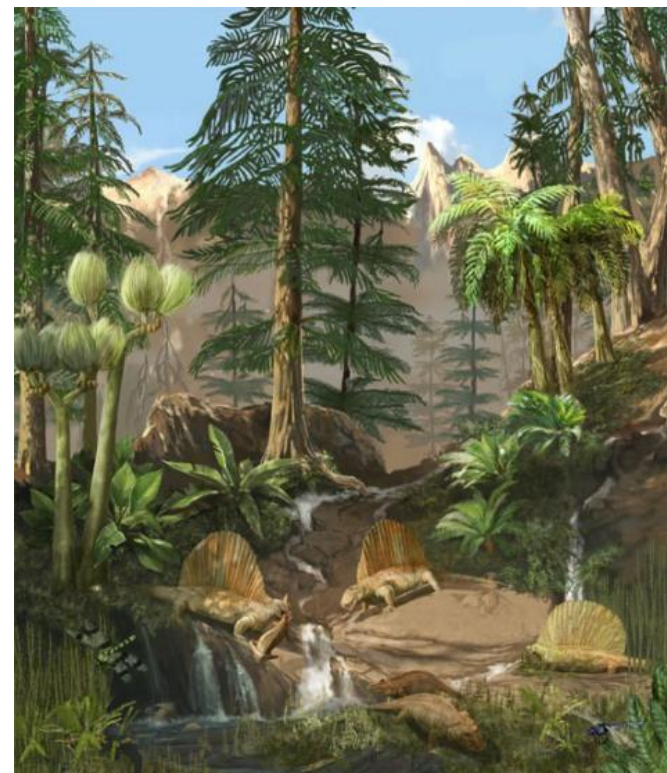
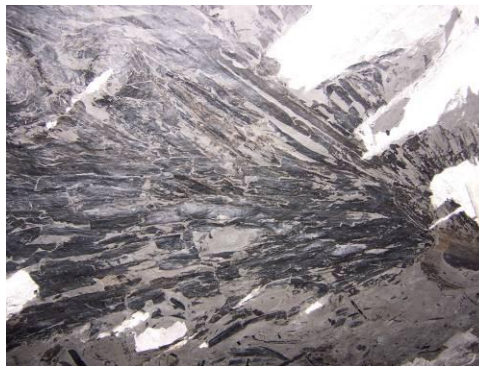


# PALEOZOIK

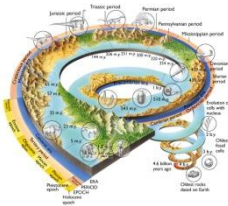
RASTLINE:

kopenske:

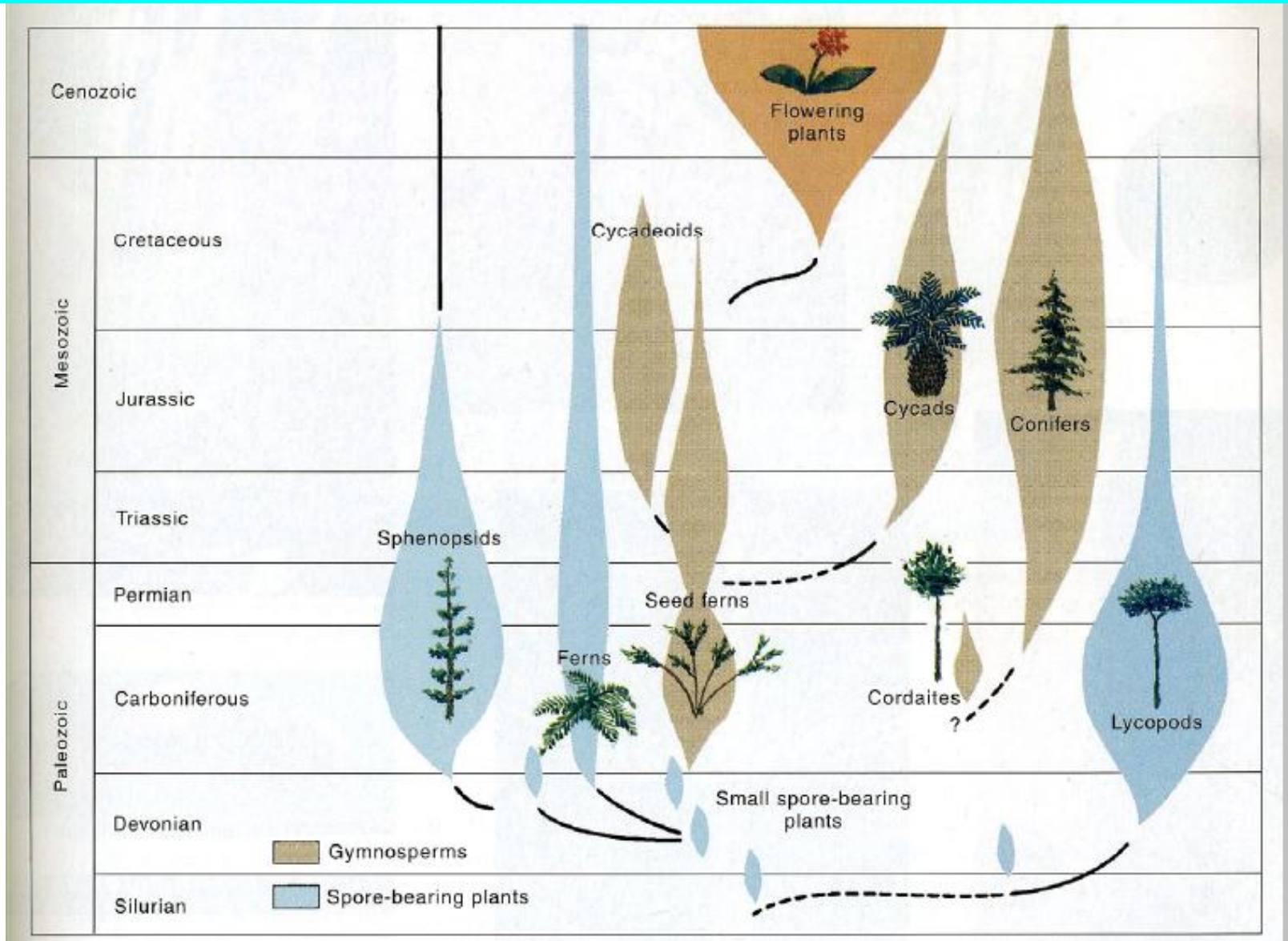
-proti koncu paleozoika  
dobimo tudi prve primitivne  
iglavce (Cordaites) in ginkote







# PALEOZOIK



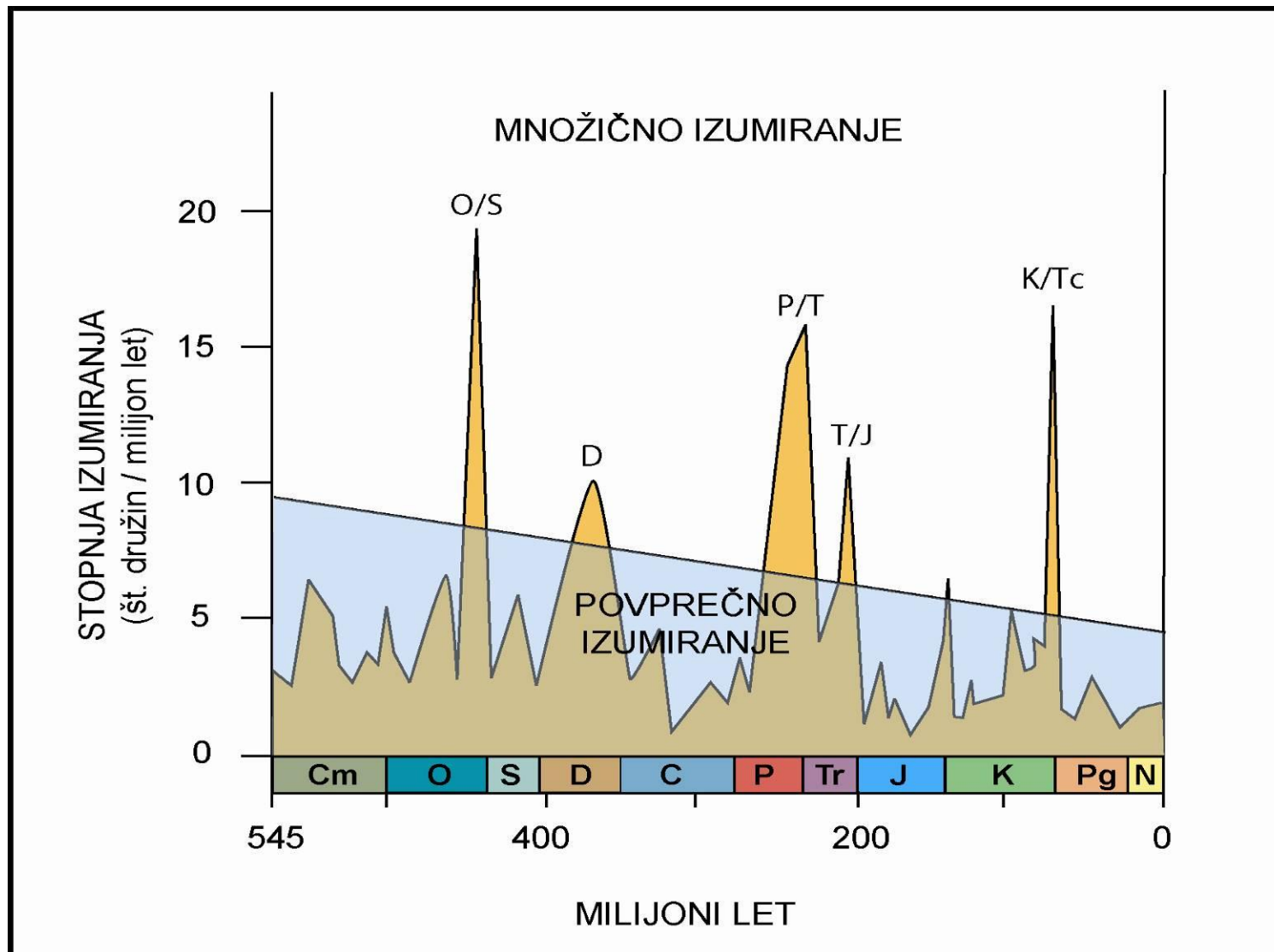


# Izumiranje organizmov

- izumiranje organizmov je naraven pojav
- 99.99% vseh vrst organizmov, ki so kdajkoli živel na Zemlji, je izumrlih
- množično izumiranje: izumiranje rodov in vrst v večjem obsegu
- se dogajajo skozi celotno geološko zgodovino
- izumiranja so osnova delitve kamnin po starosti
- pomenijo zasuke v evoluciji živega sveta
- vsaj 5 glavnih množičnih izumiranj v geološki zgodovini



# Množična izumiranja

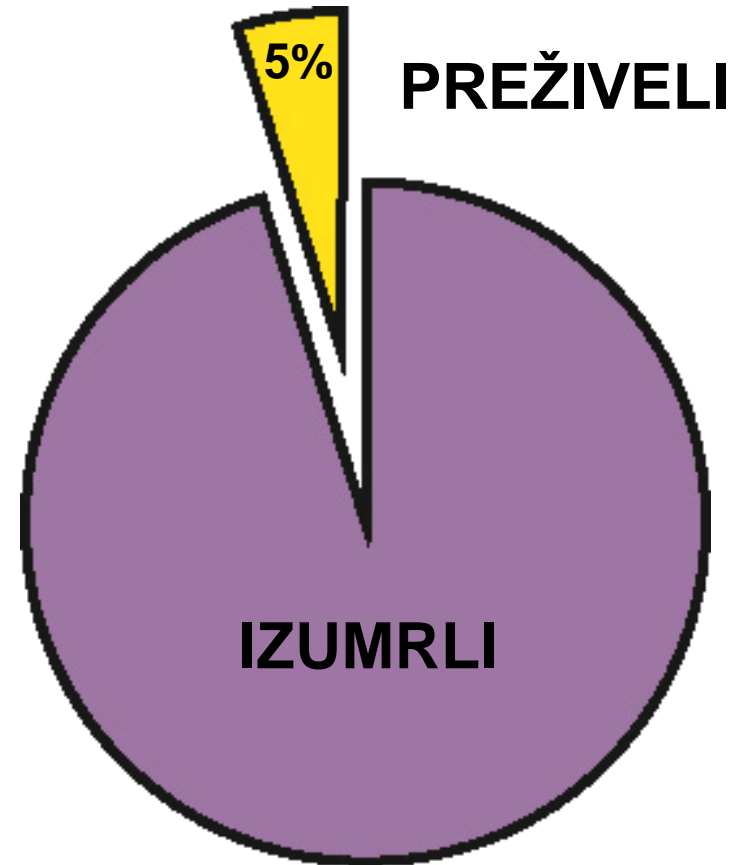






# Izumiranje na meji perm –trias pred 245 mio let

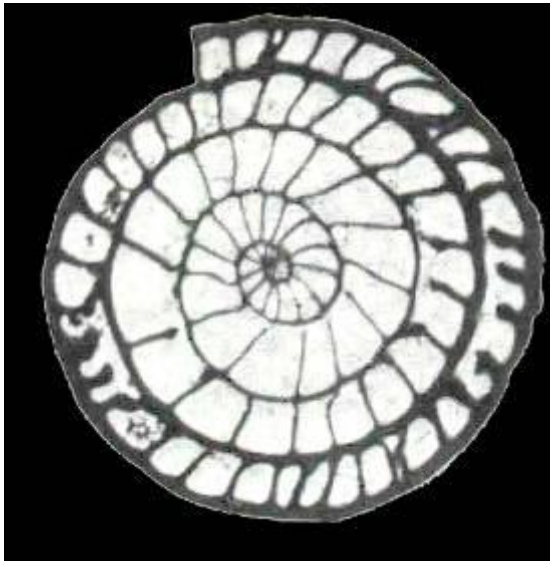
- najobsežnejše izumiranje v celotni Zemeljski zgodovini
- trajalo izredno malo časa
- izumre 95% vseh vrst organizmov

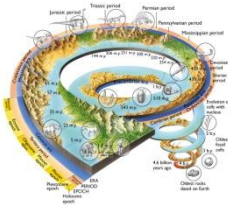




# organizmi, ki niso preživeli meje perm-trias

- fuzulinide
- tabulatne in rugozne korale
- trilobiti





# razlogi za izumiranje na meji perm-trias

- usodna kombinacija večih dejavnikov
- zaradi viška umika morja v zgornjem permu je do uničenja številnih plitvovodnih habitatov
- intenzivna vulkanska dejavnost na območju današnje Sibirije
- zaradi nizke gladine morja je prišlo do nenadnega sproščanja hidratiranih ogljikovodikov iz morskih sedimentov in do spremembe kemizma morske vode.





# GEOLOGIJA s PALEONTOLOGIJO za študente biologije

## 9. predavanje:

### Historična geologija: MEZOZOIK in KENOZOIK





# GEOLOGIJA s PALEONTOLOGIJO za študente biologije

## 9. predavanje:

### Historična geologija: MEZOZOIK in KENOZOIK







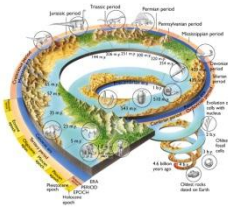
# GEOLOGIJA s PALEONTOLOGIJO za študente biologije

## 9. predavanje:

### Historična geologija: MEZOZOIK in KENOZOIK



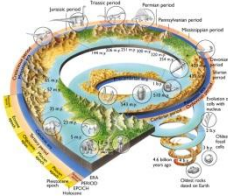




# MEZOZOIK

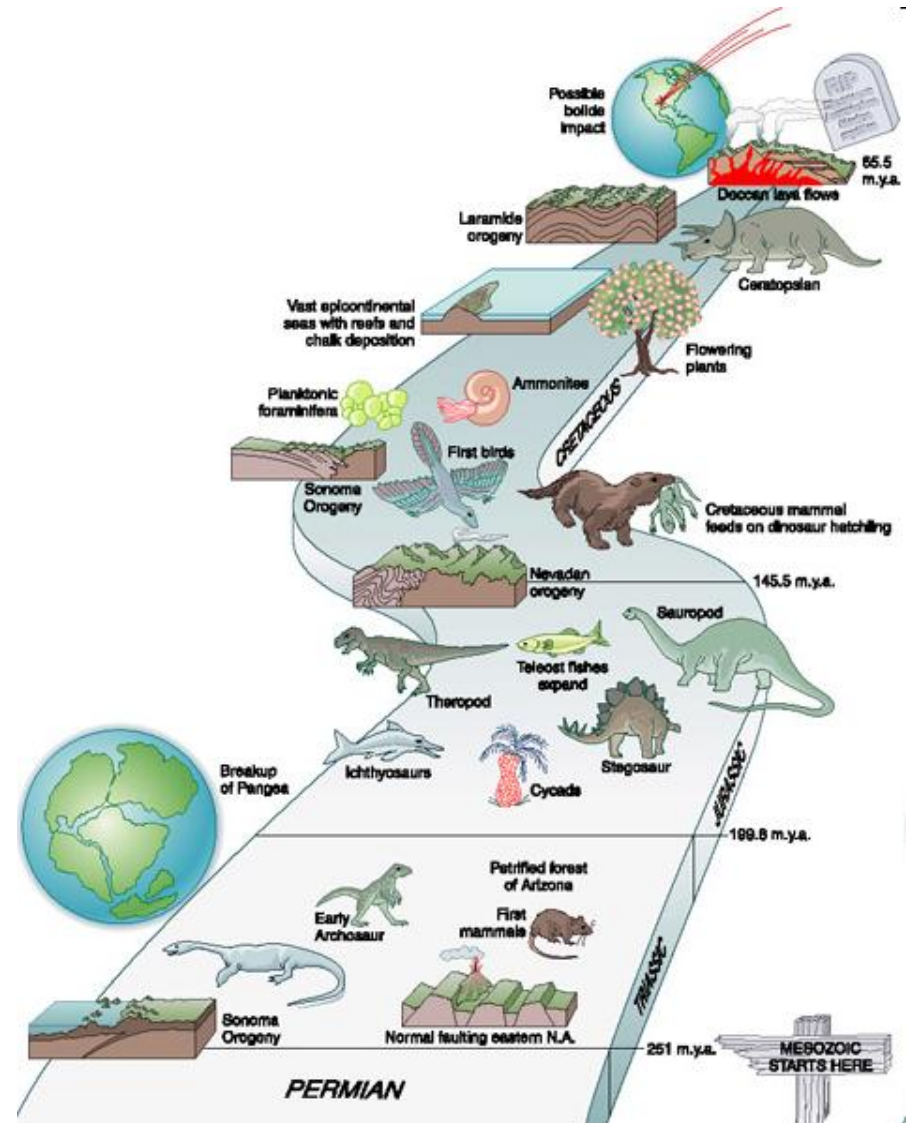
EONOTEM (EON)	ERATEM (ERA)	SISTEM (PERIODA)	SERIJA (EPOHA)	STOPNJA (DOBA)	STAROST V MILIJONIH LET
F A N E R O Z O I K - P h	MEZOZOIK - M z	JURA (J)	ZGORNJA (MALM - J.)		142
			SREDNJA (DOGGER - J.)		159
SPODNJA (LIAS - J.)				180	
TRIAS (T)		ZGORNJI (T.)	RETIJ - T.		205
			NORIJ - T.		210
			KARNIJ - T.		221
		SREDNJI (T.)	LADINIJ - T.		227
			ANIZIJ - T.		234
SPODNJI (SKIT - T.)			242		
PALEOZOIK - P z		ZGORNJI	PERM (P)		242
	KARBON (C)			392	
	DEVON (D)			354	
	SPODNJI	SILUR (S)		417	
		ORDOVICIJ (O)		440	
		KAMBRIJ (Cm)		495	
				540	
PREDKAMBRIJ					
HADJI ARHAIK PROTEROZOIK (Pr)				2500	
				3800	
				4533	

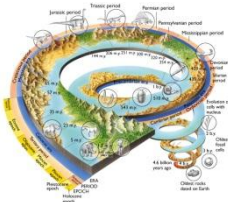
EONOTEM (EON)	ERATEM (ERA)	SISTEM (PERIODA)	SERIJA (EPOHA)	STAROST V MILIJONIH LET		
F A N E R O Z O I K - P h	K E N O Z O I K - K z	HOLOCEN (Q.)		0,0115		
			PLEISTOCEN (Q.)			
MEZOZOIK - M z		K V A R T A R (Q)			1,83	
			NEOGEN (Ng)	PLIOCEN (Pl)		
		T E R C I A R - T c	MIOCEN (M)		5,3	
				OLIGOCEN (Ol)		
			PALEOGEN (Pg)	EOCEN (E)		33,7
				PALEOCEN (Pc)		55
		K R E D A (K)	ZGORNJA (K.)		65	
			SPODNJA (K.)		99	
					142	



# MEZOZOIK: osebna izkaznica

- Trajanje: 186 Ma
- Od 251 do 65 Ma
- Sledi paleozoiku (P/T kriza)
- Mu sledi kenozoik (K/Tc kriza)
- Mezozoik: srednje življenje
- Izvor imena: grški
  - meso/μεσο: srednje ali vmes
  - zoon/ζωον: živo bitje ali žival



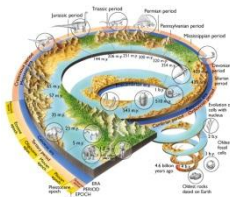


# MEZOZOIK

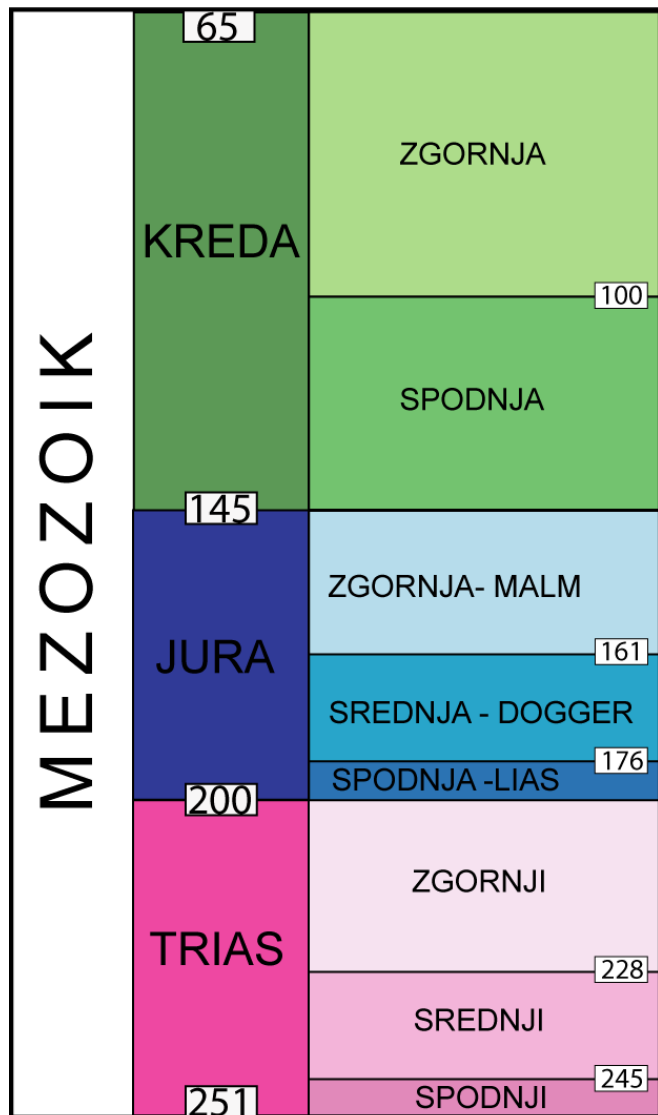
## Najpomembnejši dogodki v mezozoiku

- Razpad Pangeje
- Topla klima
- Doba reptilov: dinozavri
- Pojav sesalcev
- Pojav rastlin: kritosemenk
- konec mezozoika označi eno največjih izumiranj v Zemljini zgodovini





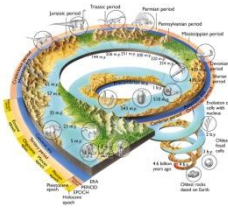
# delitev mezozoika



Poimenovan po veliki količini odložene krede v Angliji

Poimenovana po gorovju v Franciji in Švici

Poimenovan po trojni delitvi kamnin v Nemčiji



# MEZOZOIK

- Mezozoik je bil čas tektonskih in evolucijskih sprememb.
- Osredni tektonski dogodek v mezozoiku je razpad Pangee na kontinente, ki so se počasi začeli premikali proti današnjim legam.



 Shallow sea

 Deep ocean

 Lowlands

 Mountains

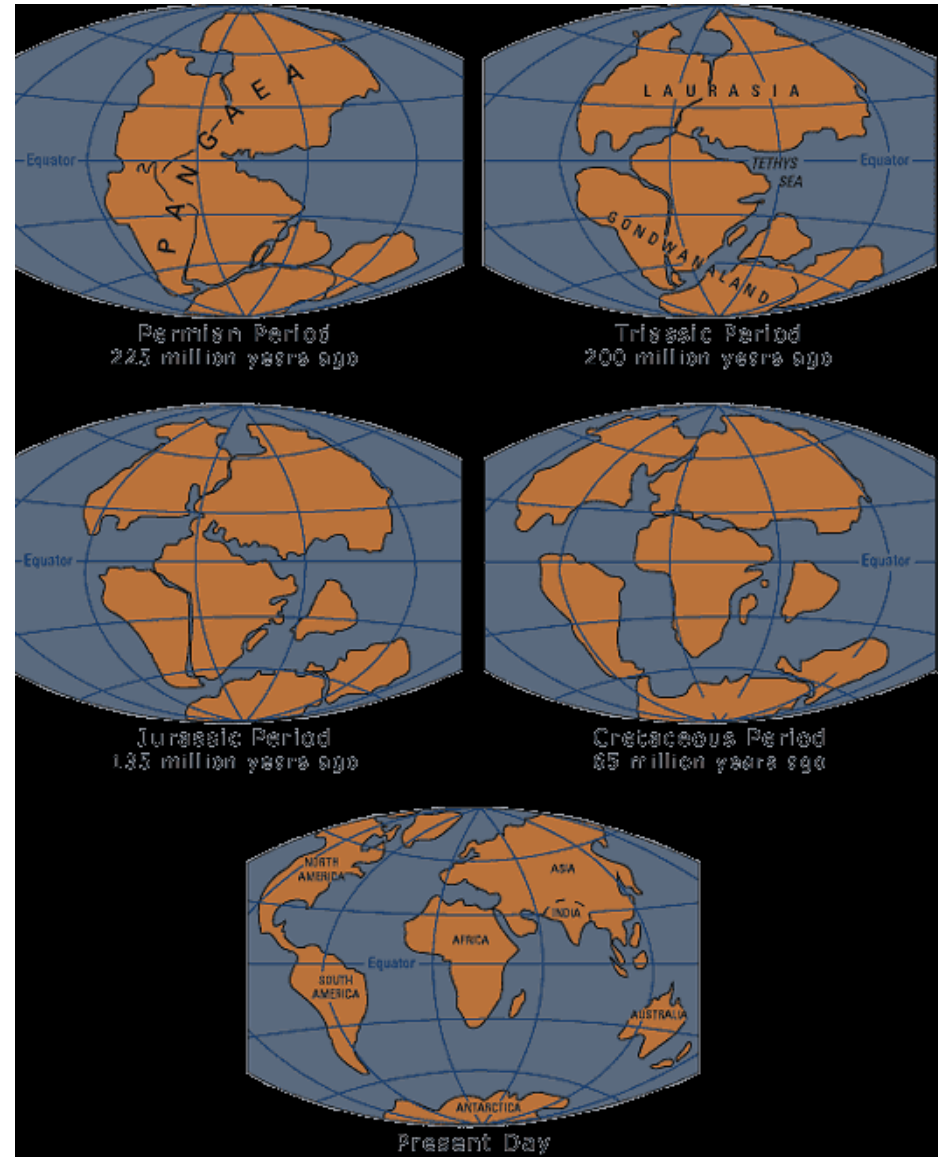
 Glaciation

(b) Late Permian Period

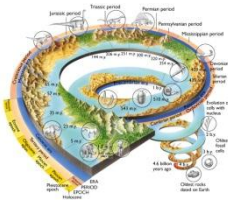


# Razpad Pangeje

- Razpad Pangeje se je začel z odpiranjem centralnega Atlantika
- začetek označujejo izredno veliki izlivi bazaltnih lav
- Kmalu se je razpad napredoval:
  - proti severu približno po starem kontinentalnem šivu Kaledonskega gorstva
  - proti jugu približno po še starejših kontinentalnih šivih predkambrijskega Panafriškega gorstva

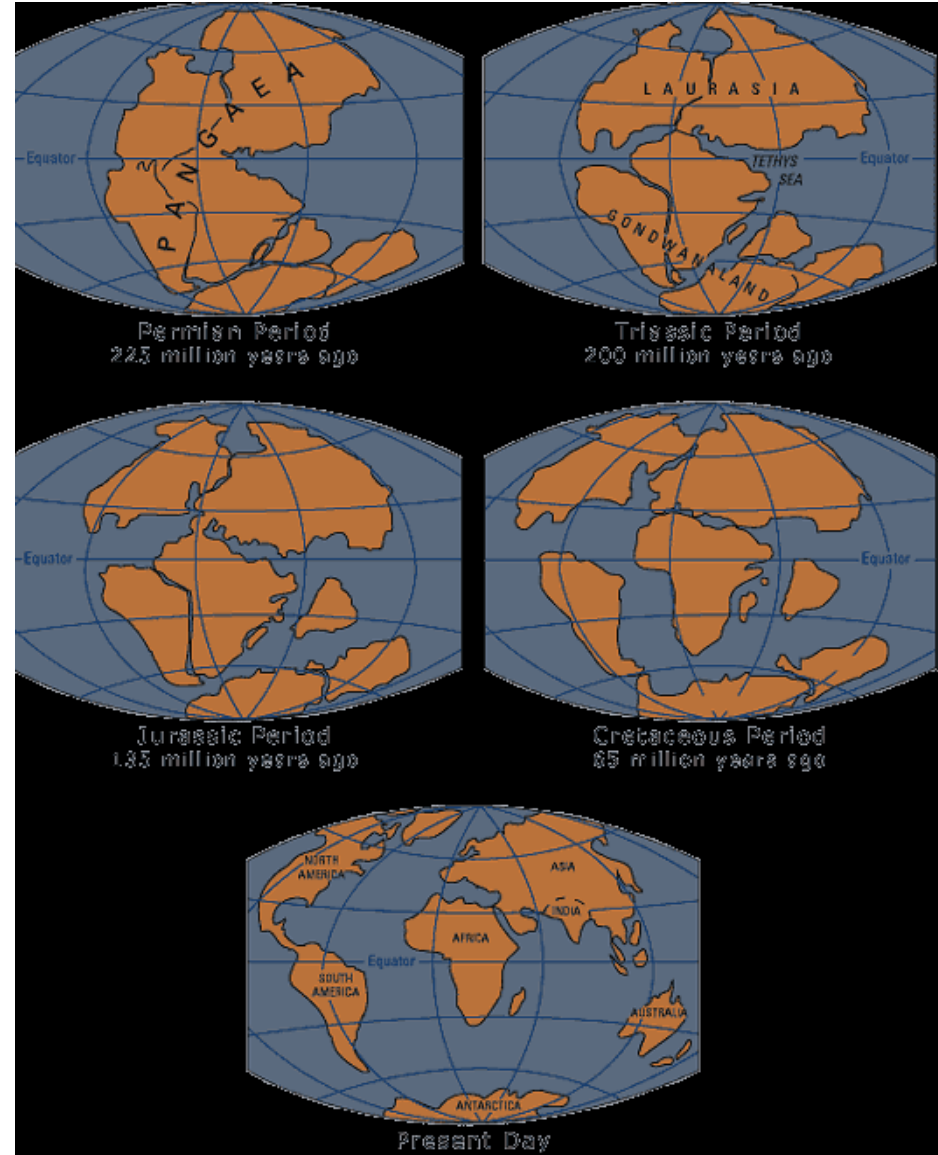






# Razpad Pangeje

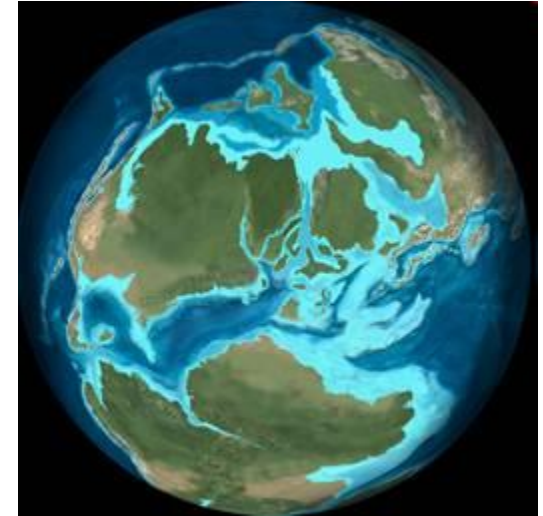
- Vzporedno z odpiranjem Atlantskega oceana razpada tudi Gondwana (južna zemlje), ki je ostala praktično skoraj nespremenjena skozi ves paleozoik
- Nastanejo Afrika, Južna Amerika, Indija, Avstralija in Antarktika



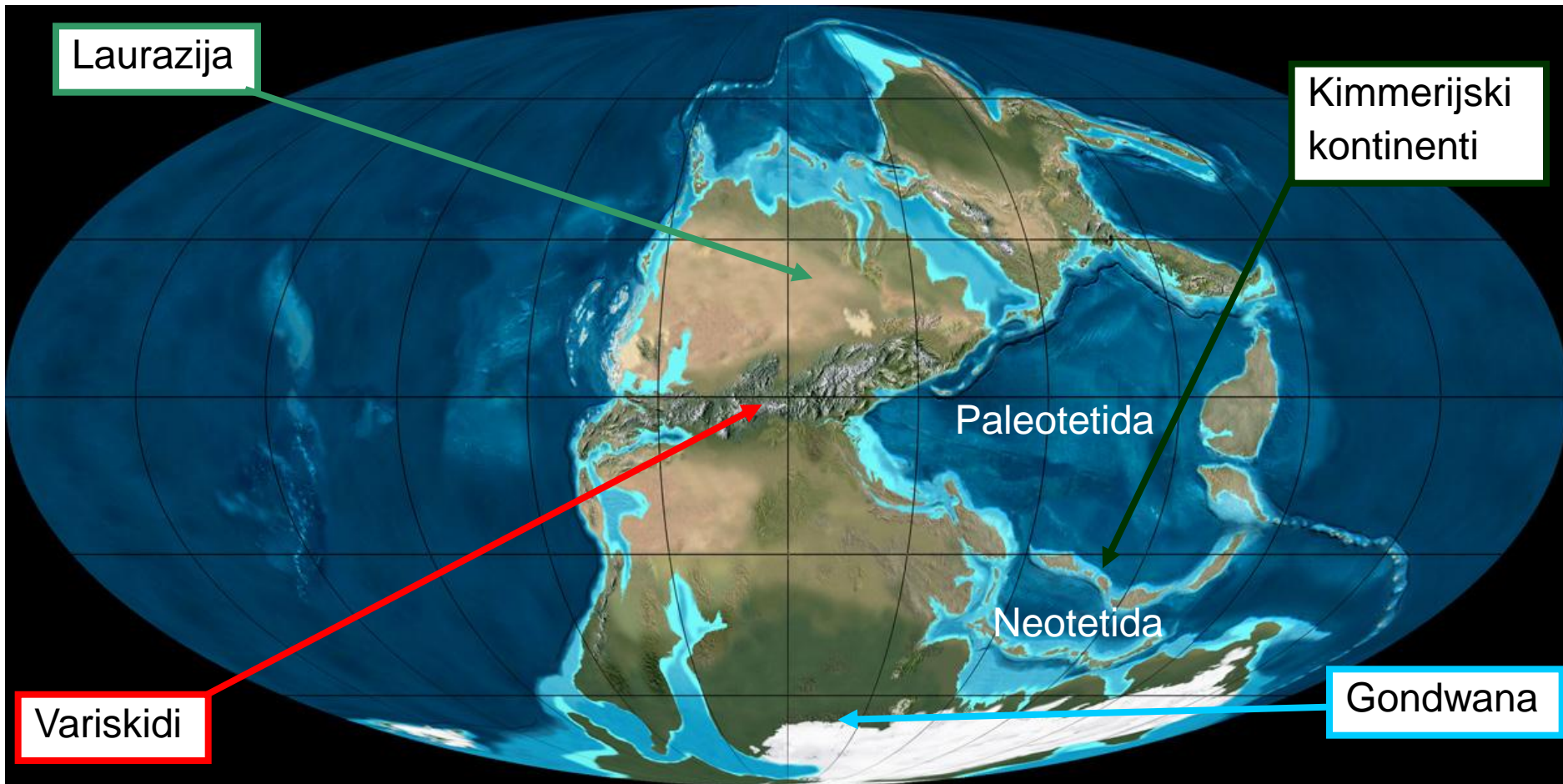


# Razpad Pangeje

- Ob koncu omenjenega procesa se je prejšni svet korenito spremenil in nova geografska reorganizacija kontinentov je imela bistvene posledice na klimo kot tudi na biološko evolucijo.
- Nov razpored kontinentov je spremenil tudi oceansko cirkulacijo, ki predstavlja glavni mehanizem transporta toplote po Zemlji, novo formirani oceani pa so postali nepremostljive ovire za številne rastlinske in živalske vrste.

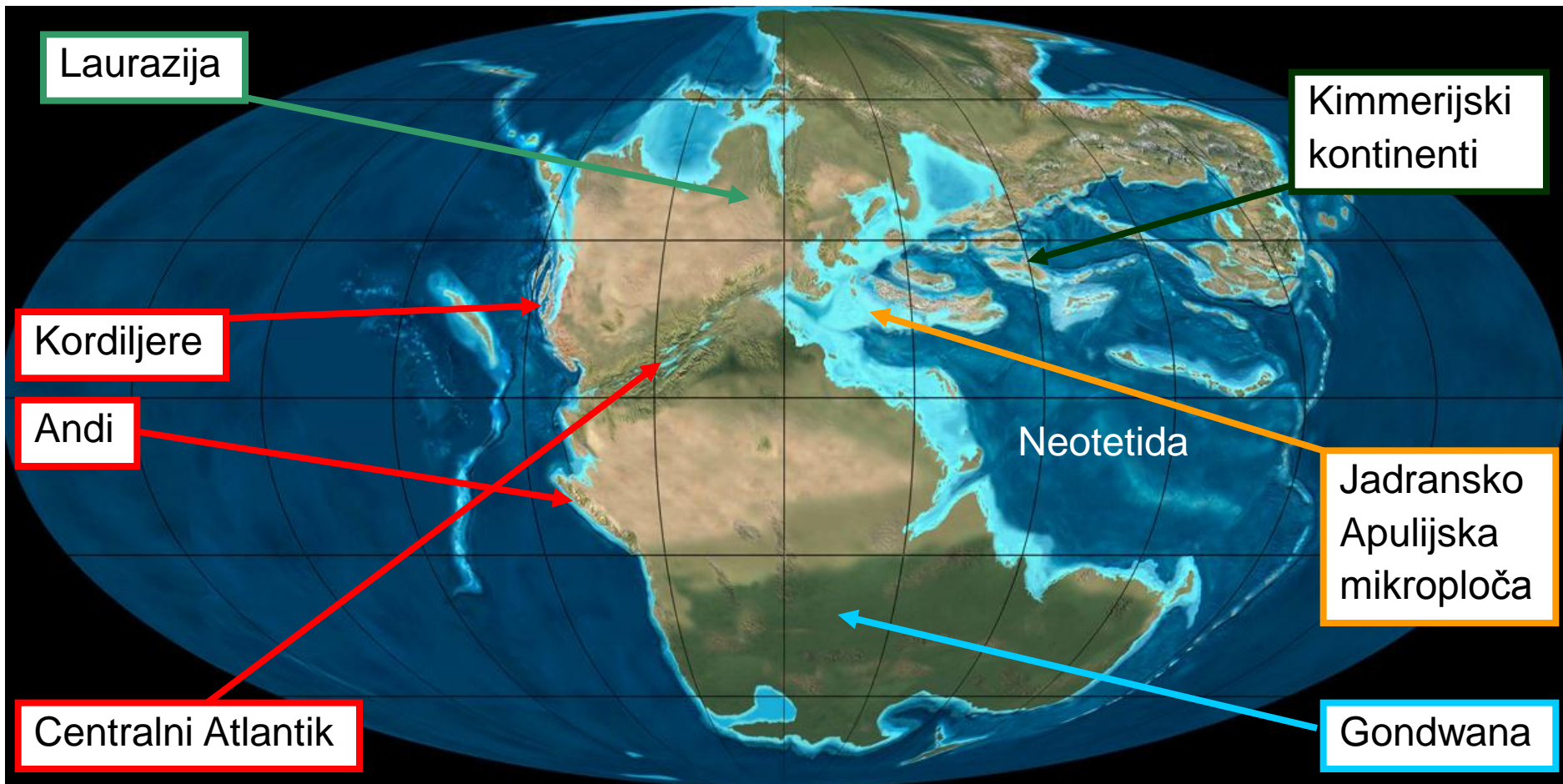


- konec perma imamo še v celoti ohranjeno Pangejo
- v njo se zajeda iz vzhodne strani velik ocean Tetida, ki ima dva razvojna niza: a) Paleotetido na severu, ki se zapira in b) Neotetido na jugu, ki se odpira
- med Paleo in Neotetido so odtrgljajči iz severnega roba Gonwane t.i. kimmerijski kontinenti (današnji deli Turčije, Irana, Tibeta), ki potujejo proti severu

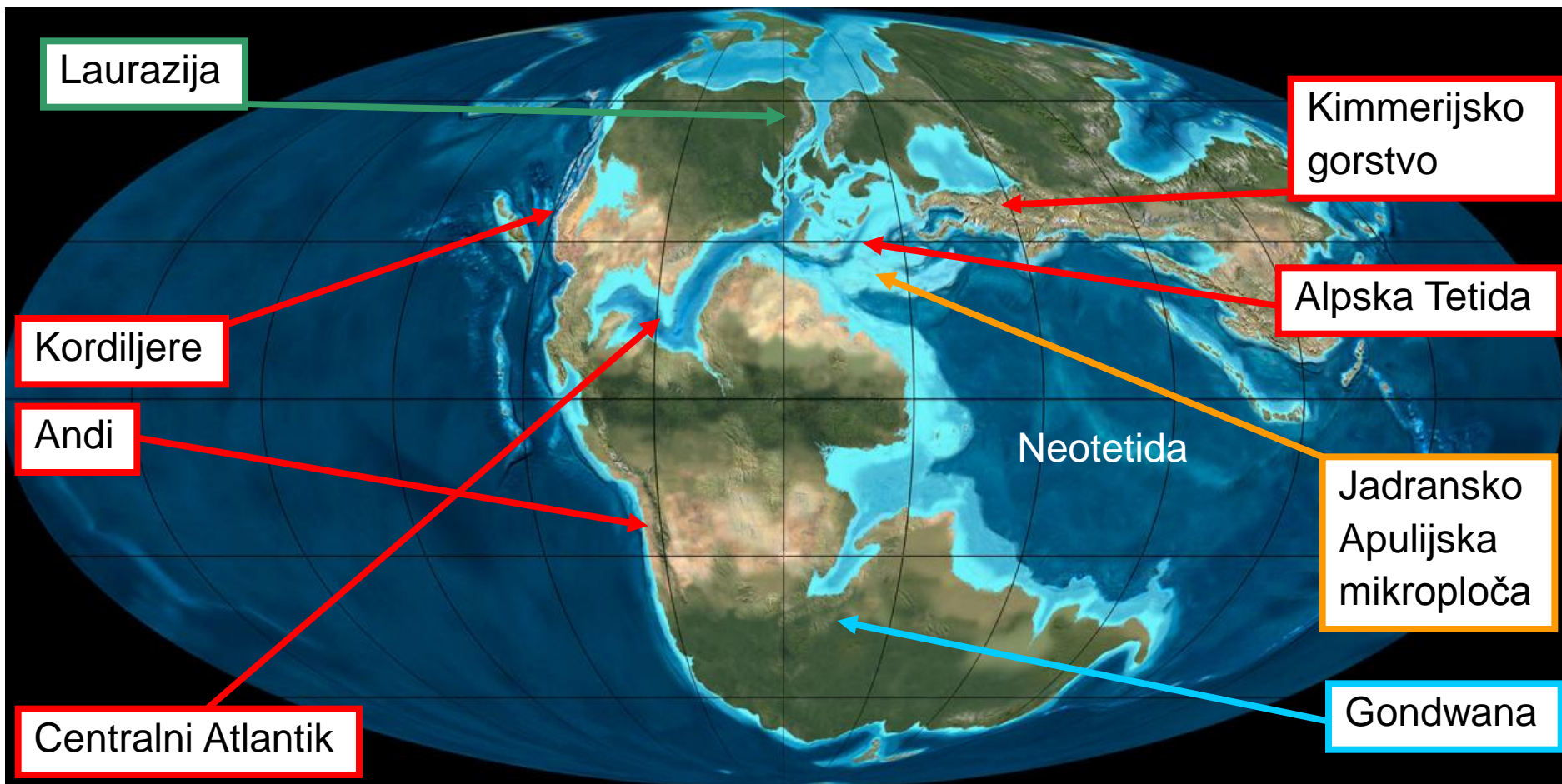




- konec triasa se začne rifting (razpad kontinenta) na območju današnjega centralnega Atlantika, ki ga spremljajo veliki izlivi bazaltnih lav
- paleotetida se zapre in kimerijski mikrokontinenti se v veliki meri že privarijo na Laurazijo (predvsem v zahodnem delu)
- Neotetida od Afrike deloma odtrga Apulijsko-Jadransko mikroploščo
- na celotni zahodni obali obeh današnjih Amerik se začne subdukcija in počasi začnejo nastajati Kordiljere in Andi

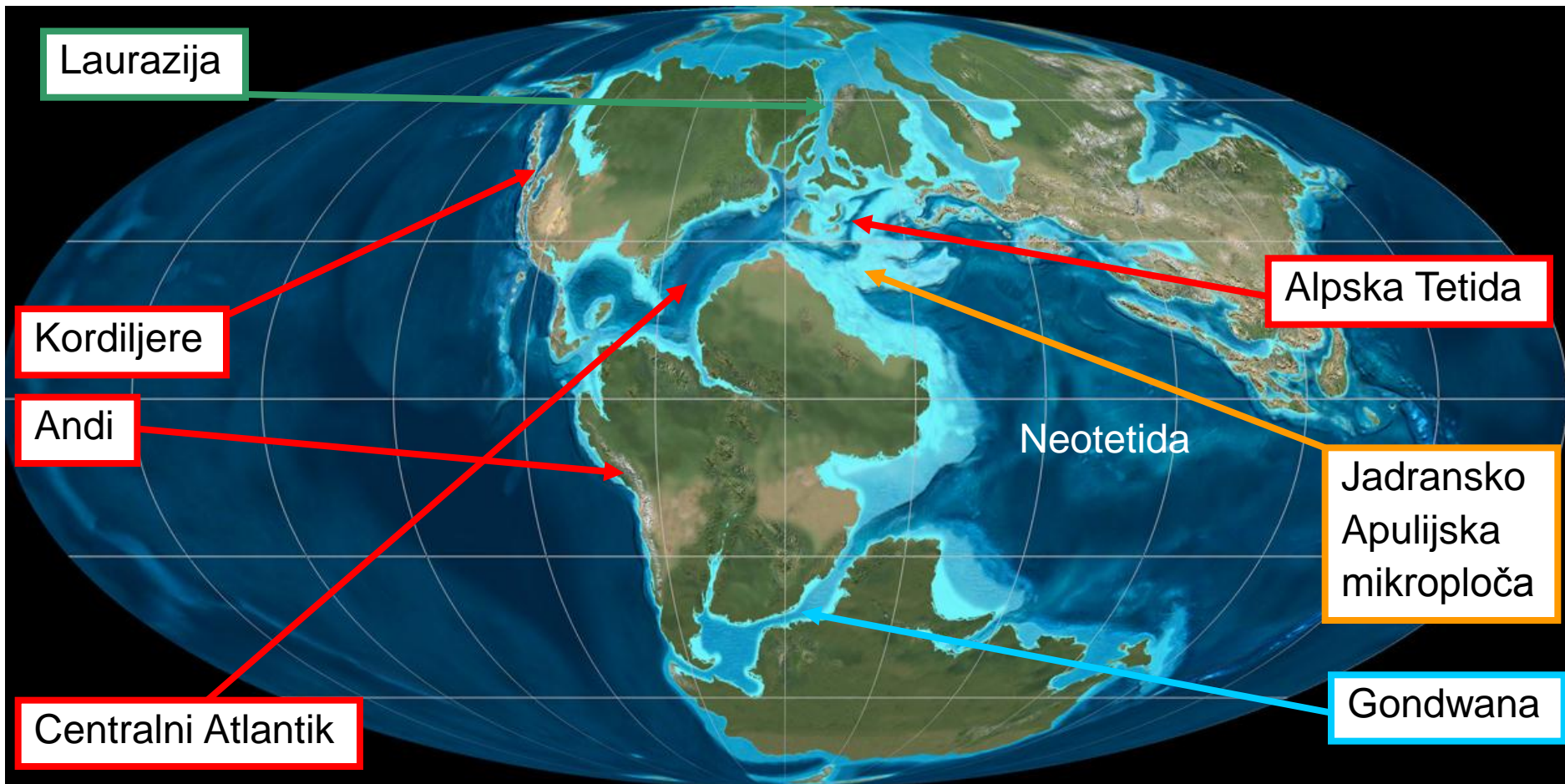


- v srednji juri je centralni Atlantik že odprt
- proti severu se nadaljuje v današnji severni Atlantik in preko Gibraltarja na območje današnjih Alp
- ta krak Atlantika, katerega ostanke dobimo danes v Alpah imenujemo Alpska Tetida ali Piemontsko-Ligurijski ocean
- na severu Neotetide nastane majhno Kimmerijsko gorstvo



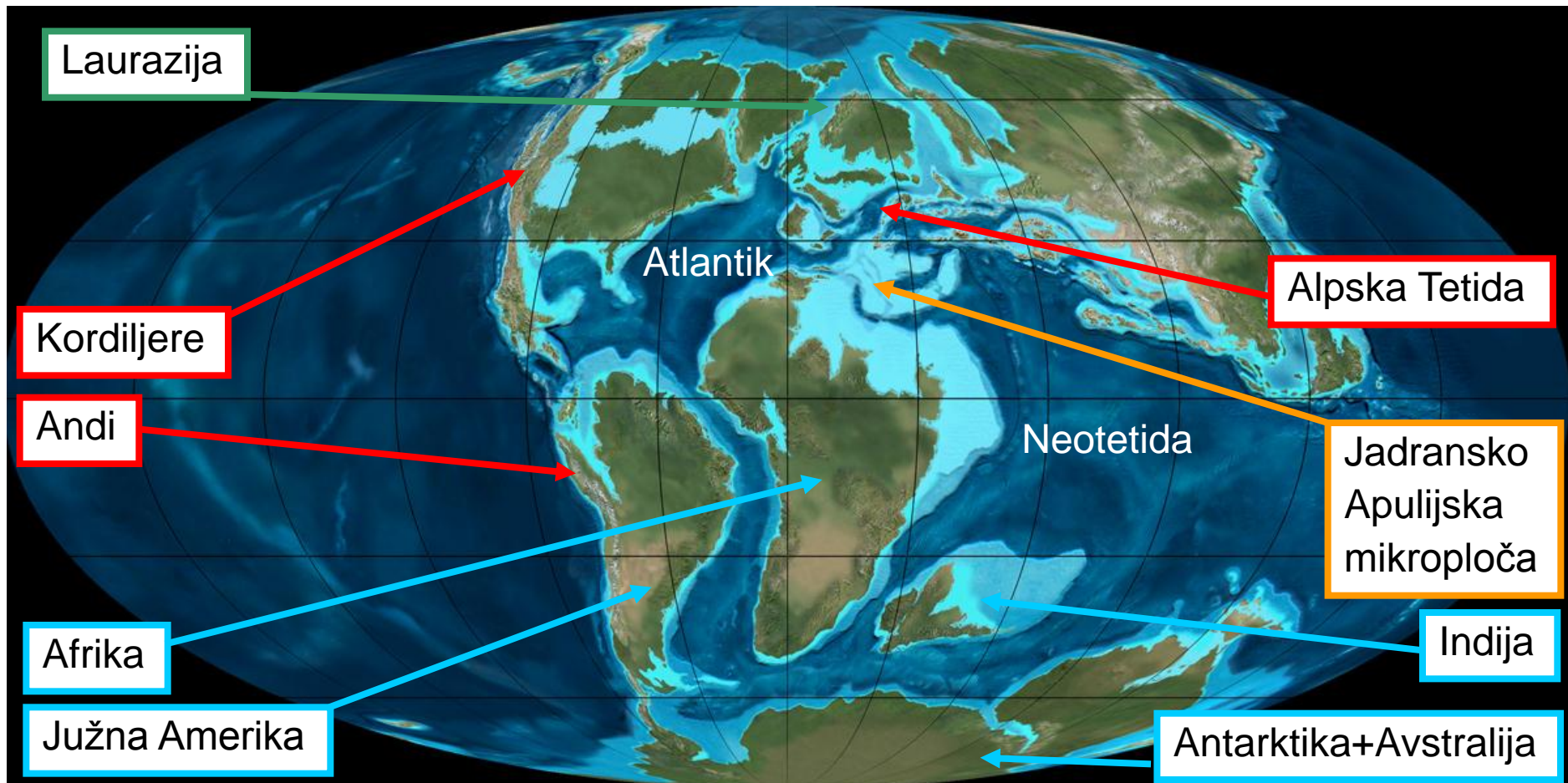


- konec jure začne Atlantik napredovati proti severu in jugu
- to povzroči začetek zapiranja Alpske Tetide
- prav tako se začne intenzivneje zapirati Neotetida
- na območju gondvane pa se začne rifting med Indijo+Avstralijo+Antarktiko in Afriko+Južno Ameriko
- prav tako imamo že prvo razpiranje med Afriko in Južno Ameriko (na N in S)

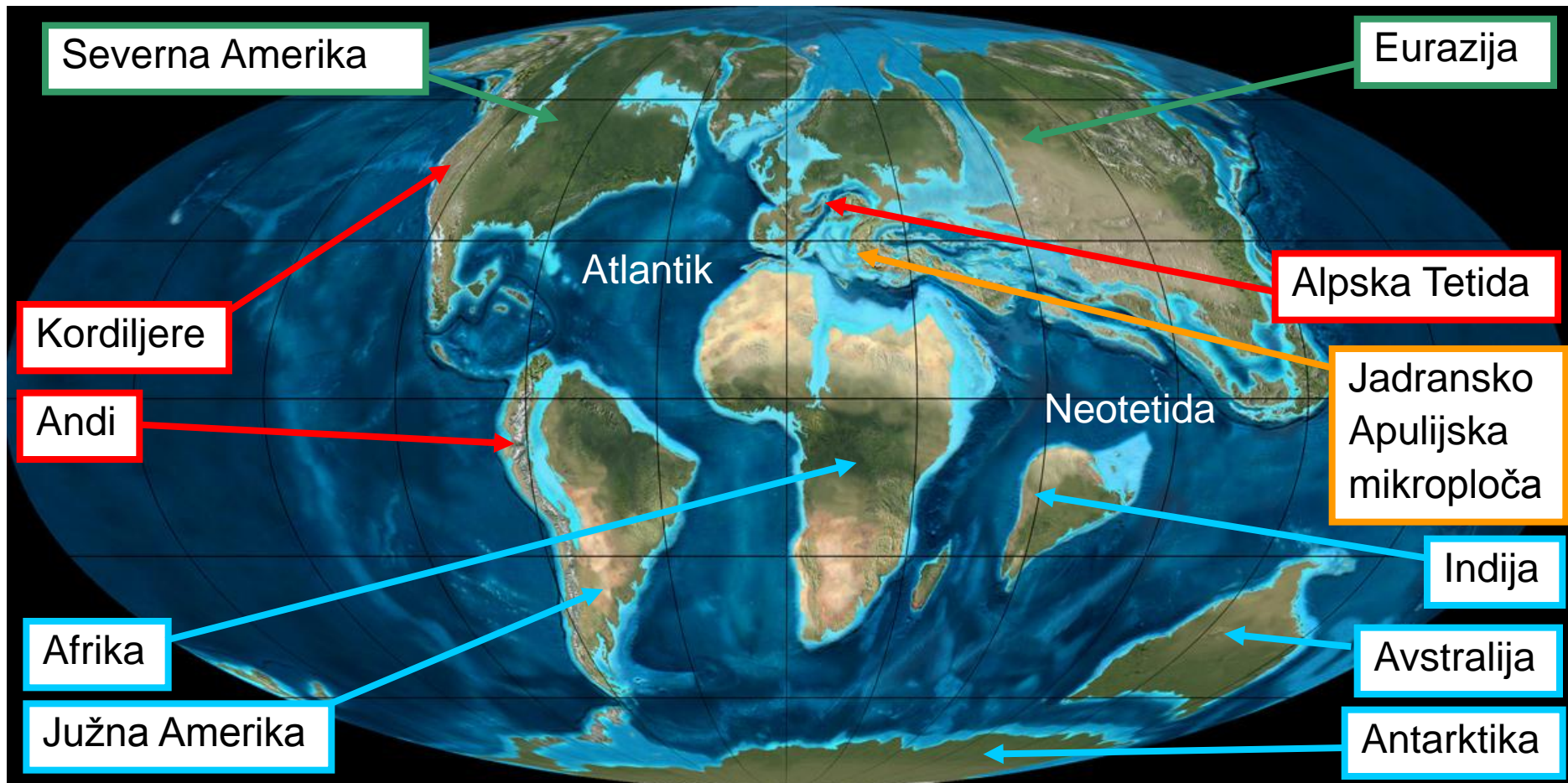




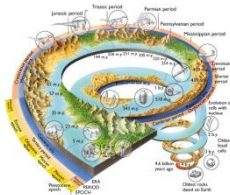
- sredi krede imamo že povezan centralni in Južni Atlantik
- severni Atlantik napreduje postopoma proti severuž
- prav tako je že formiran Indijski ocean
- od nekoč mogočne Gondwane se skupaj držita le še Avstralija in Antarktika,
- vendar tudi tukaj že nastopa rifting
- Alpska Tetida in Neotetida se pridno zapirata



- konec krede svet že močno pridobiva današnjo obliko
- Alpska tetida in zadna Neotetida se praktično že zapreta in začne se kolizija
- Atlantik napreduje že daleč na severi in praktično že lahko govorimo o Severni Ameriki in Euraziji
- Avstralija in Antarktika se razdvojita
- Madagaskar zaostane za Indijo

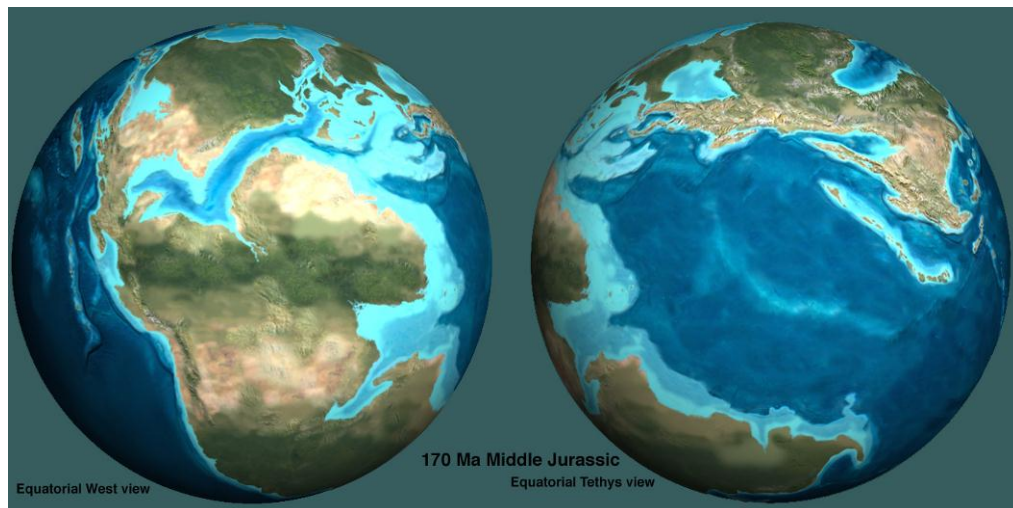
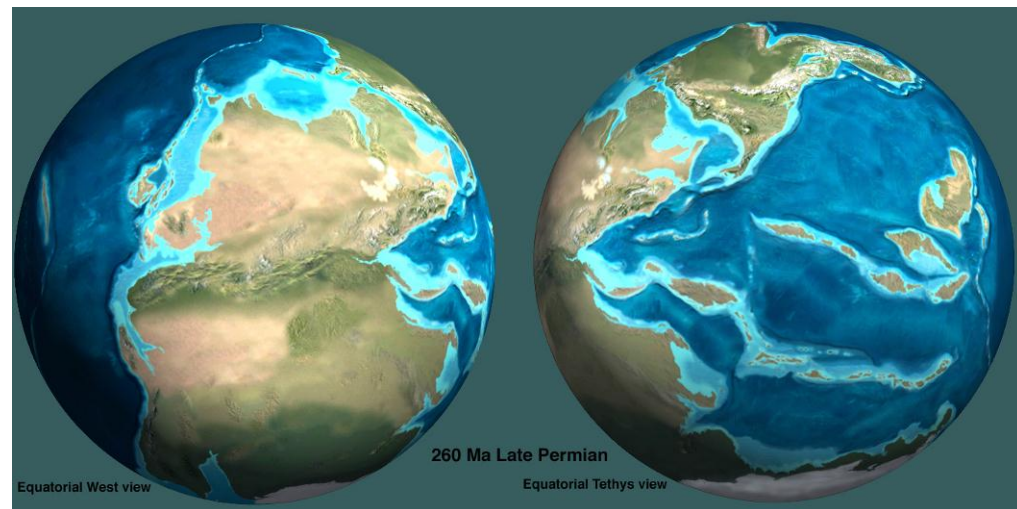
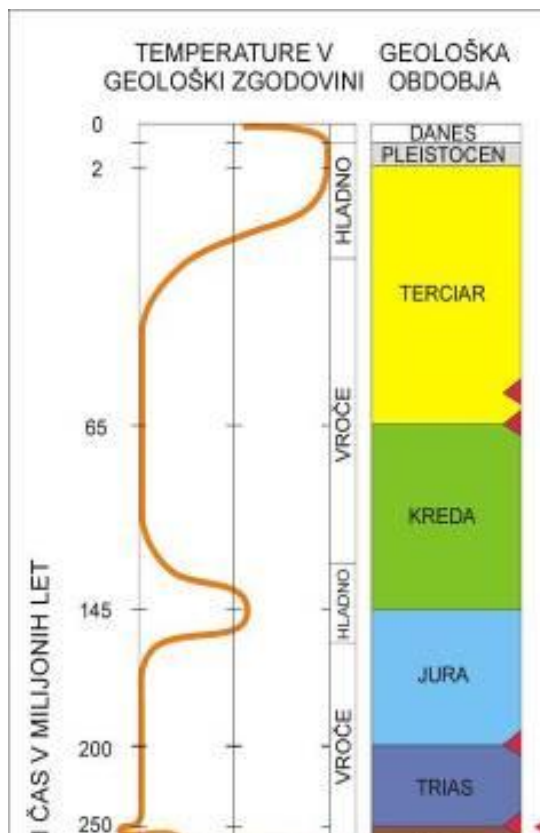






# Klima v mezozoiku

- Klima je bila v mezozoiku na celotni zemeljski obli tropska in še prav posebej topla, tako da so tudi zemeljski poli ostali brez polarnih kap.

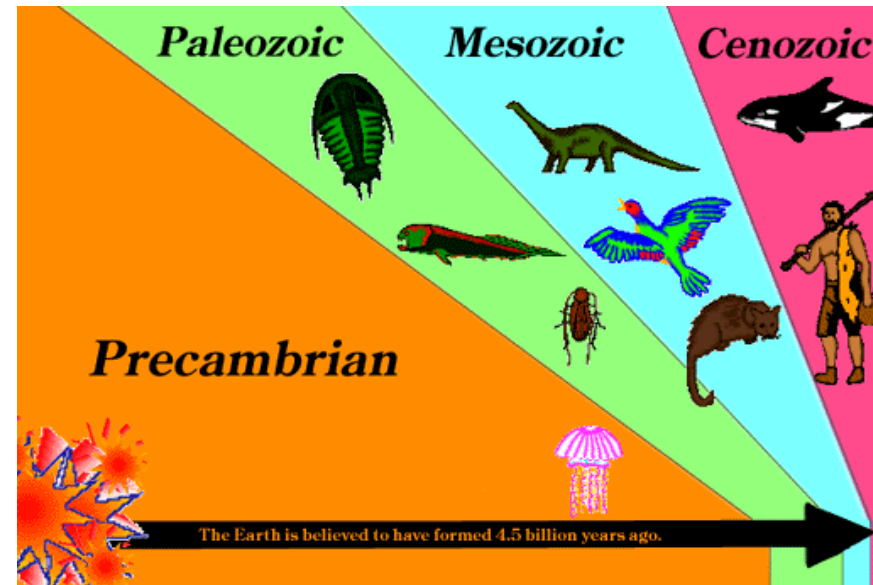
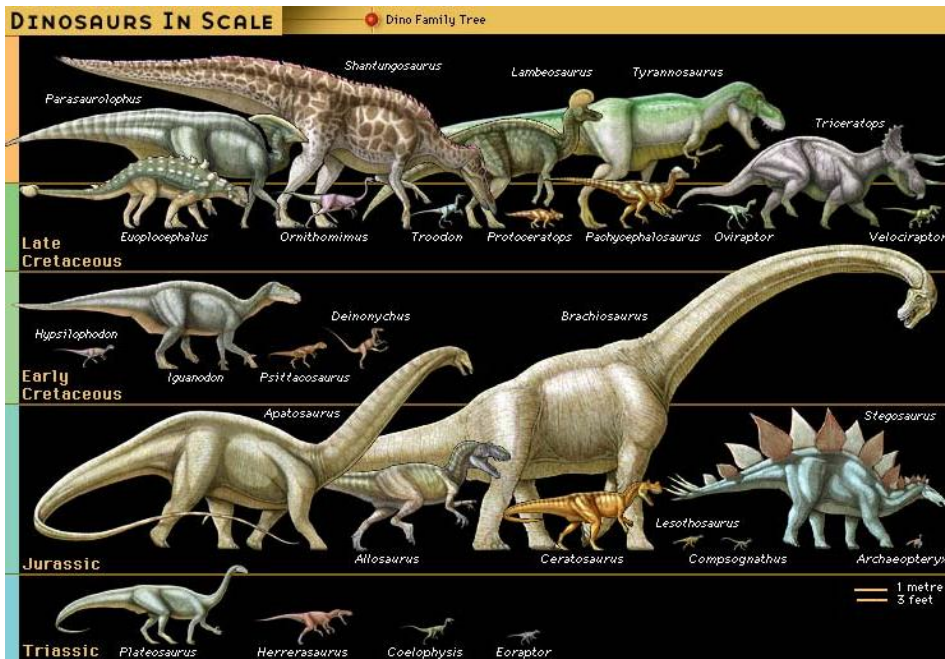


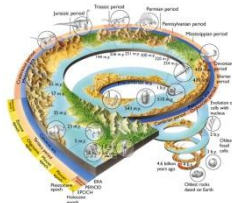




# Življenje v mezozoiku

- Mezozoik predstavlja pomembno obdobje v zgodovini življenja na Zemlji
- Označi ga prehod iz starih paleozojskih oblik k modernejšim kenozojskim

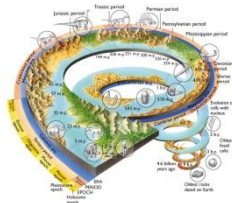




# Življenje v mezozoiku

- Večino živalskih in rastlinskih redov nastane že v paleozoiku
- Na meji perm/trias izumrejo trilobiti, rugozne in tabulatne korale, fuzulinide
- Izumre ogromno preostalih vrst
- Iz preživelih osebkov pa se razvije novo, mezozoijsko življenje





# Življenje v mezozoiku

## NEVRETENČARJI:

- iz preživelih vrst se razvijajo nove živiljske oblike
- okrevanje življenja je bilo sprva počasno (spodnji trias je bolj reven s fosili),
- po `prvem šoku` se evolucija hitro pospeši, saj obstaja polno nezapolnjenih ekoloških niš
- tako ekološke niše, ki so jih nekoč zasedali brahiopodi zasedejo ostrigne školjke
- te razvijejo posebno formo, kjer se ena lupinica močno povdari



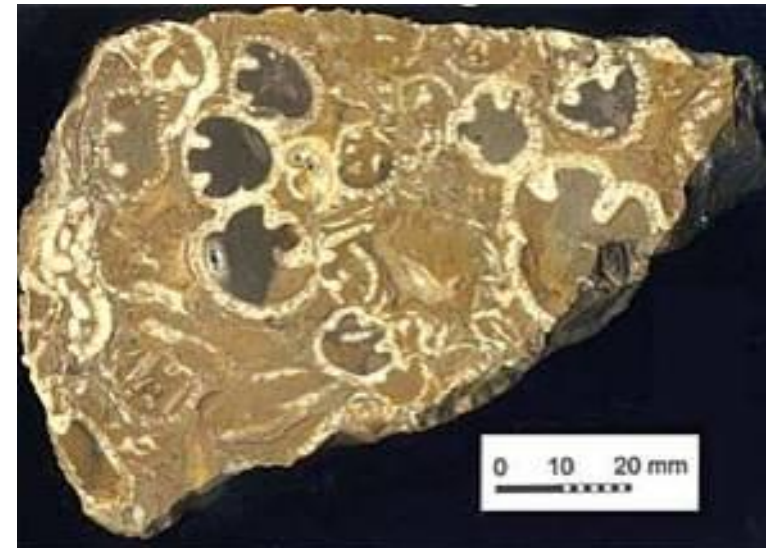




# Življenje v mezozoiku

## NEVRETENČARJI:

- višek tovrstnega razvoja dosežejo ostrigne školjke v zgornji kredi, ko se razvijejo rudisti
- to so koralam podobne školjke in tvorijo grebene
- rastejo v pravih rudistnih tratah
- zelo pogosti v Sloveniji
- izumrejo konec krede



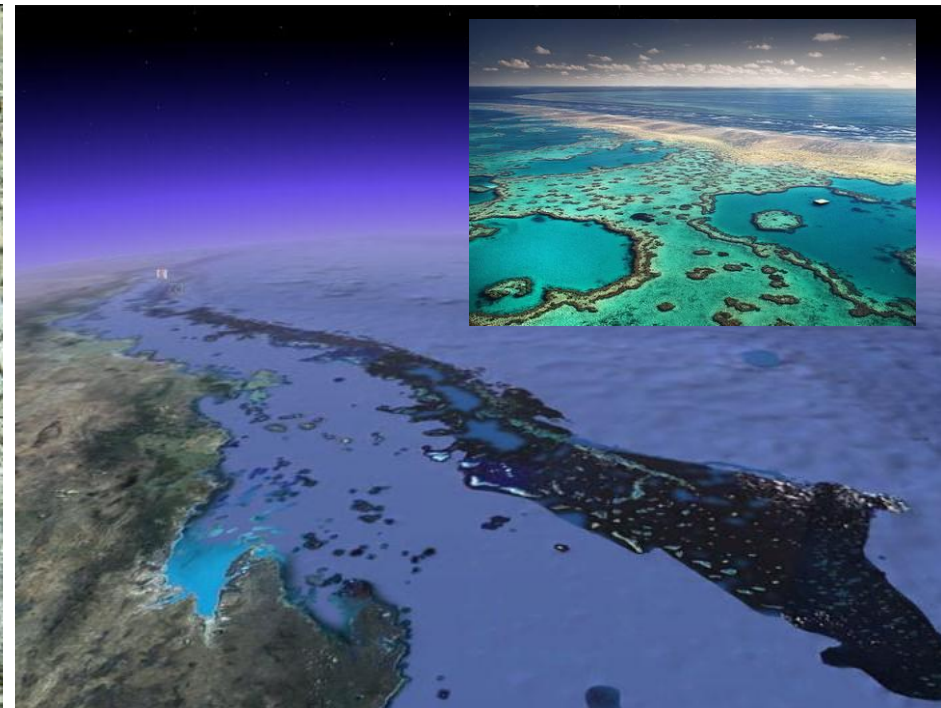




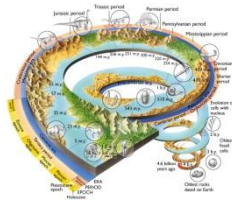
# Življenje v mezozoiku

## NEVRETENČARJI:

- v mezozoiku so v toplih morjih zelo pogoste korale
- večinoma jih najdemo v fotični coni (danes živijo v simbiozi z zooksantelskimi algami → verjetno je bilo isto v mezozoiku
- v Sloveniji pogoste konec triasa, konec jure in v spodnji kredi
- v juri tvorile velik in dolg greben (danes od Kobarida do Črne gore)







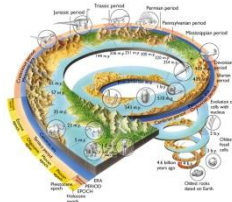
# Življenje v mezozoiku

## NEVRETENČARJI:

- v mezozoiku postanejo pogostejši fosili morskih ježkov in tudi kačjerepov
- še posebej v juri so pogosti crinoidi (nekateri fosili so naravnost fantastični)
- v Sloveniji imamo lepe ježke na Trnovskem gozdu



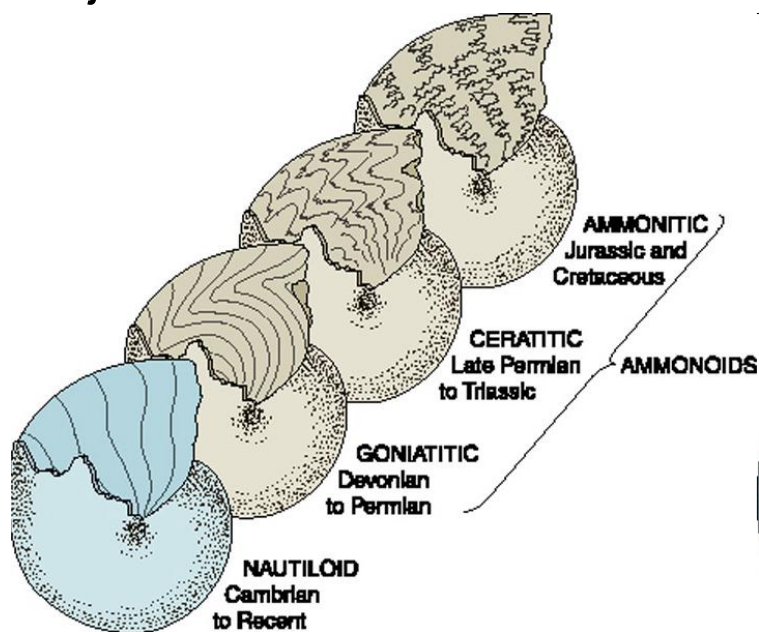
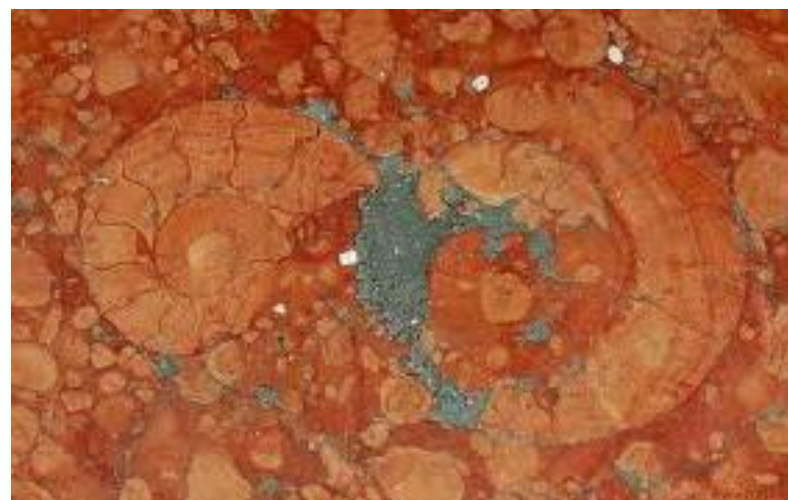




# Življenje v mezozoiku

## NEVRETENČARJI:

- mezozoik je obdobje amonitov (so eni najpomembnejših fosilov iz tega časa)
- postopoma razvijejo vse bolj kompleksne suturne linije
- v Sloveniji pogosti v nekaterih triasnih in jurskih plasteh
- izumrejo konec krede





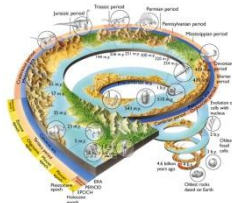


# Življenje v mezozoiku

NEVRETENČARJI:

-če je kaj matematika v vas, boste prepoznali fraktale

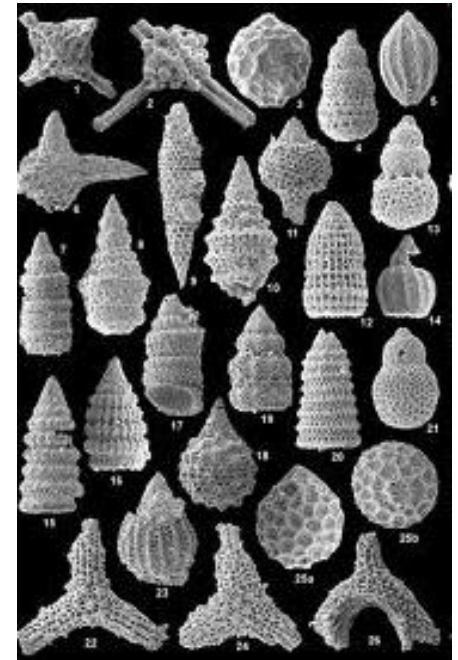




# Življenje v mezozoiku

## NEVRETENČARJI:

- velik razmah v razvoju doživijo tudi belemniti, polži, ter praživali (radiolariji, foraminifere)
- vse te fosile je možno najti v Sloveniji



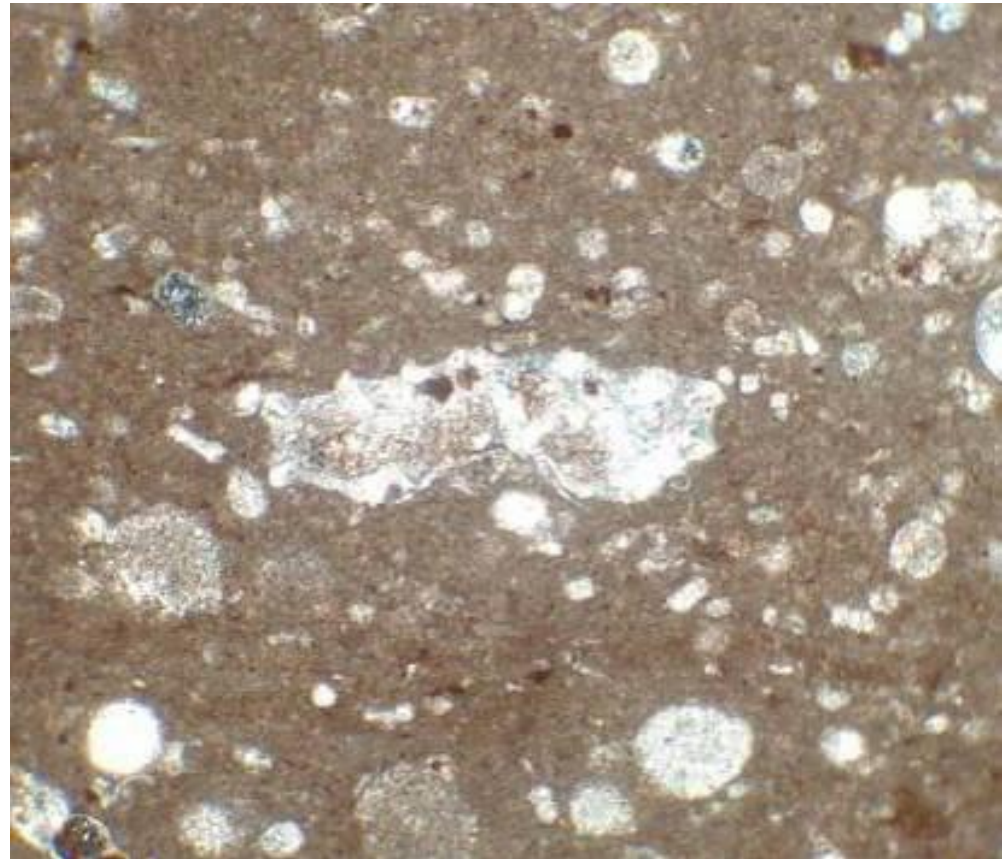
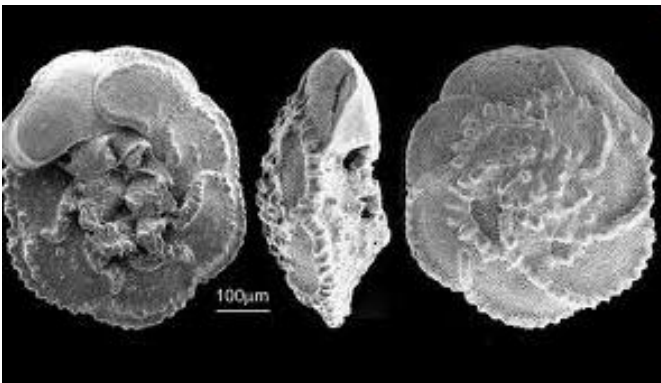
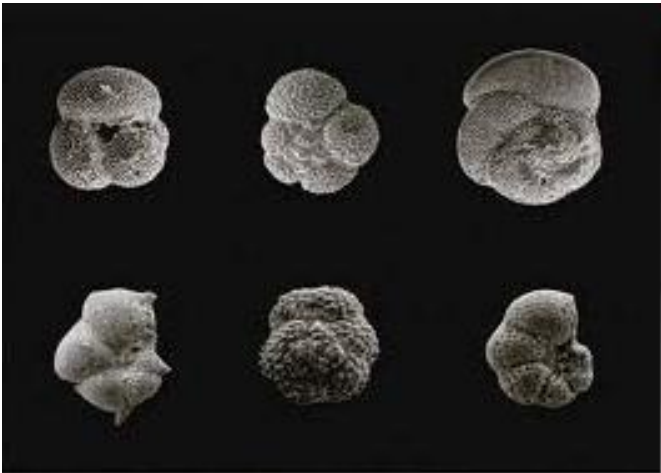


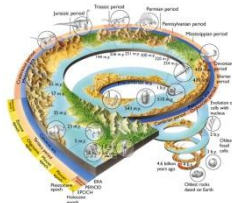


# Življenje v mezozoiku

## NEVRETENČARJI:

-še posebej pomemben je razvoj planktonskih foraminifer v zgornji kredi  
-prve se pojavijo v srednji juri, a višek (2 foraminiverni razvojni višek)  
dosežejo v zgornji kredi → Globotrunkane (škatlaste kamrice)





# Življenje v mezozoiku

## NEVRETENČARJI:

- v mezozoiku imamo že precej ostankov kopenskih nevretenčarjev
- prevladujejo insekti, pogosto so v jantarju (→jurski park), bolh pa še ni



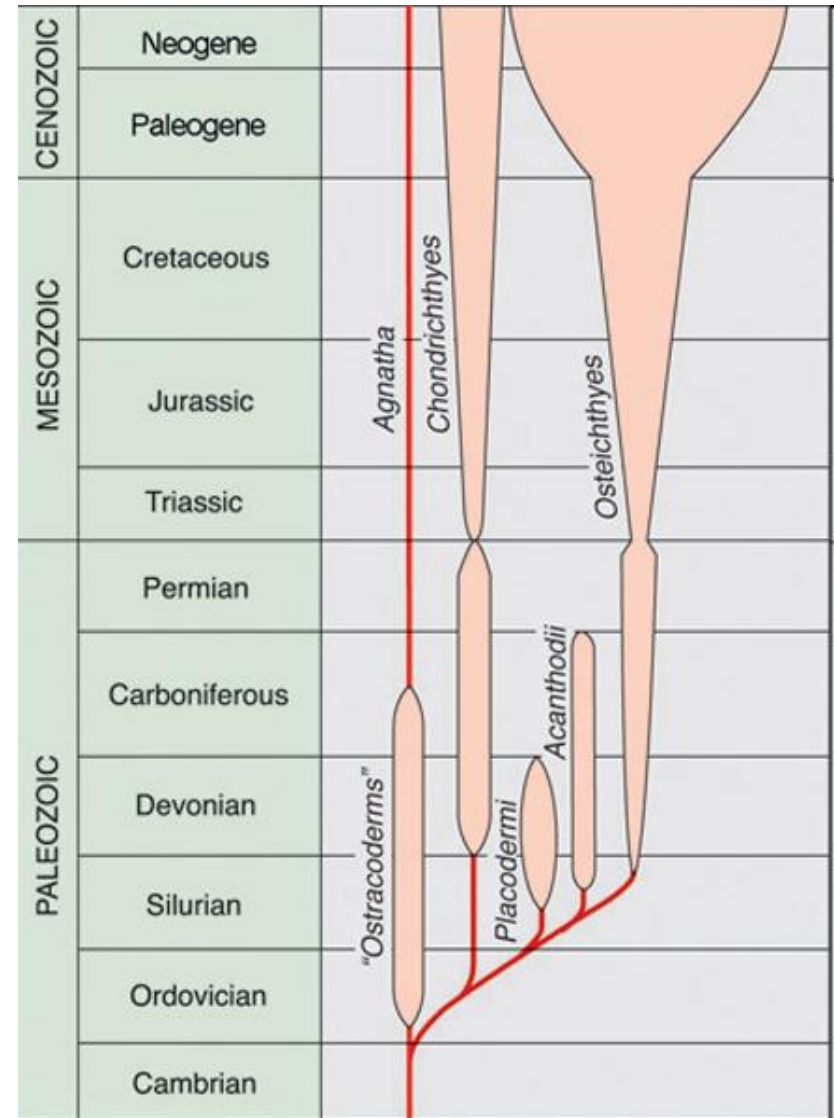




# Življenje v mezozoiku

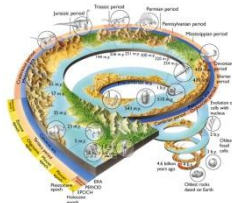
## VRETENČARJI:

- med ribami prosperirajo kostnice in sicer teleoste
- pri nas dobimo zelo lepe ribje ostanke v krednih apnencih na krasu





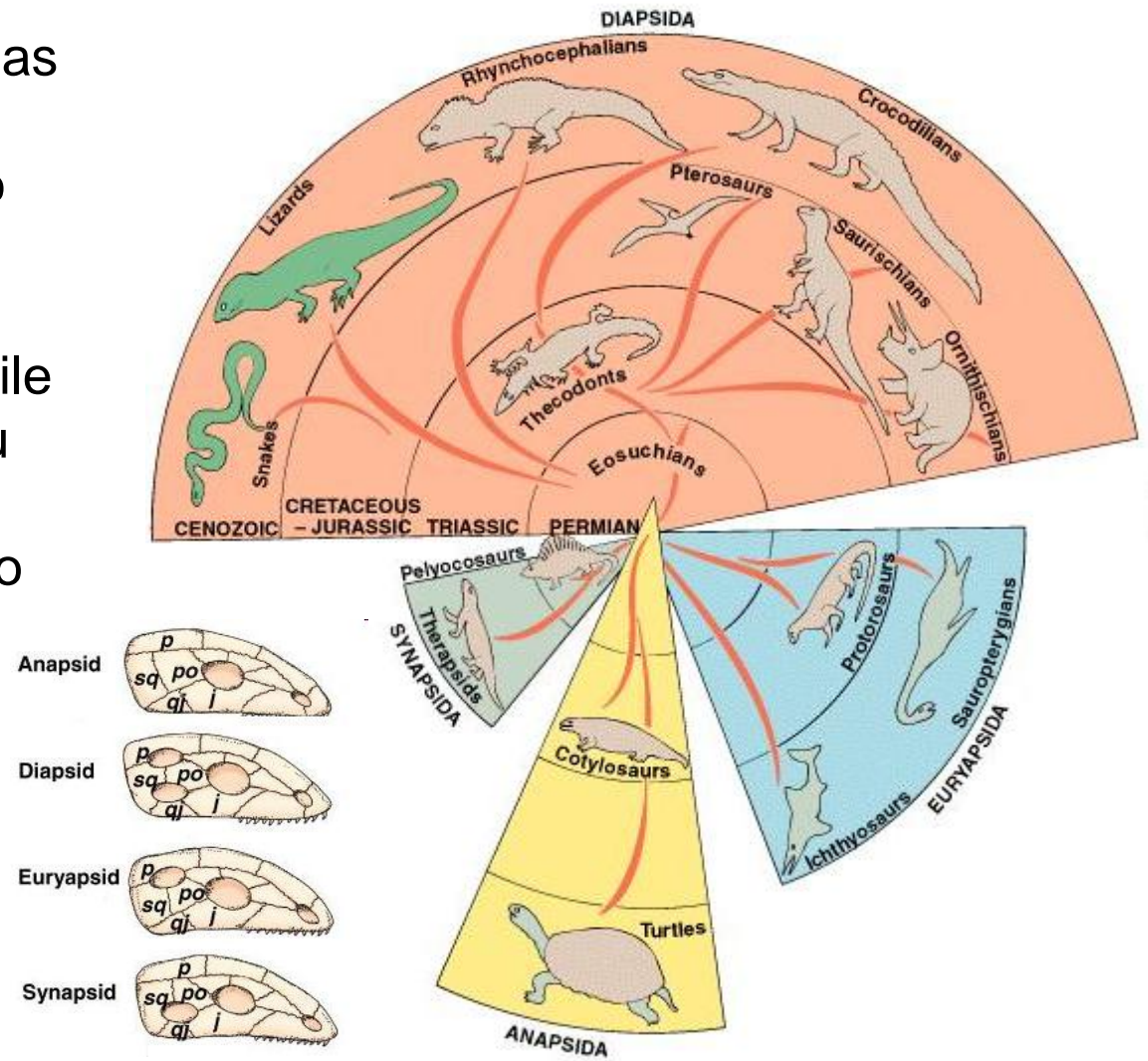


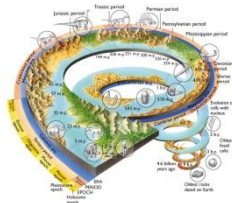


# Življenje v mezozoiku

## VRETENČARJI:

- medtem ko je bilo perm/trias izumrtje izrazito v morskih organizmih, pa je preživelo kar nekaj vrst kopenskih vretenčarjev
- tako še naprej dobimo fosile terapsidov, ki se že v triasu razvijejo v sesalce
- medtem pa plazilci doživijo nesluten razvoj
- ločimo jih glede na obliko lobanje





# Življenje v mezozoiku

## VRETENČARJI:

-najpomembnejša skupina v razvoju so diapsidni plazilci

-naprej jih delimo na:

A lepidozauze; sem spada velika večina današnjih plazilcev (kače, martinčki, iguane)

B archozauze → sem spadajo krokodilči in `filmske zvezde` dinozauri ter pterozauri (leteči)



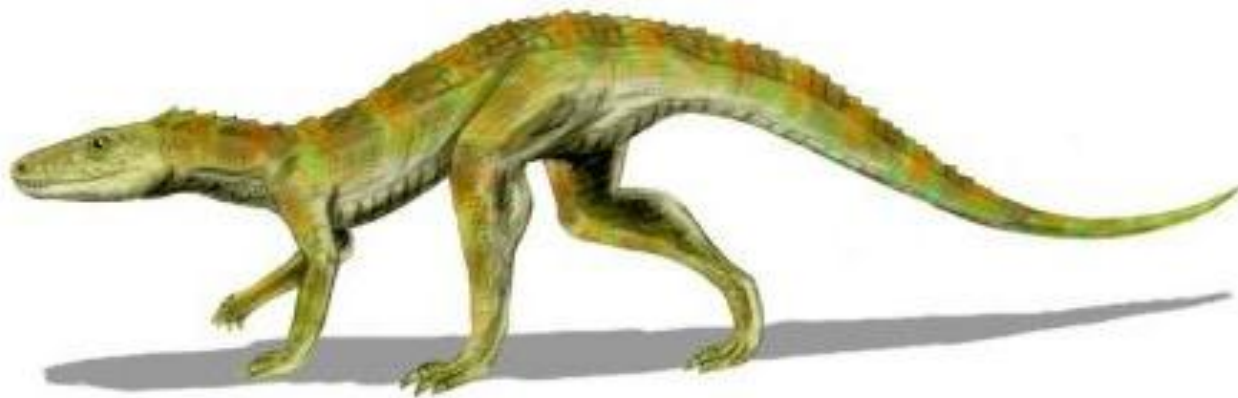




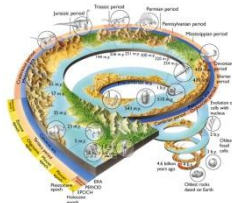
# Življenje v mezozoiku

## VRETENČARJI:

- v triasu imamo tako imenovane bazalne archozaure
- večina jih je že razvila pokončno hojo na dveh nogah
- povečini so majhni, hitri tekači (šprinterji)



triasni *Hesperosuchus* – eden prvih

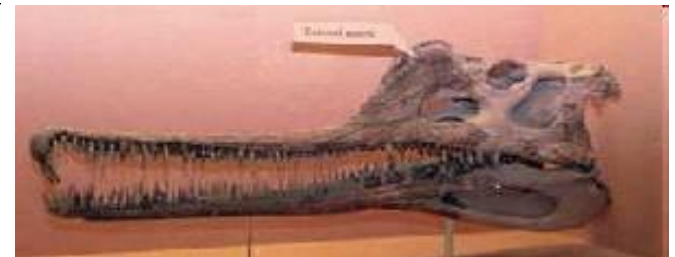
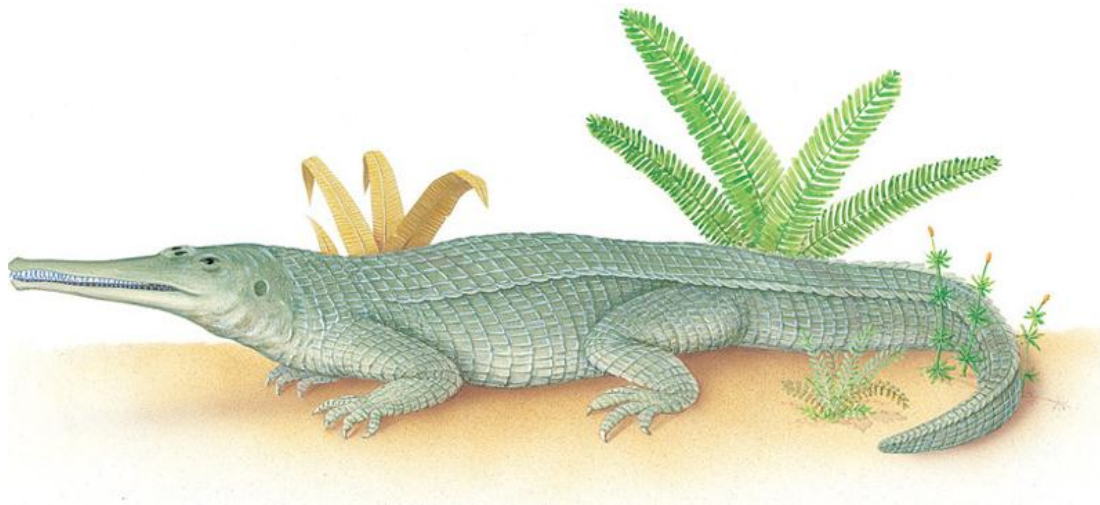


# Življenje v mezozoiku

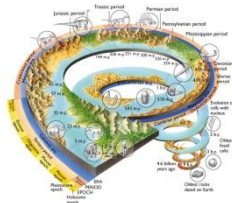
## VRETENČARJI:

-nekateri archozauri so tetrapodi in se razvijejo v močne, oklepljene karnivore

-ena veja pa gre v vodo in se razvijejo v krokodilom podobne phytozaure (lep primer evolucijske konvergence)



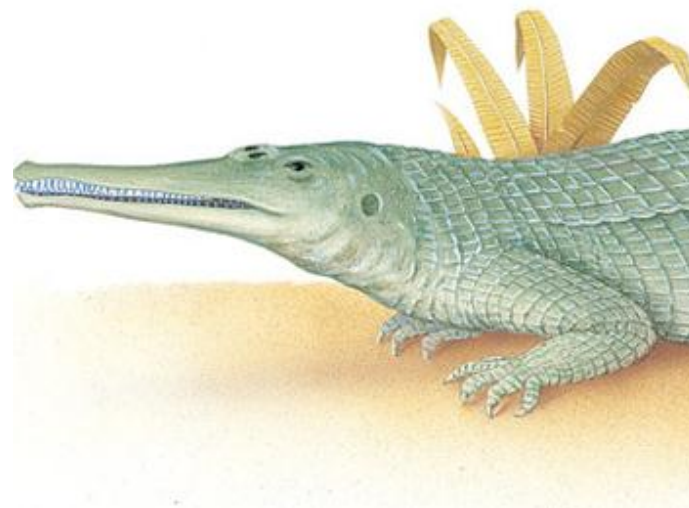
triasni *Rutiodon* – rad bi bil krokodil



# Življenje v mezozoiku

## VRETENČARJI:

-razlika je v poziciji nosnic (phytozauri imajo čisto pri očeh, krokodilči pa na nosu





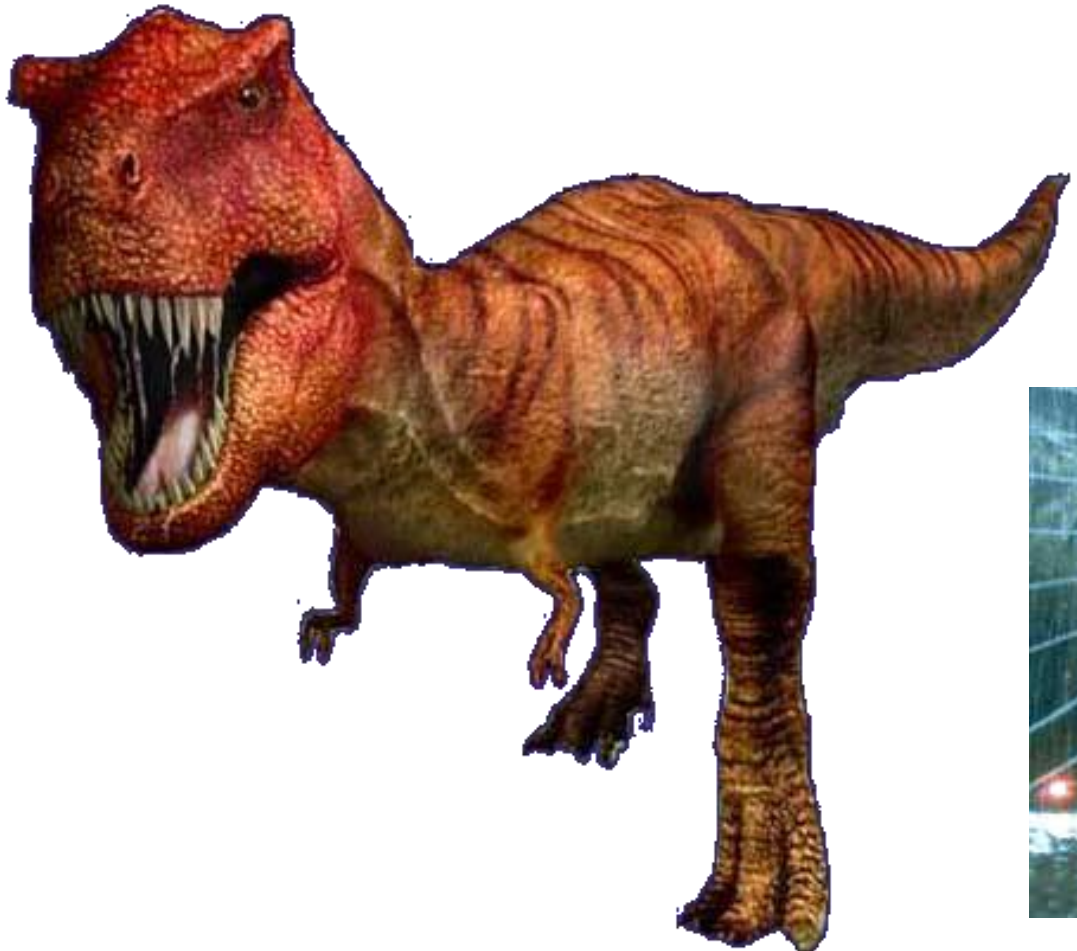


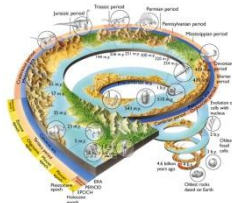
# Življenje v mezozoiku

VRETENČARJI:

-DINOZAVRI = GROZLJIVI PLAZILCI

-grško; deinos = grozljiv, sauros = plazilec





# Življenje v mezozoiku

## DINOZAVRI

Delimo jih glede na oblikovanost kolkov na

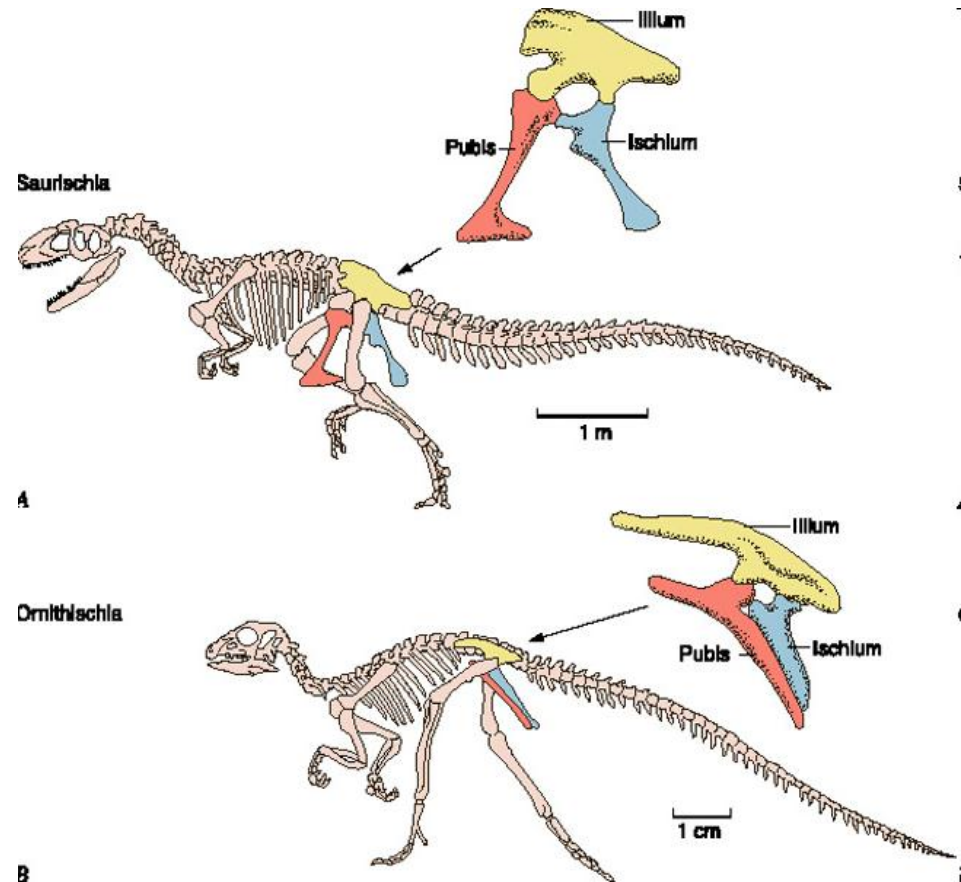
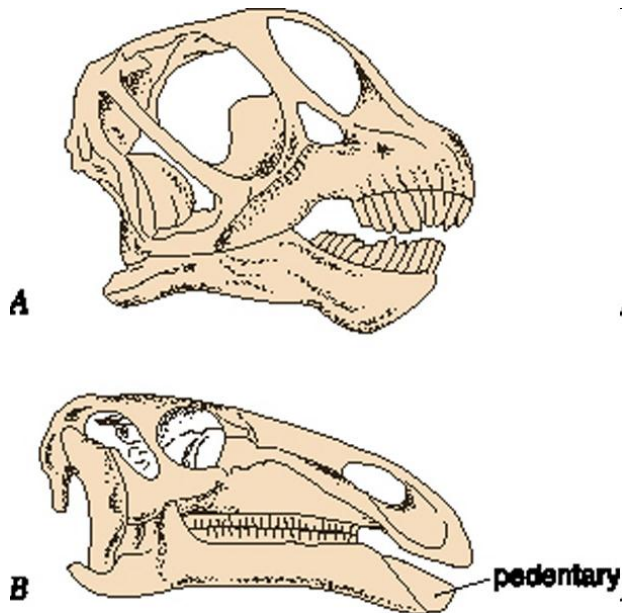
A Saurischia (kolk podoben plazilcem)

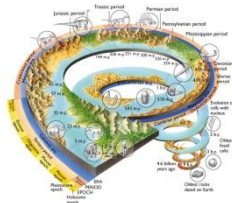
B Ornithischia (kolk podoben pticam)

Druga razlika je v razporeditvi zob:

A - imajo zobe po celotni čeljusti

B - samo ob straneh





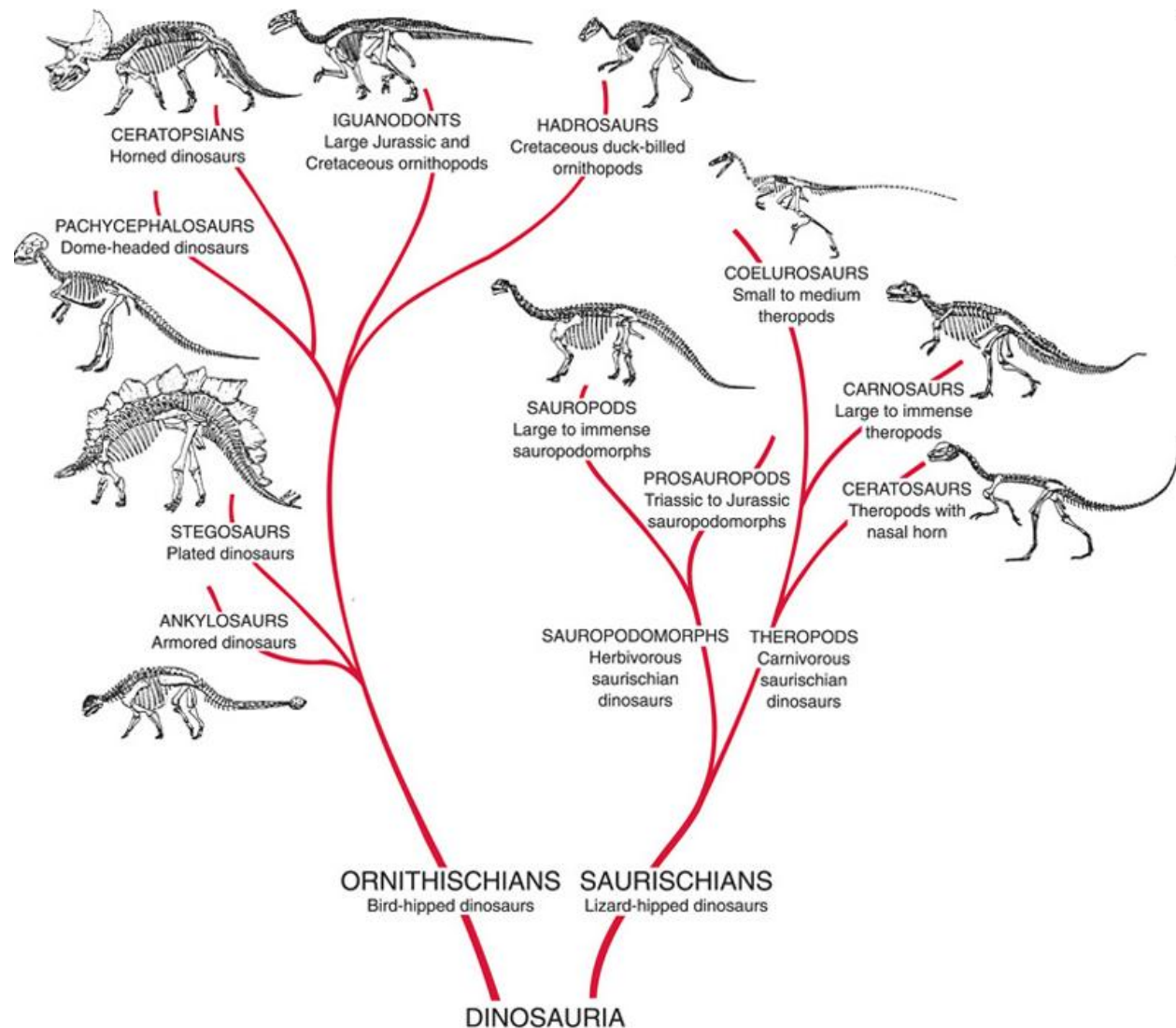
# Življenje v mezozoiku

## DINOZAVRI

Saurischia se naprej deli na:

A theropoda  
(dvonožni  
krvoločneži)

B sauropodomorpha  
(velikanski herbivori)







# Življenje v mezozoiku

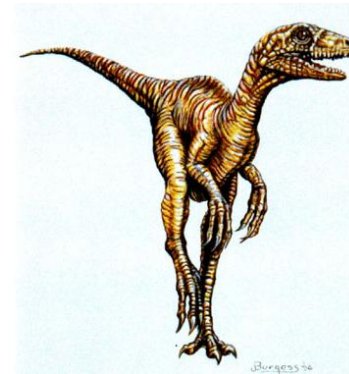
## DINOZAVRI

### Theropoda

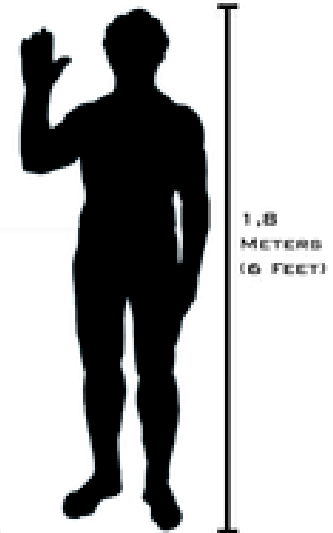
- najstarejši pravi dinozavri so iz zgornjega triasa
- na enem najdišču v Mehiki našli preko sto primerkov (jih je najbrž ubila lokalna katastrofa); v združbi ugotovili spolni dimorfizem

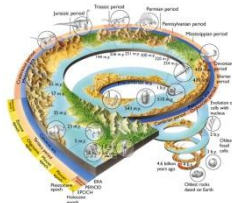


*Herrerasaurus* (do 3m)



*Eoraptor* (do 1m)





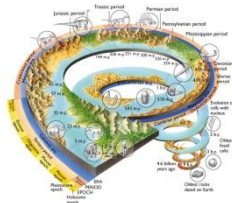
# Življenje v mezozoiku

## DINOZAVRI

### Theropoda

- najsлавnejši izmed vseh je kredni *Tyrannosaurus* (ironično glavna zvezda Jurskega parka)
- bil je shrhliva do 13 metrov velika zver z super ostrimi zobmi
- lobanja je bila pritrjena na vrat zelo mobilnim sklepom → hitro obračanje glave
- imel dobre oči in vonj
- v Argentini je imel večjega bratranca z imenom *Gigantosaurus*





# Življenje v mezozoiku

## DINOZAVRI

### Theropoda

-med slavne je uvrščen tudi `grozljiv krempej`

*Deinonychus*







# Življenje v mezozoiku

## DINOZAVRI

Sauropodomorpha:

A prosauropoda;

-sprednje noge krajše kot zadnje

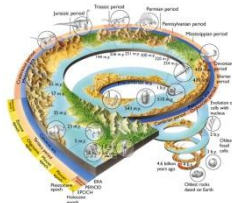
-se postavljali na zadnje noge

-živel do zgodnje jure

B sauropodi

-se razvili v orjaške krave iz prejšnih v juri



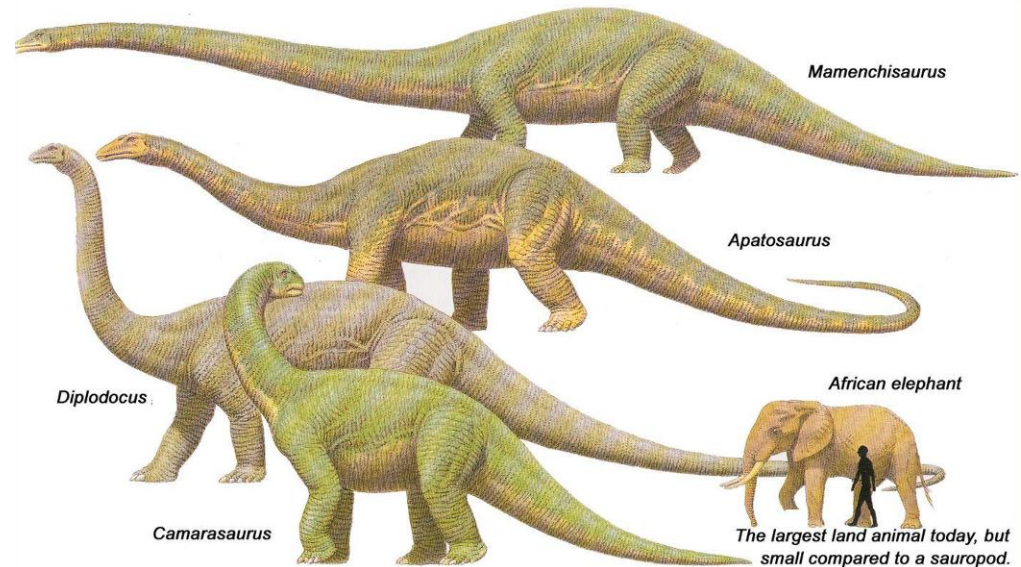


# Življenje v mezozoiku

## DINOZAVRI

Sauropodomorpha:

Najslavnejši med sauropodi so *Apatosauros* (staro ime *Brontosaurus*), *Brachiosauros*, *Diplodocus* in največja 80 tonski *Supersauros* ter 100 tonski *Argentinosaurus*







# Življenje v mezozoiku

DINOZAVRI

Sauropodomorpha:



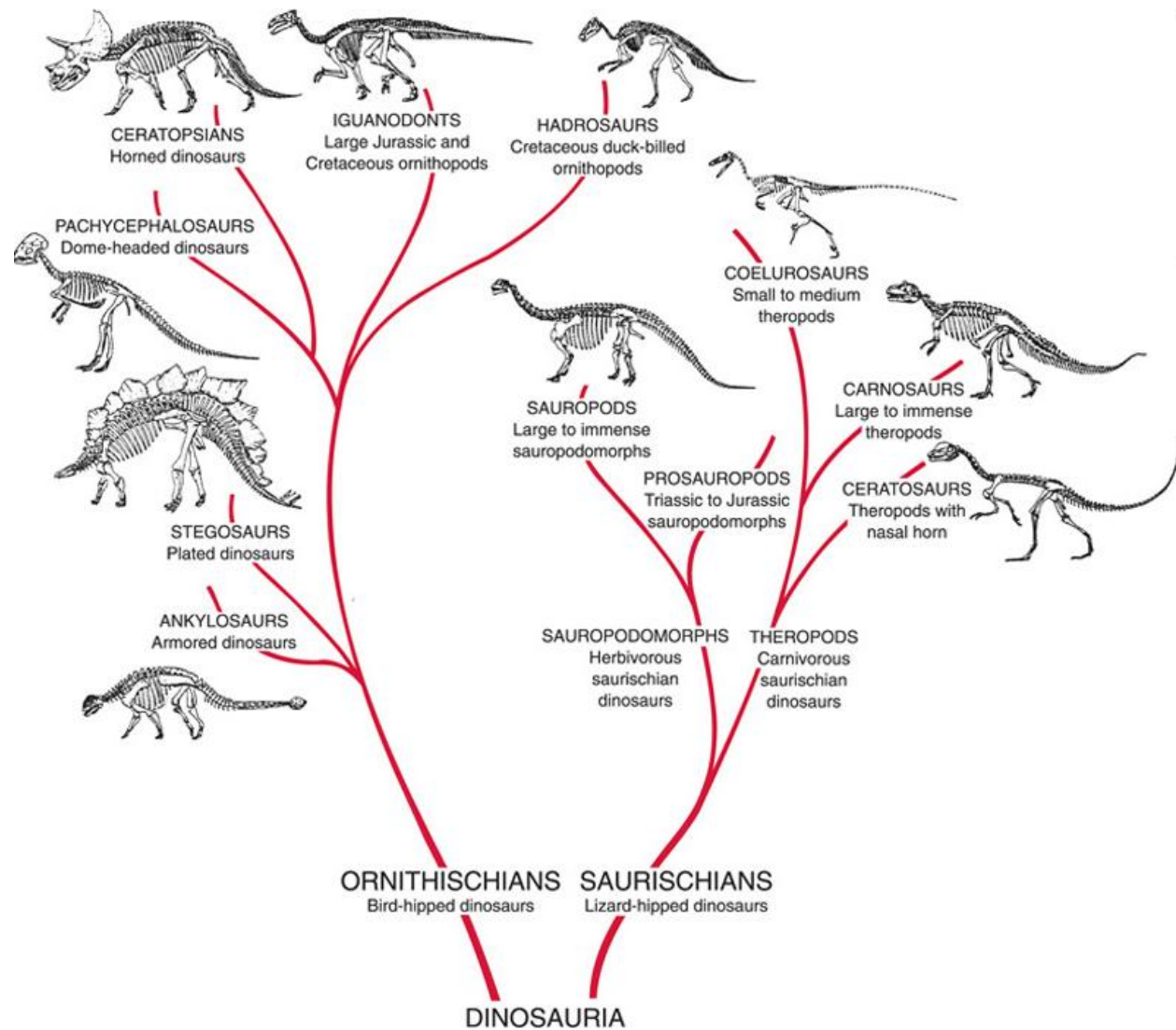


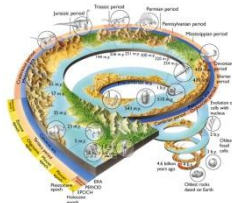


# Življenje v mezozoiku

## DINOZAVRI

Ornithischia se razvije  
konec triasa in se  
razbohoti v juri in kredi  
-imamo dvo in  
štirinožne živali  
(sprednje noge vedno  
krajše)  
-vsi so rastlinojedi





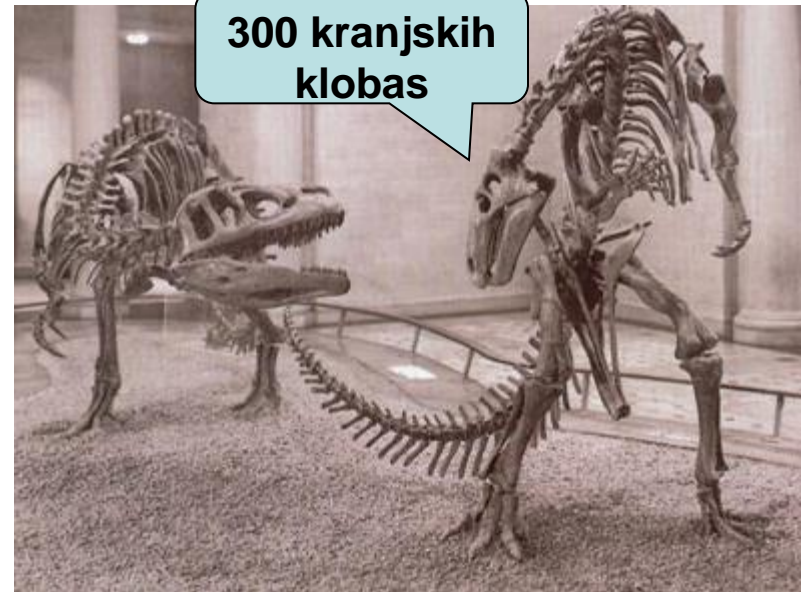
# Življenje v mezozoiku

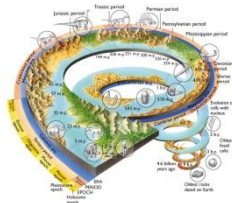
## DINOZAVRI

Ornithopoda (dvonožni)

-jurski je *Camptosaurus*

-bolj znani kredni potomci





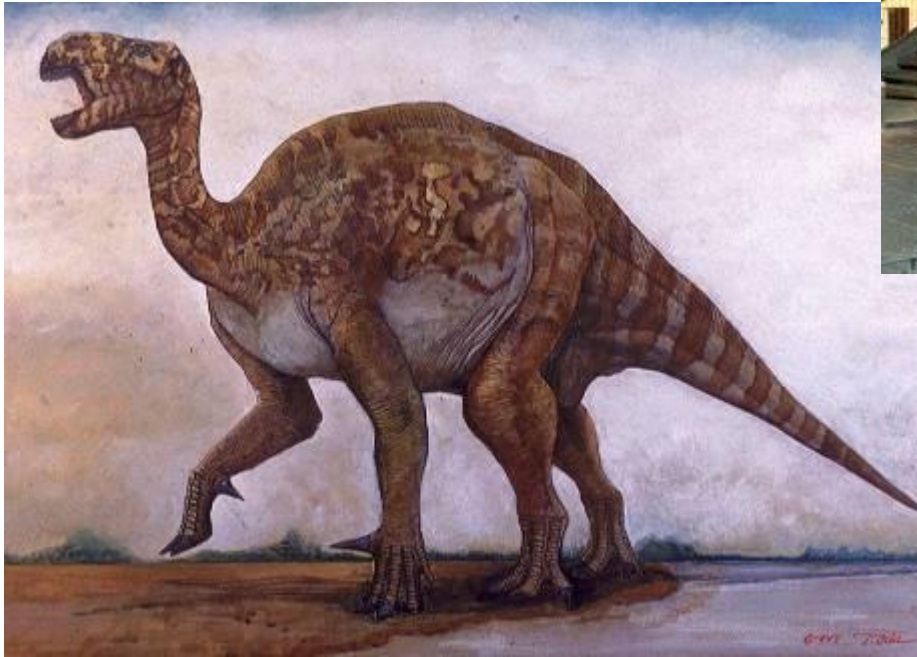
# Življenje v mezozoiku

## DINOZAVRI

Ornithopoda (dvonožni)

-kredni *Iguanodon*

-eden prvih najdenih in opisanih  
dinozavrov



Ornithopodi so potovali v velikih  
čredah:

- kredno nahajališče v Montani  
vsebuje preko 10000 primerkov
- prekrito z vulkanskim pepelom



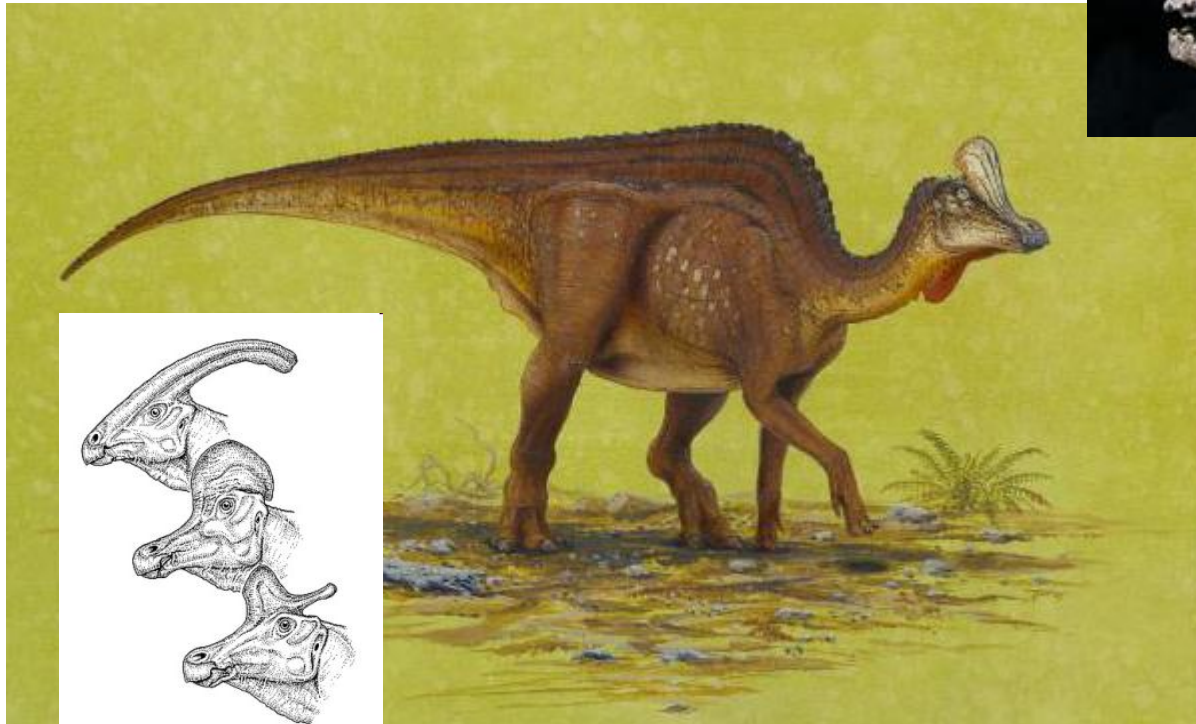


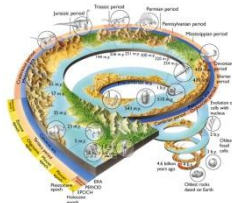
# Življenje v mezozoiku

## DINOZAVRI

Ornithopoda (dvonožni)

- zanimiva evolucijska veja so hadrosauri
- podarjena čelne kosti naj bi bile zvočni resonatorji za klicanje ljubimcev





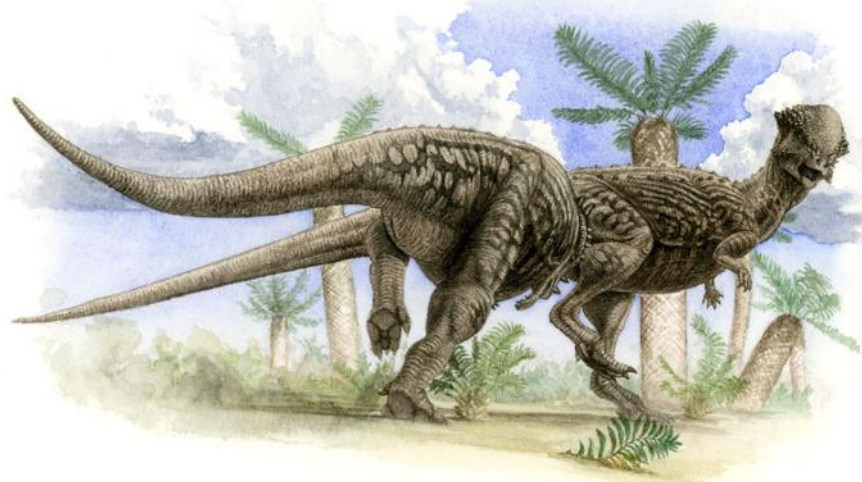
# Življenje v mezozoiku

## DINOZAVRI

Ornithopoda (dvonožni)

-zelo znan je tudi trdoglavi

*Pachycephalosaurus*





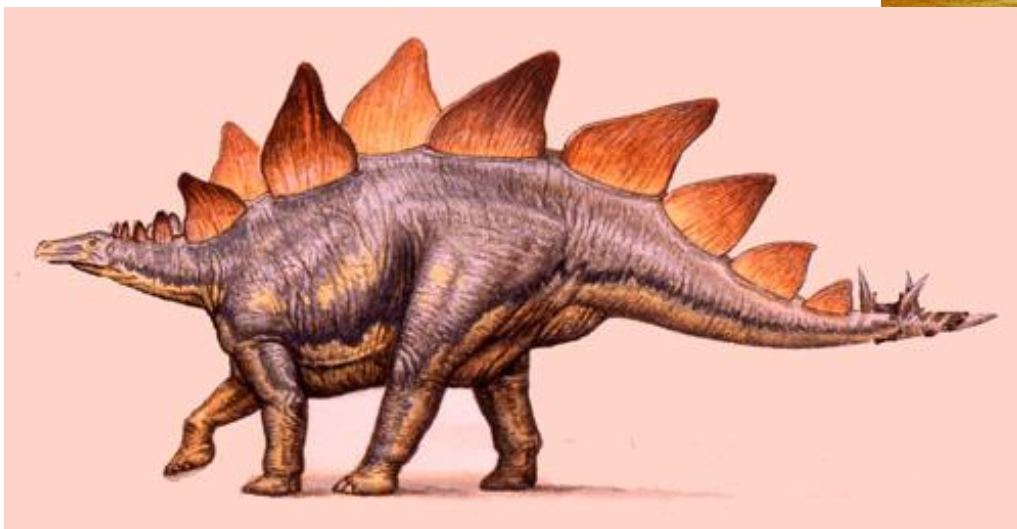


# Življenje v mezozoiku

## DINOZAVRI

Štirinožni ornithosauri so se razvili v več vej

- Stegosaurus*: polno plošč na hrbtu
- plošče služile obrambi, spolnemu okrasju ali za regulacijo temperature
- vodilni iz štirinožnih v juri



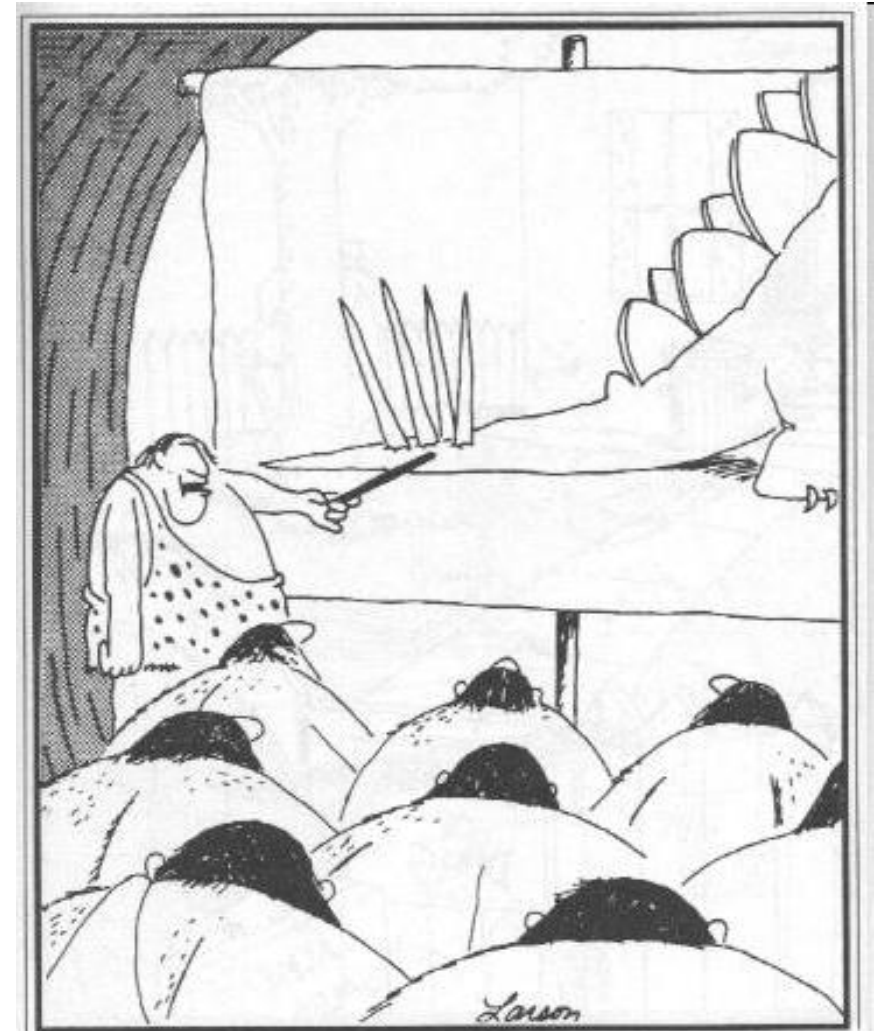




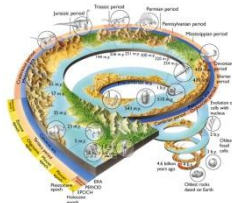
# Življenje v mezozoiku

## DINOZAVRI

-*Stegosaurus*: na repu so imeli thagomizer



"Now this end is called the thagomizer . . . after the late Thag Simmons."



# Življenje v mezozoiku

## DINOZAVRI

-stegozauri so se v kredi razvili v prave oklepnike;

-*Nodosaurus*

-*Ankylosaurus*





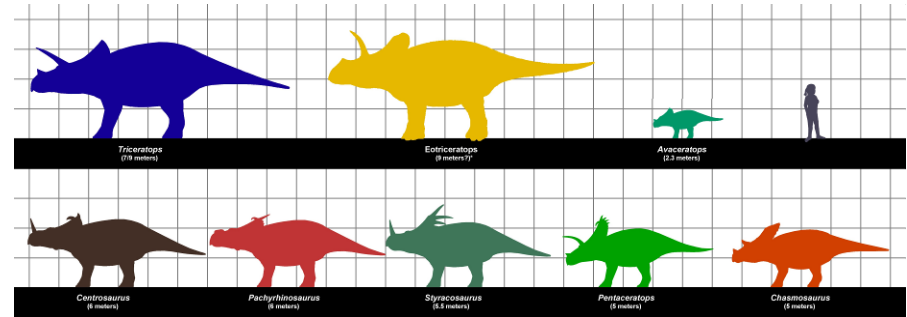


# Življenje v mezozoiku

## DINOZAVRI

### -Ceratopsidi:

- znani po svoji rogovih
- razvili se šele v kredi
- veliki kot današnji sloni



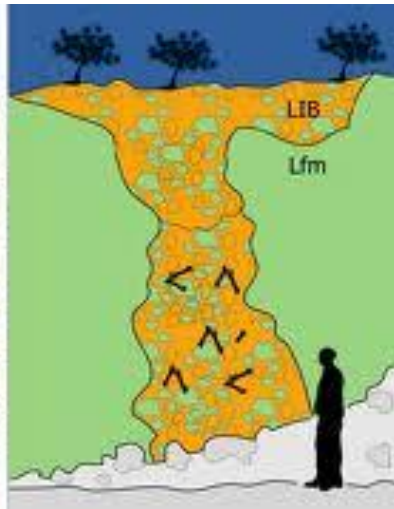


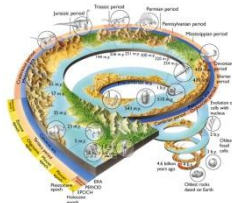


# Življenje v mezozoiku

## DINOZAVRI

- V Sloveniji imamo nahajališče dinozavrov pri Kozini na Krasu
- odkrili so ga pri gradnji avtoceste
- gre večinoma za drobce kosti, ki skupaj z apnenčevimi kosi ko breča zapolnjuje zelo staro brezno še iz časa krede
- v breči najdeni tudi zobje
- določili 2 mesojedi in 2 rastlinojedi vrsti
- podobno nahajališče je v Bujah v Istri (je pod vodo in ima bolj ohranjene kosti)

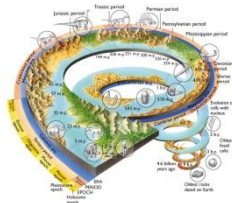




# Življenje v mezozoiku

- Jurski park in njegove zmote





# Življenje v mezozoiku

## DINOZAVRI

-zapolnjevanje ekoloških niš je dinozaure s procesom imenovanim adaptacijska radiacija privedlo do:

- A osvajanja neba
- B vrnitve v morje



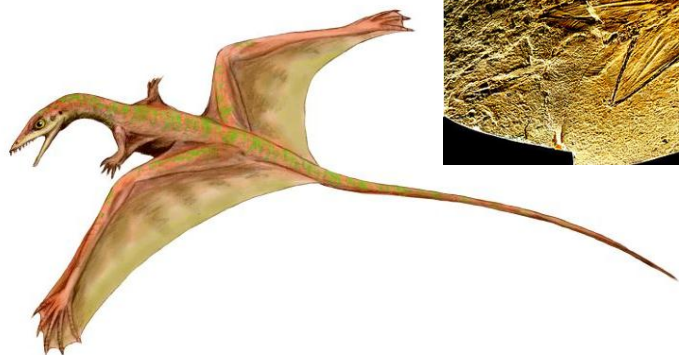




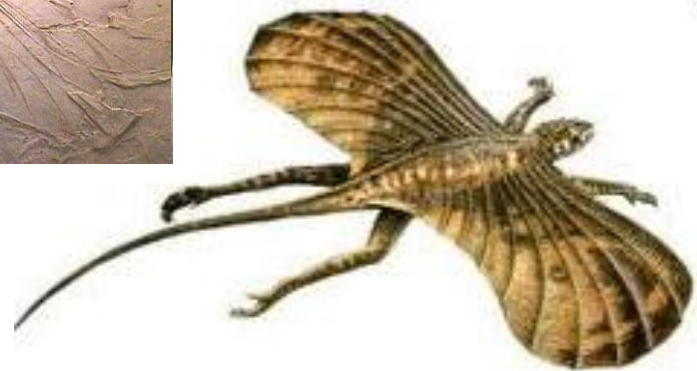
# Življenje v mezozoiku

## DINOZAVRI

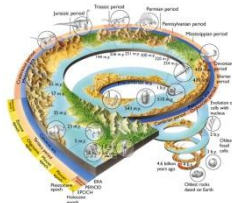
- prvi leteči dinozauri so imeli verjetno le kožne membrane s katerimi so jadrali od veje do veje
- razvili so se že koncem triasa
- kasneje se te membrane ojačajo s kostmi, ki pa niso pritrjene na skelet in so membrane lahko pospravili kot japonsko pahljačo



*Sharovipteryx*



*Icarosaurus*

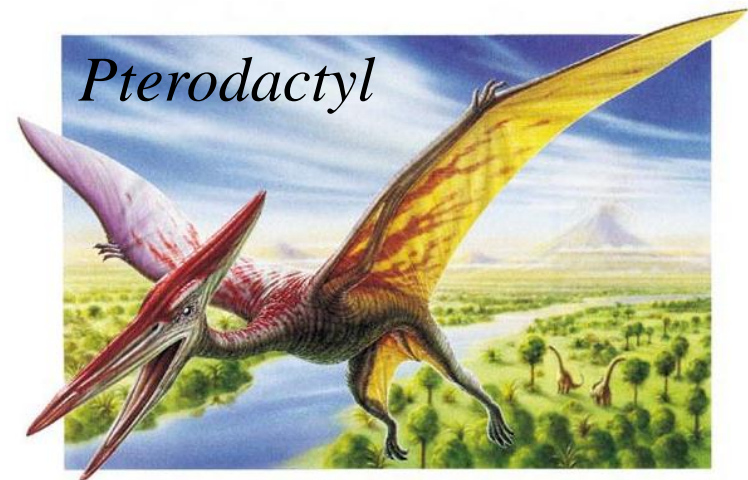
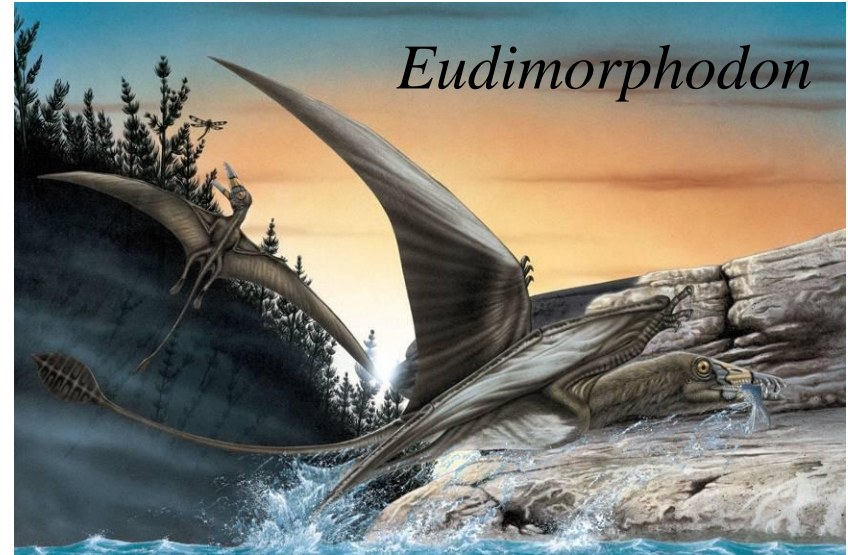


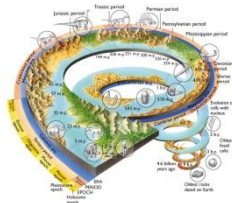
# Življenje v mezozoiku

## DINOZAVRI

### -Pterosauri:

- se razvili iz prejšnjih konec triasa
- živeli do spodnje krede
- bili aktivni letalci
- v čeljustih imeli zobe
- četrti prst je bil podalšan in je podpiral krilo
- tri prsti običajni in se končevali z kremplji
- dve osnovni obliki:
  - A z repom (Rhamphorhynocoidi)
  - B bolj napredni brez repa (Pterodactyloidi)



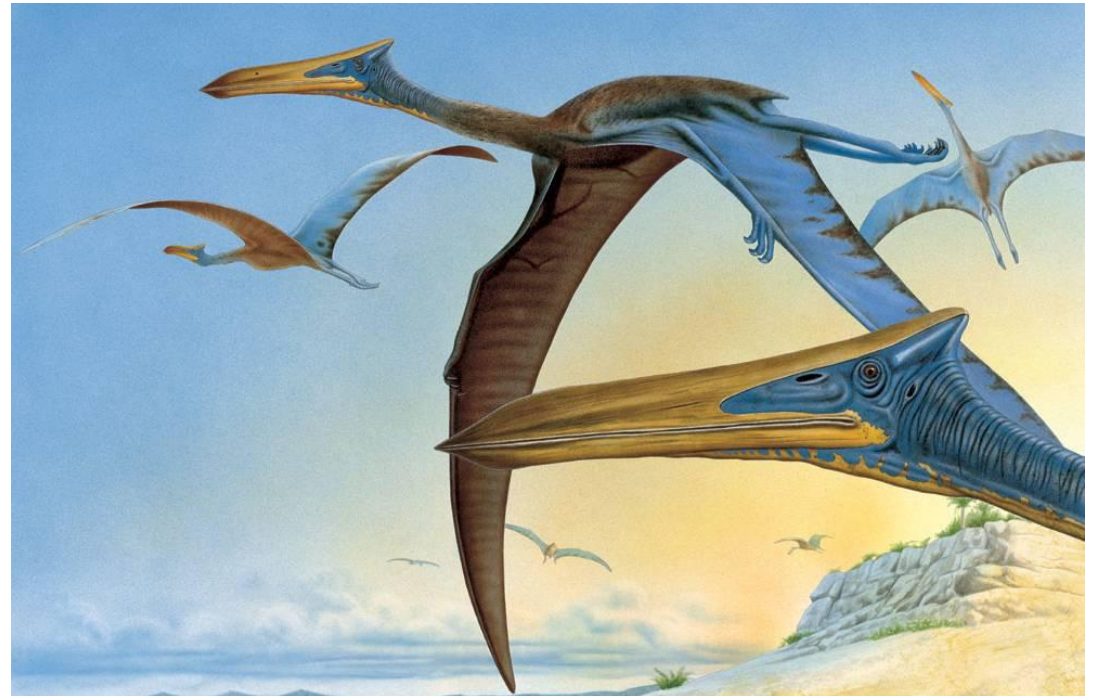


# Življenje v mezozoiku

## DINOZAVRI

### Pterosauri:

- Quetzalcoatlus northropi* – največji
- Pterodaurus* – specializacija čeljusti





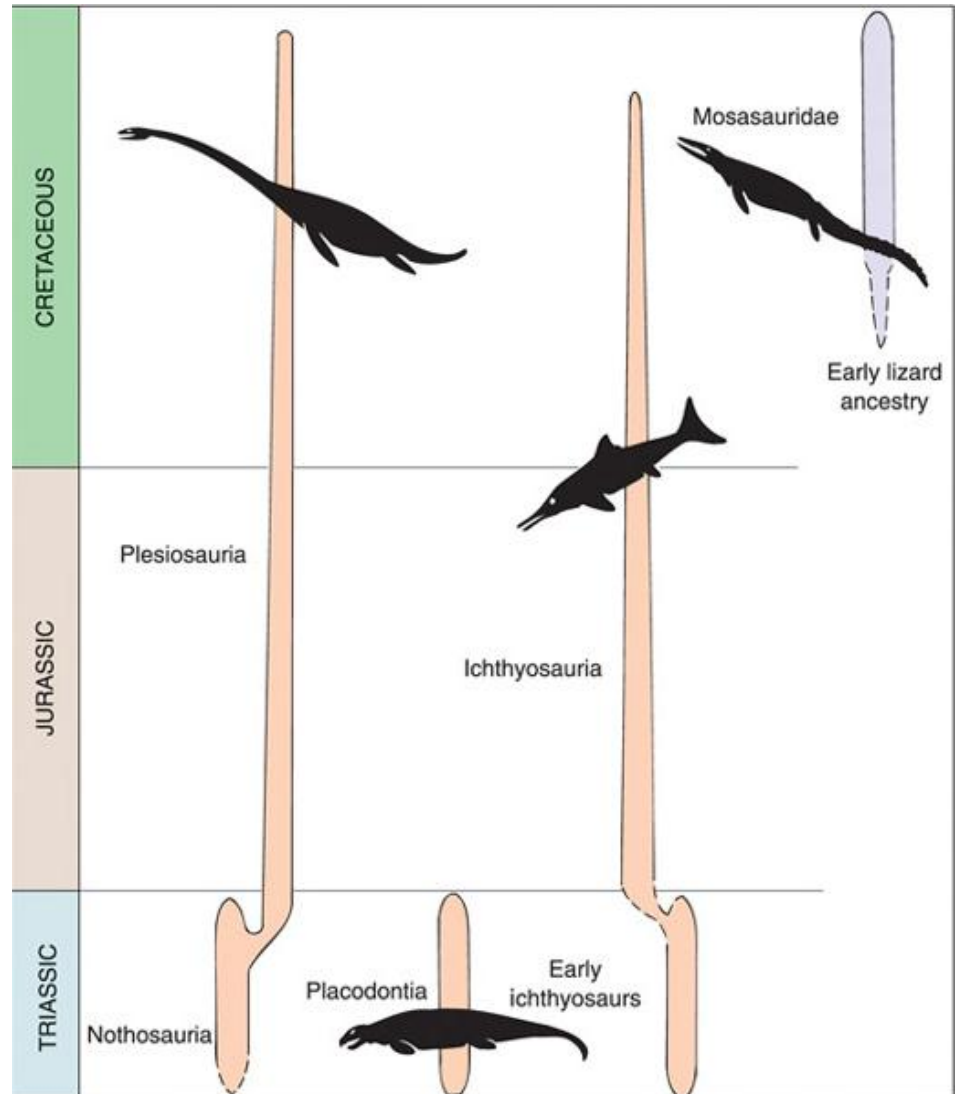


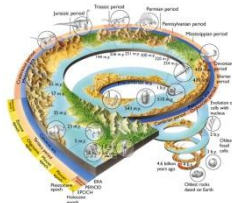
# Življenje v mezozoiku

## DINOZAVRI

-izmed archosaurov so se na vodno življenje uspešno prilagodili le morski krokodili -na življenje v morski vodi so se uspešno prilagodile tri druge skupine plazilcev:

- A Plesiosauria
- B Ichthyosauria
- C Mosasauridae





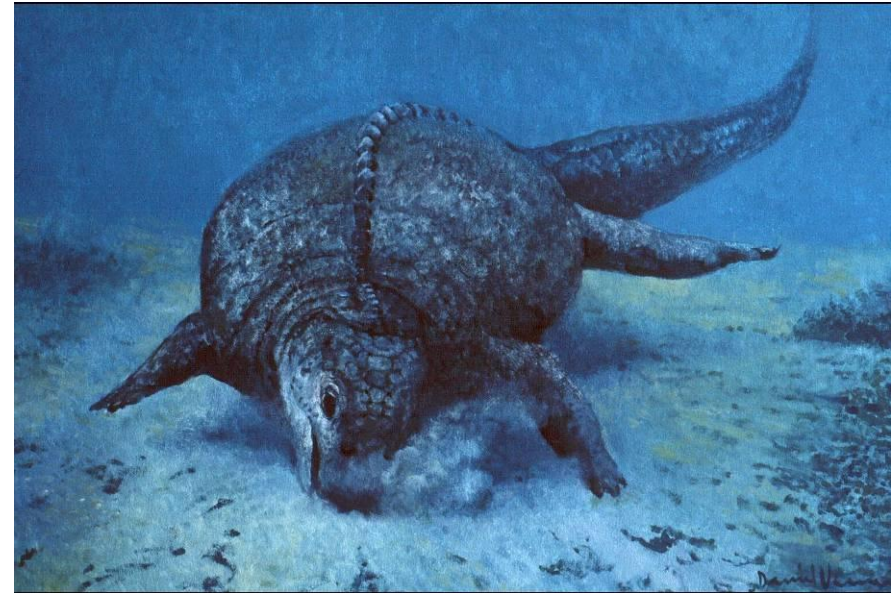
# Življenje v mezozoiku

## MORSKI PLAZILCI

-prvi, ki kažejo prilagoditve na podvodno življenje (razvoj plavuti, oblike telesa) so triasni predhodniki plesiosaurov:



*Nothosaurus*



*Placodont*





# Življenje v mezozoiku

## MORSKI PLAZILCI

### A Plesiosauria

Dve obliki;

-z dolgim vratom in majhno glavo

-z dolgo glavo in majhnim vratom



*Elasmosaurus*



*Kronosaurus* (3m lobanja)



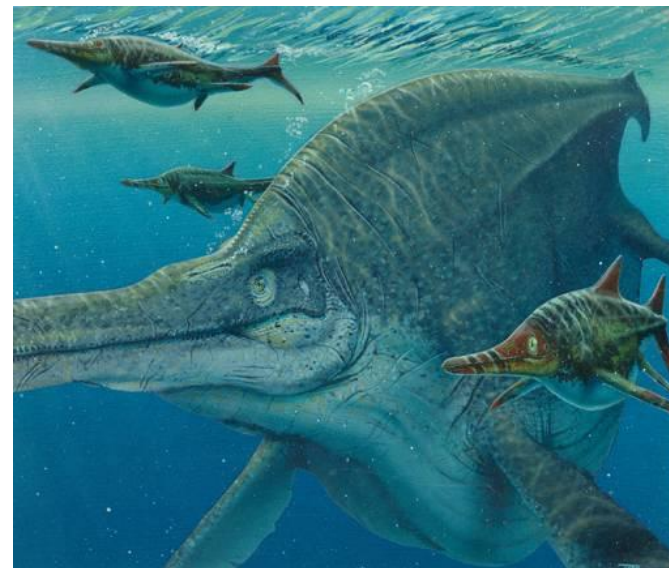
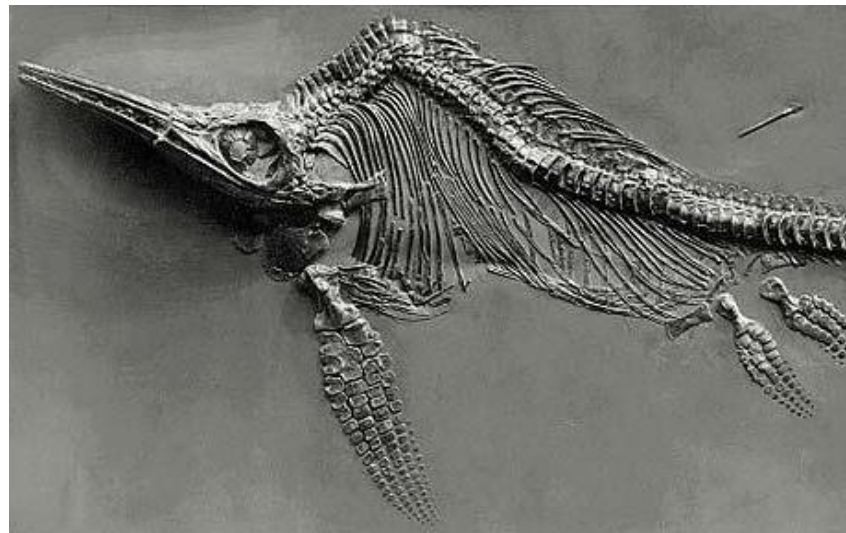


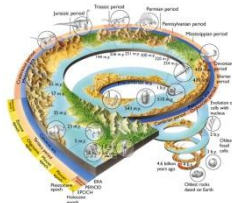
# Življenje v mezozoiku

## MORSKI PLAZILCI

### B Ichthyosauria

- še najbolj ribjeliki → aerodinamični
- ribji rep in dorzalne peruti
- od triasa do spodnje krede
- velike oči za večje globine z manj svetlobe (kostni obroč je varoval oči pred pritiskom)





# Življenje v mezozoiku

## MORSKI PLAZILCI

### C Mosasauridae

- kredni morski plazilci
- veliki (več kot 10m)
- lahko zelo odprli čeljust



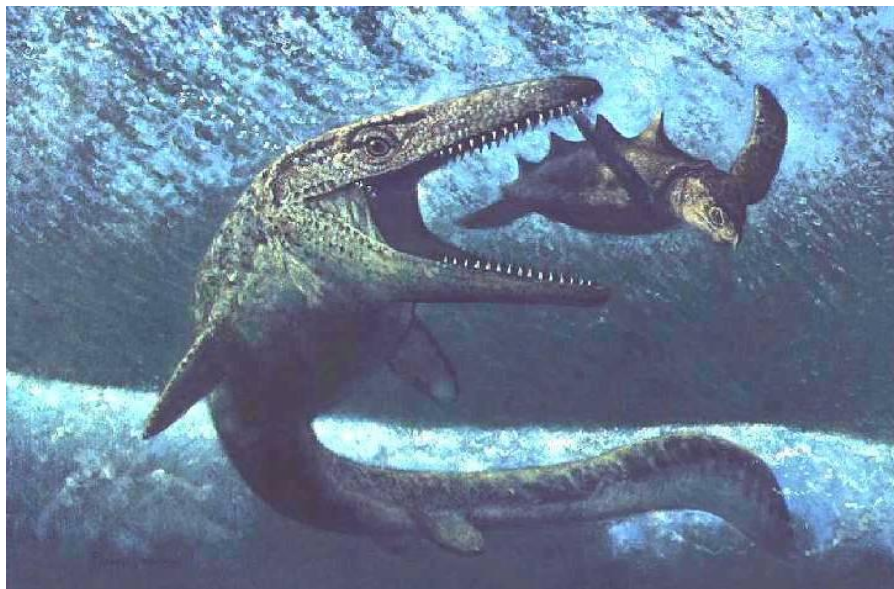




# Življenje v mezozoiku

## MORSKI PLAZILCI

-izmed morskih plazilcev so izumiranje na meji kreda/terciar preživele le želve  
-te so bile v kredi velike tudi preko 4m



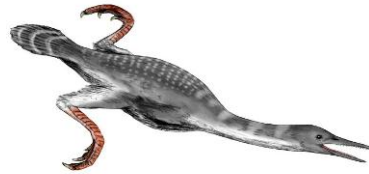




# Življenje v mezozoiku

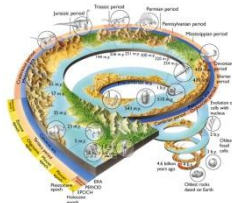
## PTIČI

- so se razvili iz theropodov
- najstarejši ptič je jurski *Archaeopteryx*
- je `z perjem obdan majhen theropod`
- večji razvoj (vodnih) ptic zaznamo v kredi



*Hesperornis*





# Življenje v mezozoiku

## SESALCI

- bili v podrejeni vlogi
- so se najverjetneje razvili iz terapsidov
- najstarejši znani sesalci so iz zgornjega triasa in močno še spominjajo na plazilce (so puhasti martinčki)

-prepoznavni znaki sesalcev:

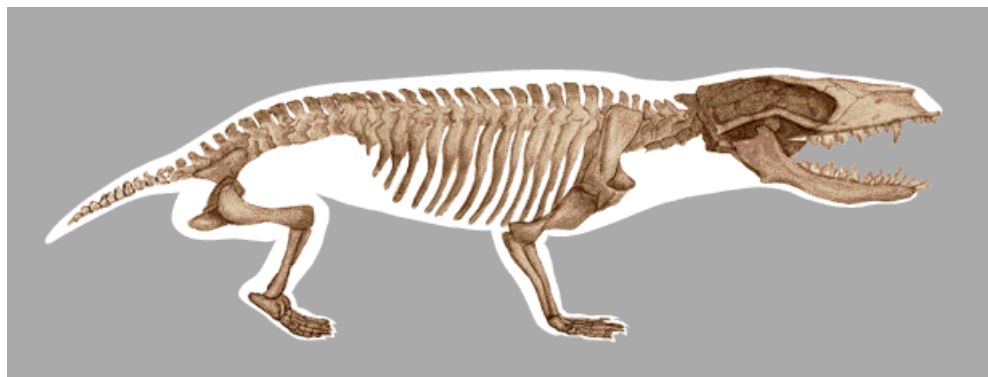
A diferenciacija zob

B več ušnih koščic

C ostanki dlake

D oblika čeljusti

- prav zobni aparat je ključen za delitev prvih sesalcev



*Morganucodon*

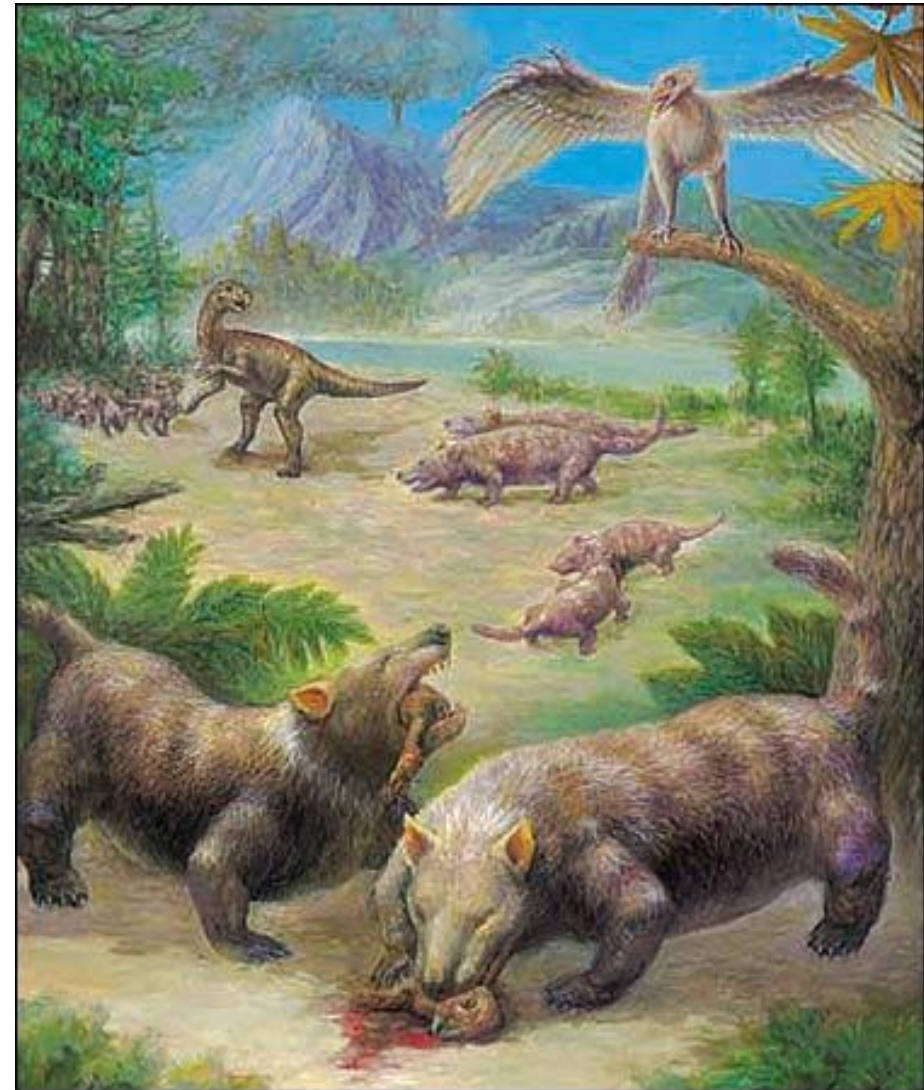
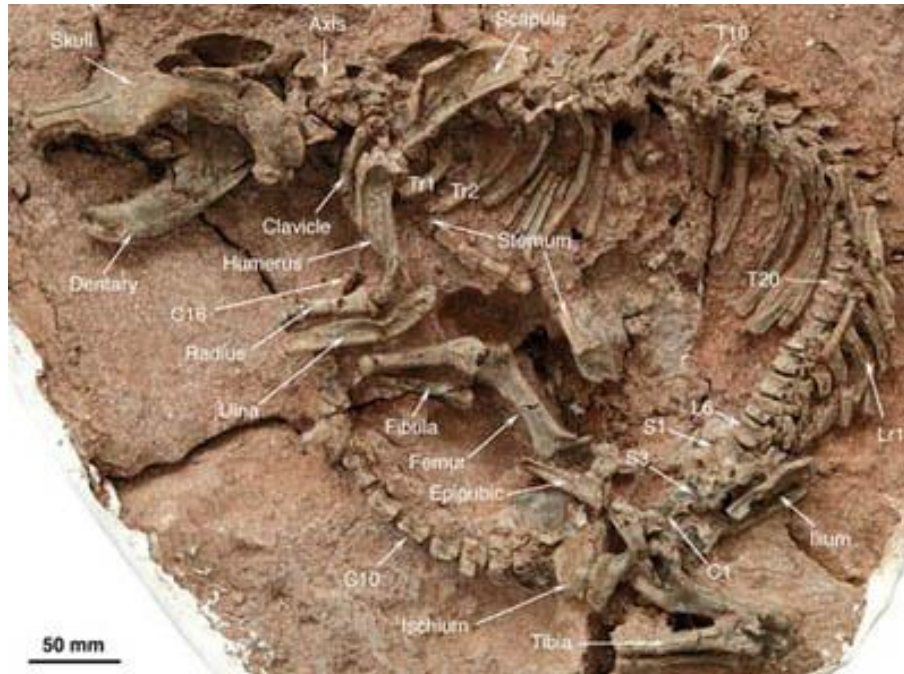




# Življenje v mezozoiku

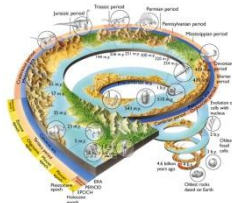
## SESALCI

-v kredi postanejo že kar veliki (do 1m)  
-v želodcu enega dobro ohranjenega fosilnega sesalca (iz Kitajske) našli malega dinosaura









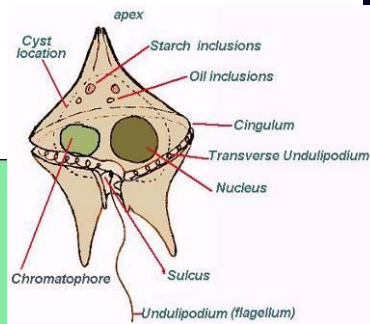
# Življenje v mezozoiku

## MORSKE RASTLINE

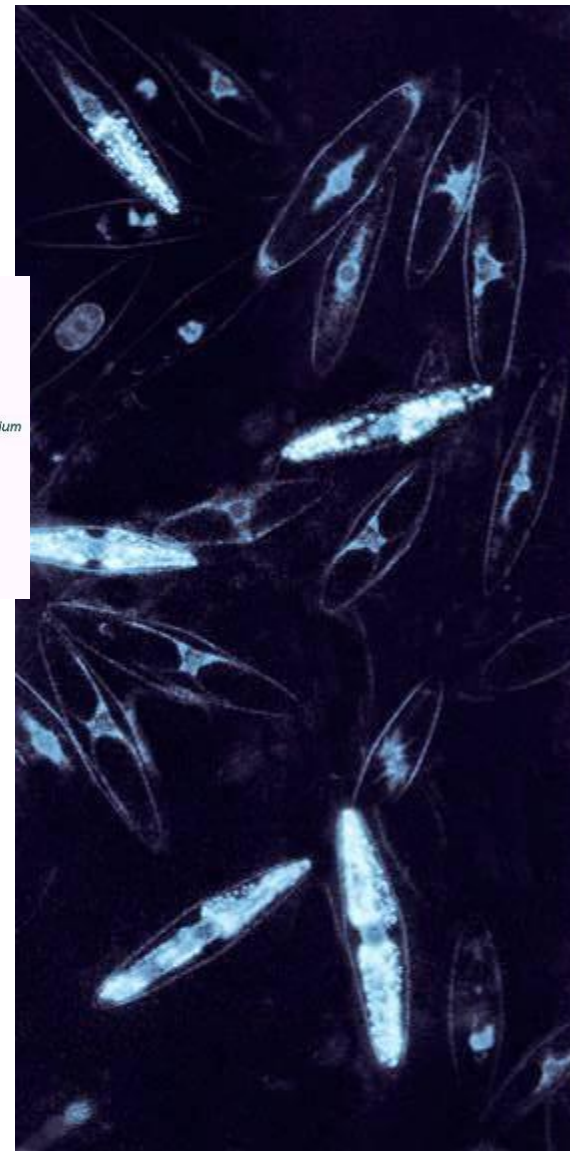
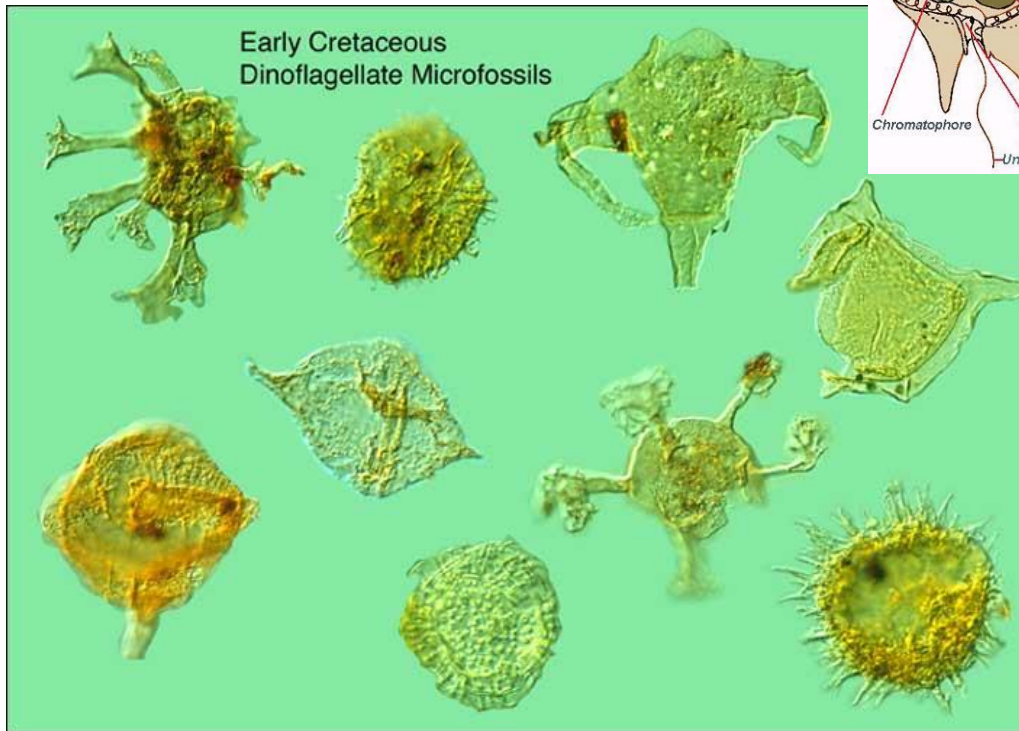
A dinoflagelati-prvi zametki že v paleozoiku

-razmah v mezozoiku

-imajo močan organski ovoj, ki se pogosto ohrani



Early Cretaceous  
Dinoflagellate Microfossils







# Življenje v mezozoiku

## MORSKE RASTLINE

### B kokolitoporidae

-tvorijo ovoj iz majhnih kalcitnih kokosfer

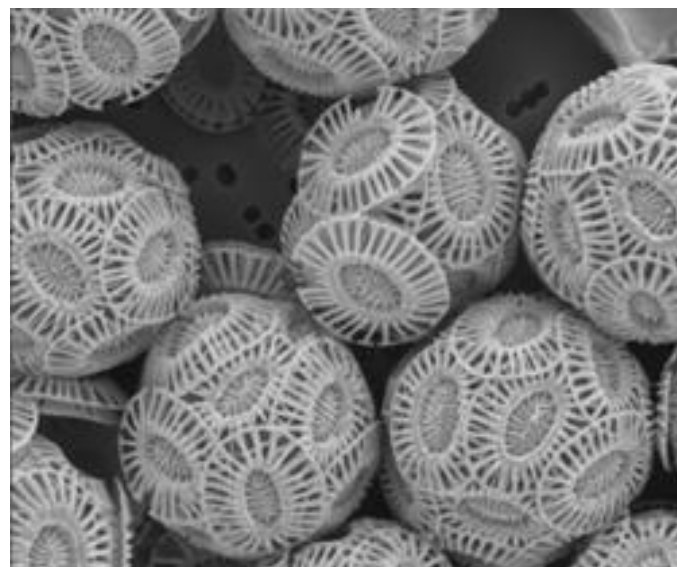
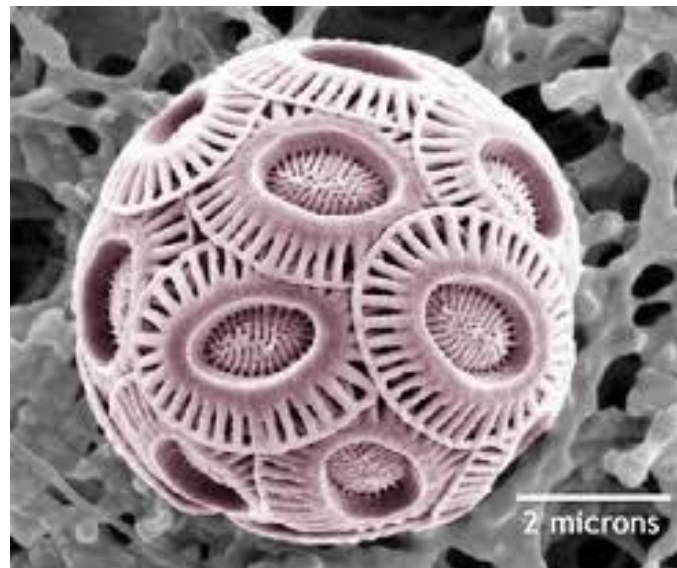
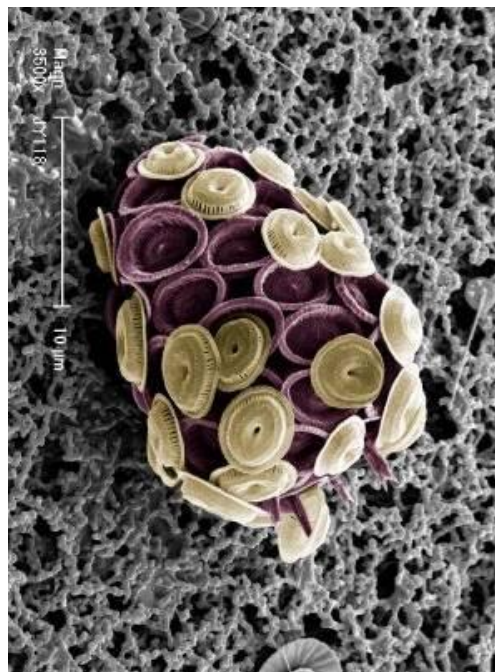
-od jure do danes

-posamezne sfere naj bi služile:

A obrambi

B zbiranju svetlobe

-danes se lahko se izredno razmnožijo (cvetenje)



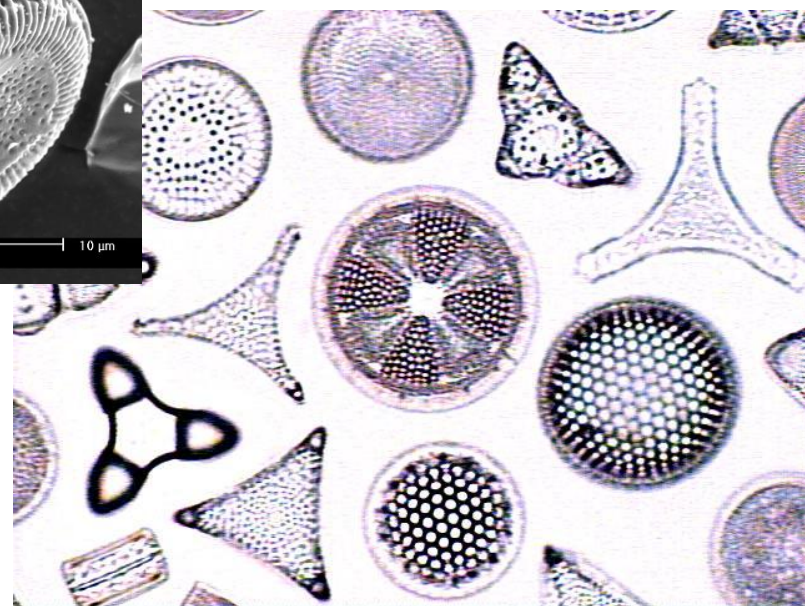
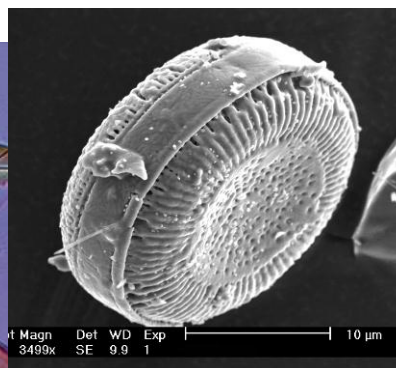
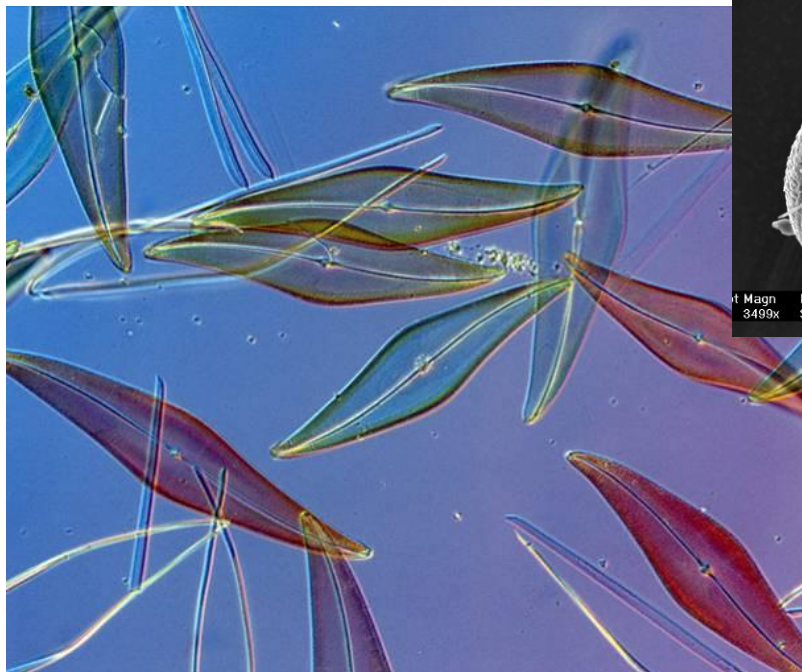
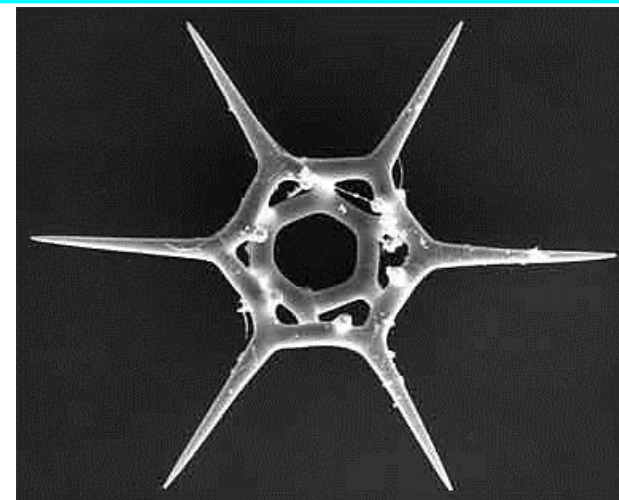




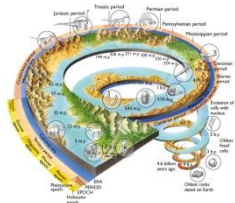
# Življenje v mezozoiku

## MORSKE RASTLINE

C silikoflagelati in diatomeje  
-od srednje krede do danes  
-skeleti iz kremenice  
-diatomeje imajo ovoj iz dvoje  
ploščic (pokrovčkov), ki pašeta en  
v drugega





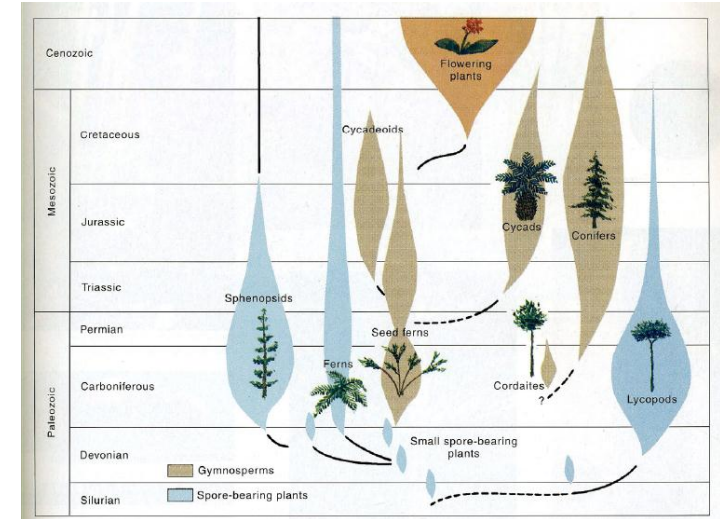


# Življenje v mezozoiku

## KOPENSKE RASTLINE

-golosemenke imamo skozi ves mezozoik

-v zgodnjem mezozoiku prevladovala praproti semenke, cikade ter ginki, imamo pa že iglavce







# Življenje v mezozoiku

## KOPENSKE RASTLINE

- mezozoik je obdobje cikad
- imajo seme
- nimajo pravega cveta
- močno jih prizadene katastrofa na meji kreda/terciar
- danes živečih le še nekaj vrst



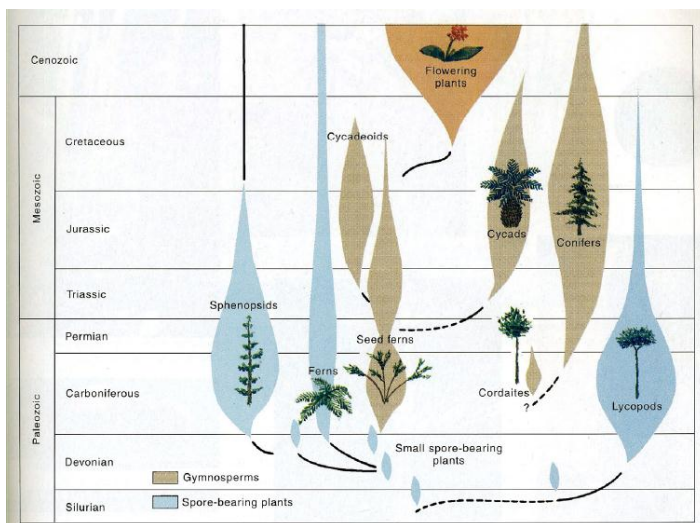
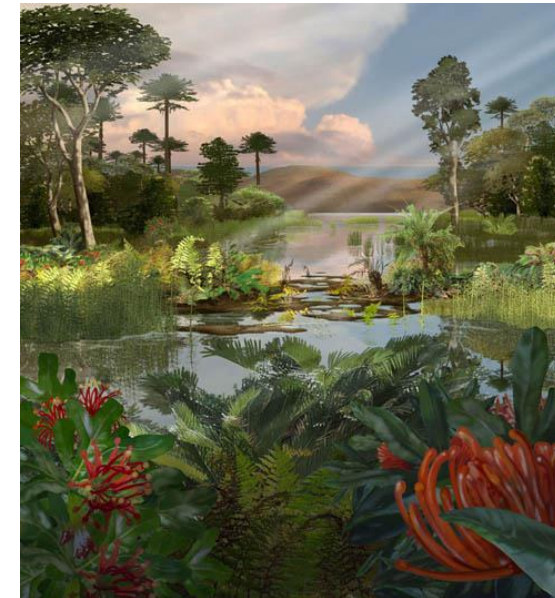




# Življenje v mezozoiku

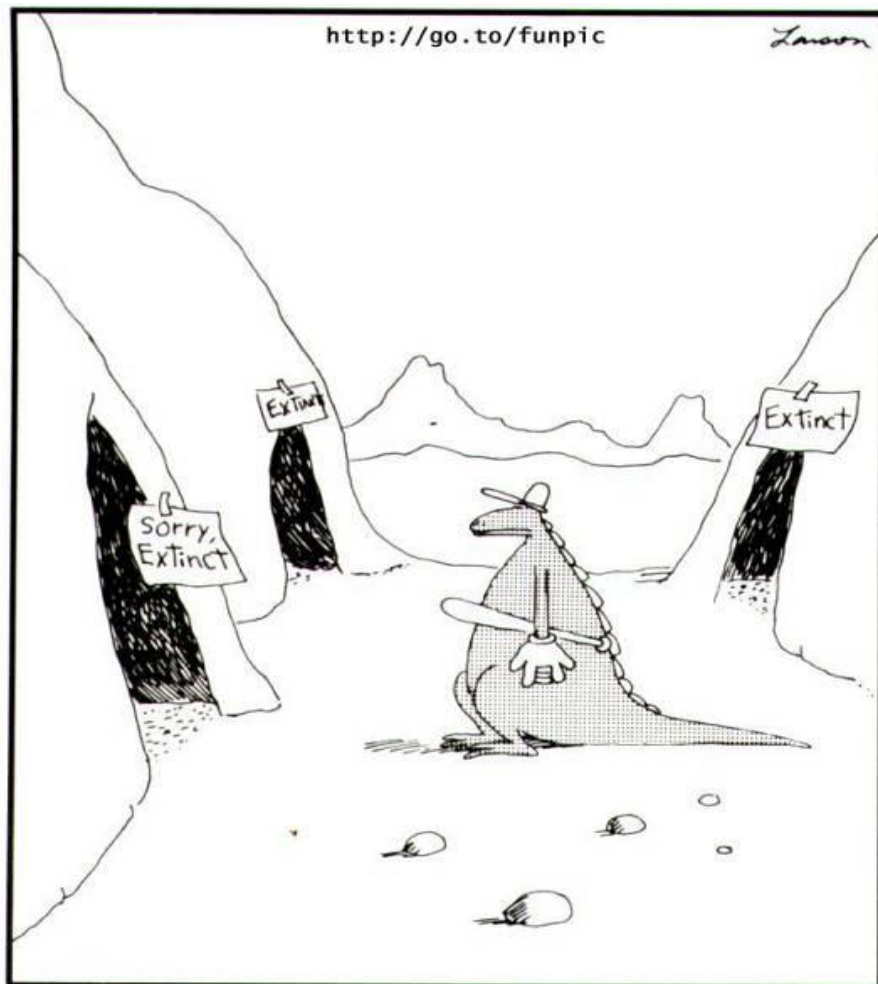
## KOPENSKE RASTLINE

- kritosemenke
- od sredine krede do danes
- zelo hitro se razvijejo in danes prevladujejo
- poznokredni gozd je tako že poln primitivnih brez, fig, magnolij, palm, javorja, oreha, bukev, vrb, lovorjev itd.
- njihov razvoj je temeljil na razvoju insektov (koevolucija)





# Izumiranje na meji kreda-terciar



Suddenly, Bobby felt very alone in the world.

## Dejstvo!

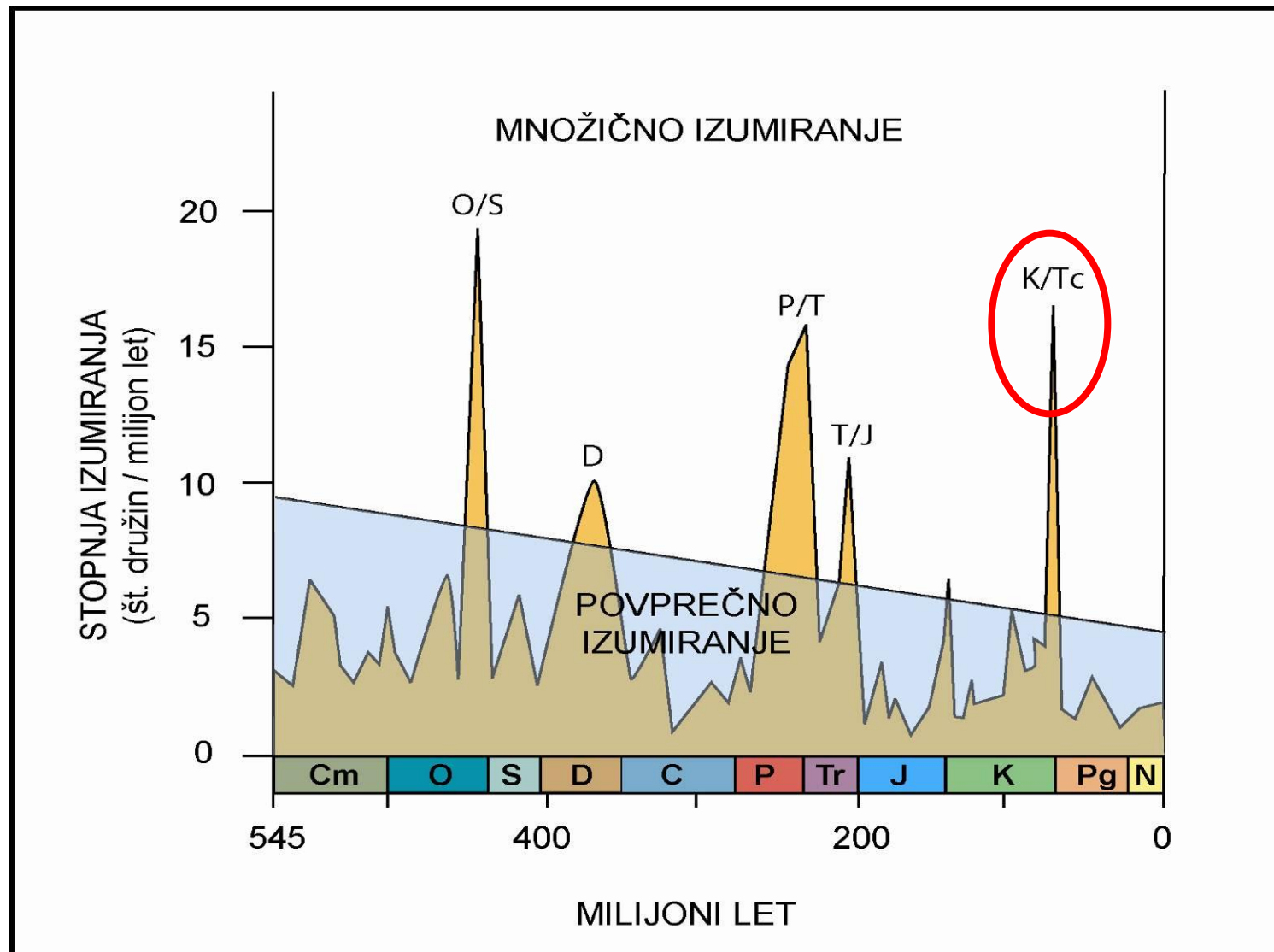
- izgine četrtnina znanega življenja
- izumiranja še posebej močna na kopnem (tudi veliko rastlinskih skupin)
- izumirajo cele družine posameznih skupin

najbolj znana `crkovina`:

- dinozavri
- amoniti
- rudisti
- globotrunkane



# Izumiranje na meji kreda-terciar









# Izumiranje na meji kreda-terciar

- Najverjetnejša hipoteza je padec orjaškega meteorita na Zemljo
  - za več let zatemnjeno površje
  - drastičen padec temperatur: polarna zima
  - potresi
  - požari
  - tsnamiji

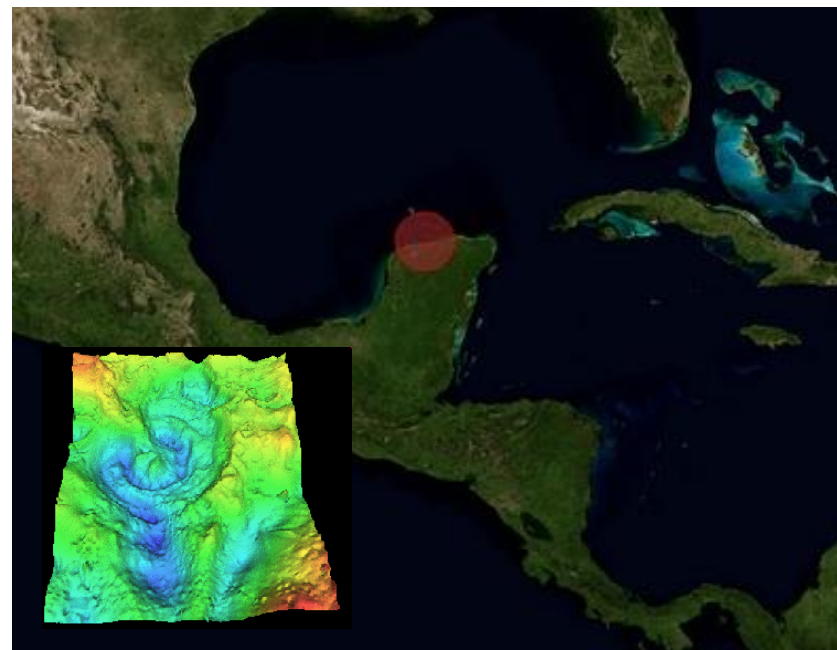
<http://www.wimp.com/lifescare>



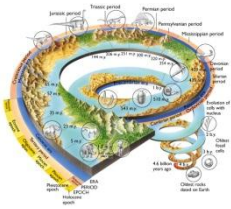


# Izumiranje na meji kreda-terciar

- imel je premer 10km in z hitrostjo 100000 km/uro udaril pri polotoku Jukatan v mehiškem zalivu
- usvaril je 180 km širok krater imenovan Chicxulub = hudičev rep (v jeziku Majev)
- spročena energija je bila 100 milijonov megaton TNT, oz 6 milijonkrat več kot pri izbruhu Sv. Helene







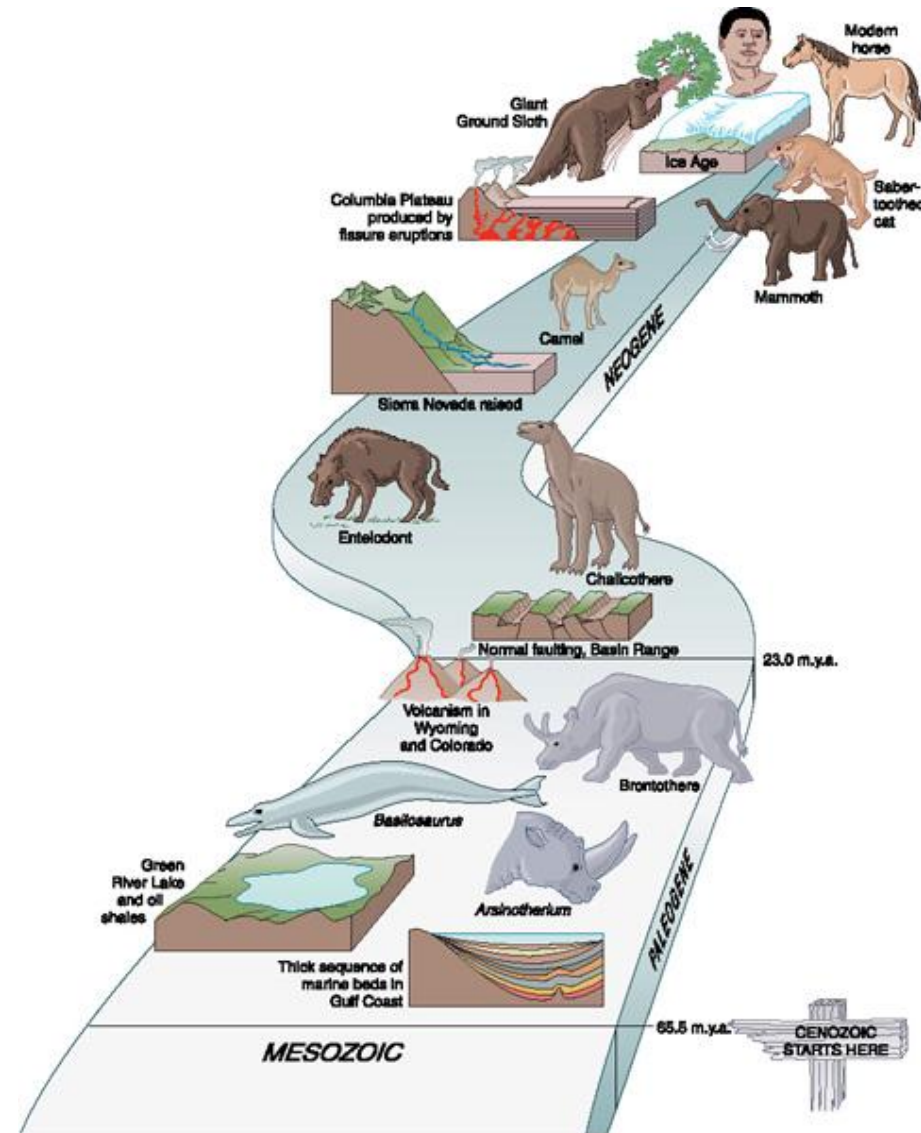
# KENOZOIK





# KENOZOIK: osebna izkaznica

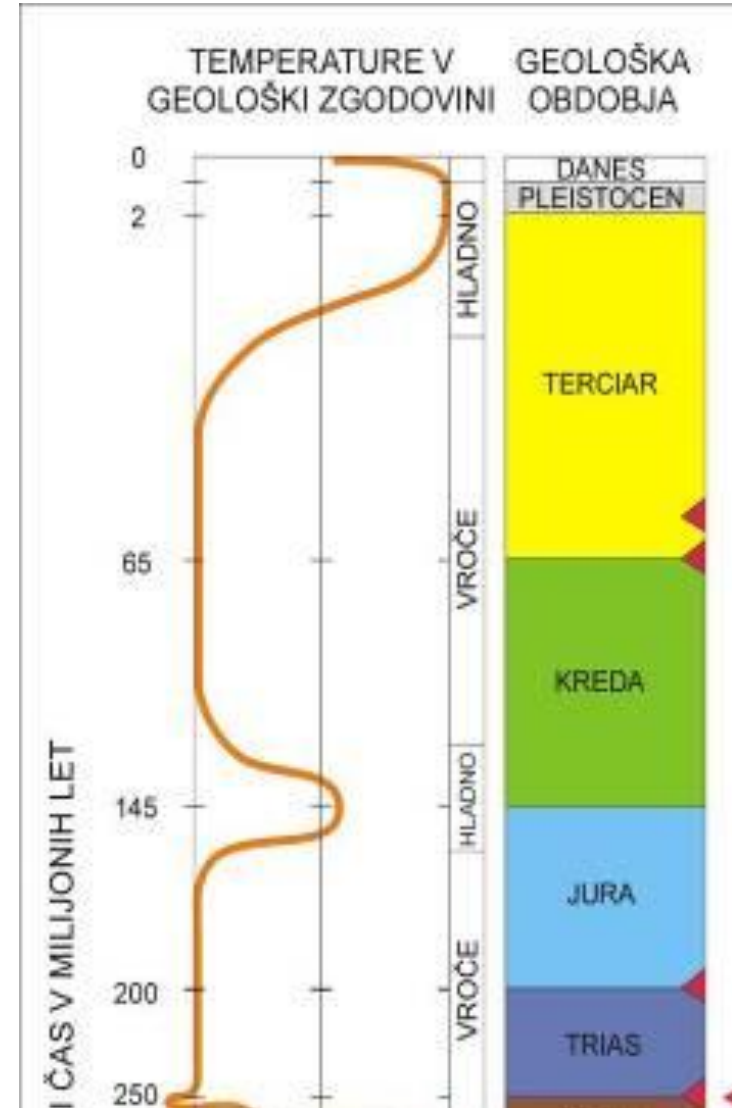
- Trajanje: 65 Ma.
- Od 65 milijonov let BC do zgodaj popoldne 09.12.2010
- Sledi mezozoiku (izumiranje na meji K/Tc)
- Kenozoik: novo življenje
- Izvor imena: grški
  - kainos/καίνος: NOVO
  - zoon/ζωον: živo bitje ali žival



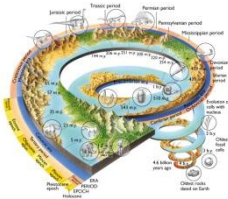


# Delitev KENOZOIKA

EONOTEM (EON)	ERATEM (ERA)	SISTEM (PERIODA)	SERIJA (EPOHA)	STAROST V MILIJONIH LET	
F A N E R O Z O I K - P h	K V A R T A R - K z	HOLOCEN (Q)		0,0115	
		PLEISTOCEN (Q)			
	T E R C I A R - T c	N E O G E N (Ng)	PLIOCEN (Pl)		1,83
			MIOCEN (M)		5,3
		P A L E O G E N (Pg)	OLIGOCEN (Ol)		23,8
			EOCEN (E)		33,7
			PALEOCEN (Pc)		55
					65





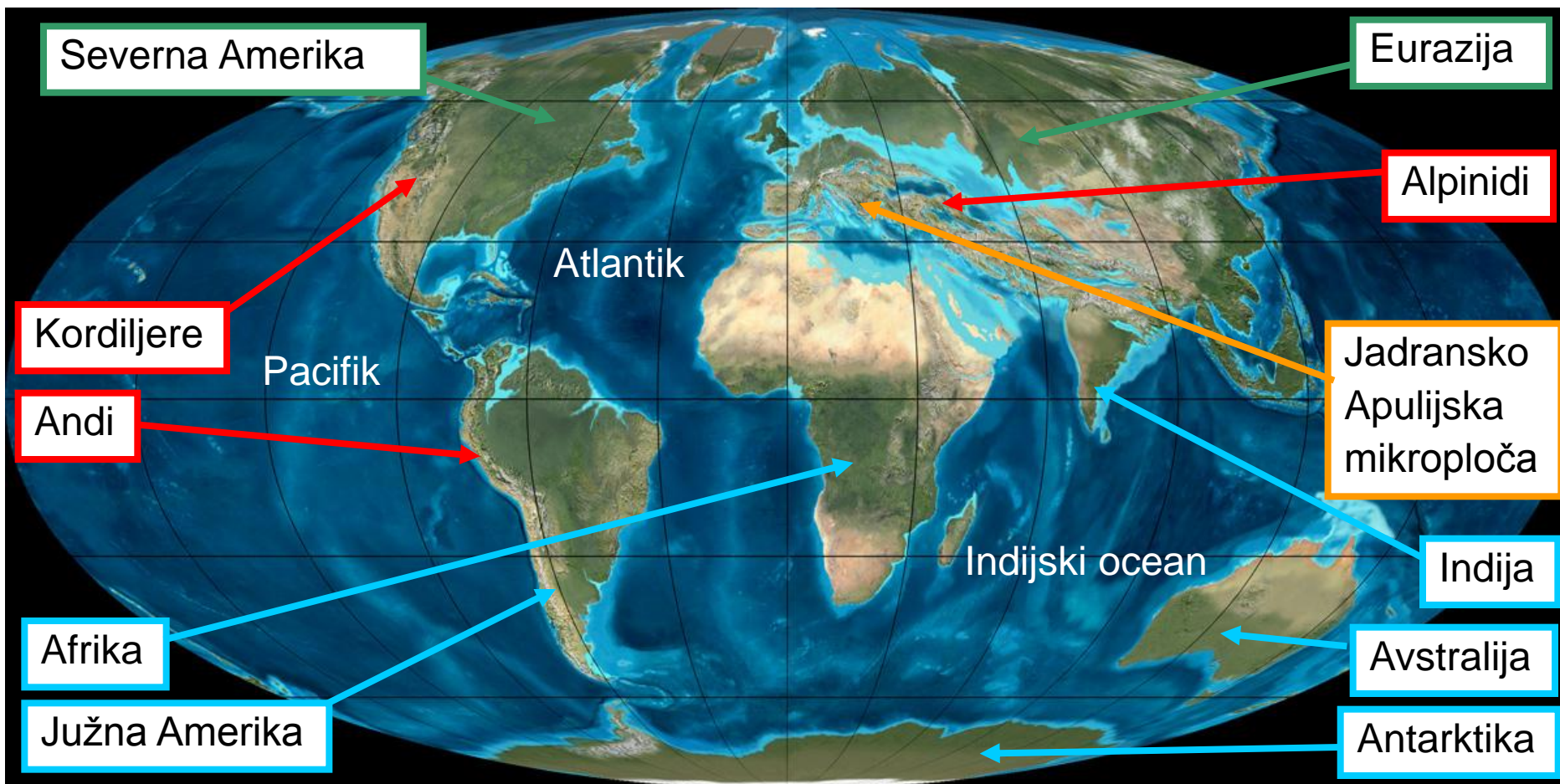


# KENOZOIK

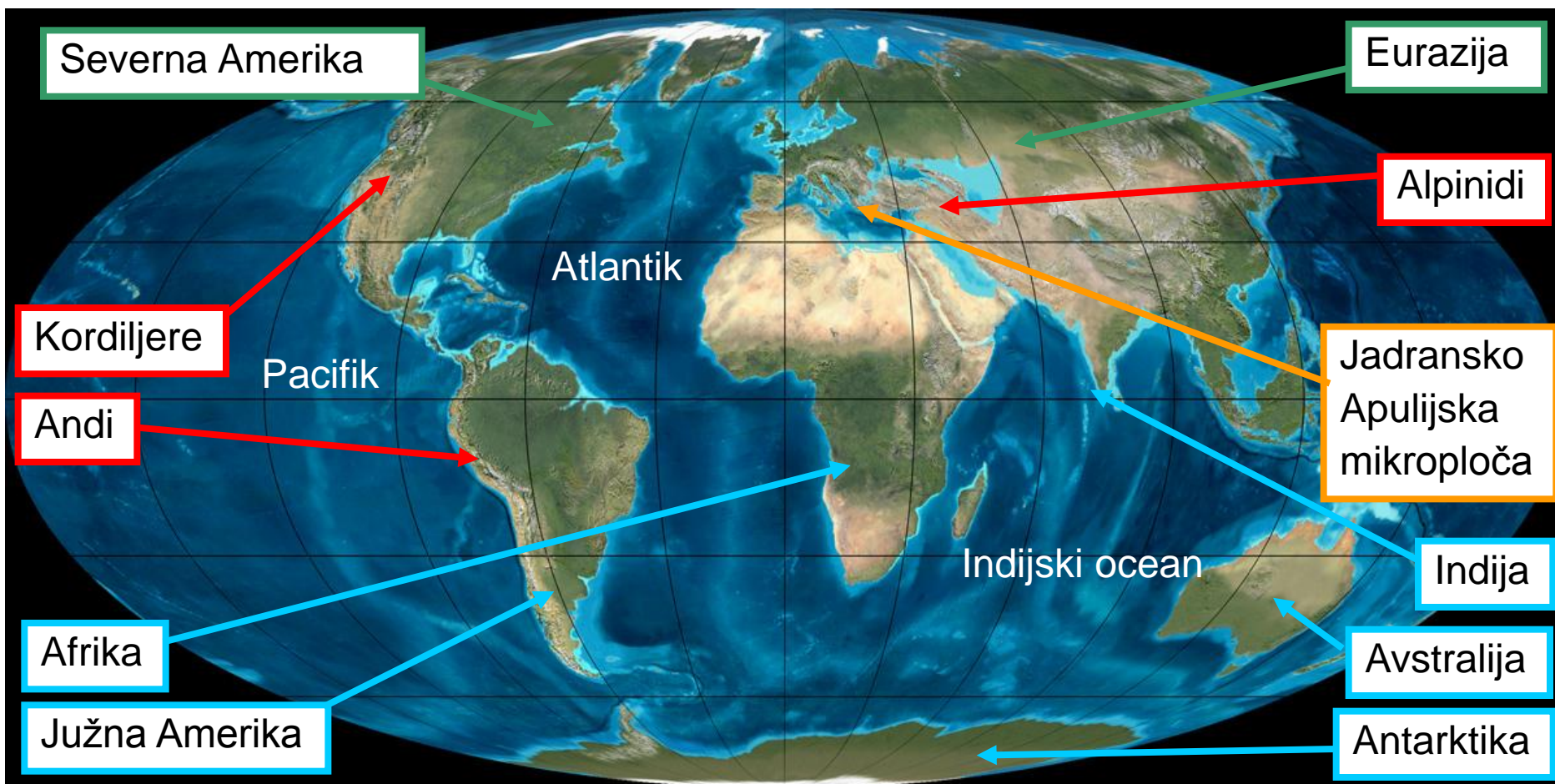
## Najpomembnejši dogodki v kenozoiku

- Dokončni razpad Pangee in nastanek današnje geografske razporeditve kontinentov in s tem povezano:
- Nadaljevanje ALPIDSKE OROGENEZE
- Doba SESALCEV
- Pojav človeka
- Proti koncu pojav poledenitev - hladno obdobje Zemljine zgodovine

- v oligocenu imamo že v popolnosti izoblikovan Atlantik
- Avstralija pomaknjena proti severu
- Alpska Tetida in Neotetida že popolnoma zaprti
- na območju nekdanjih tetid se dvigajo gorske verige (danes od Giblartaja do Pacifika) → celotno verigo imenujemo Alpinidi (evropski del = Alpidi)
- temi gorotvornemu dogajanju rečemo Alpidiska orogeneza
- na območju današnjega rdečega morja imamo rifting

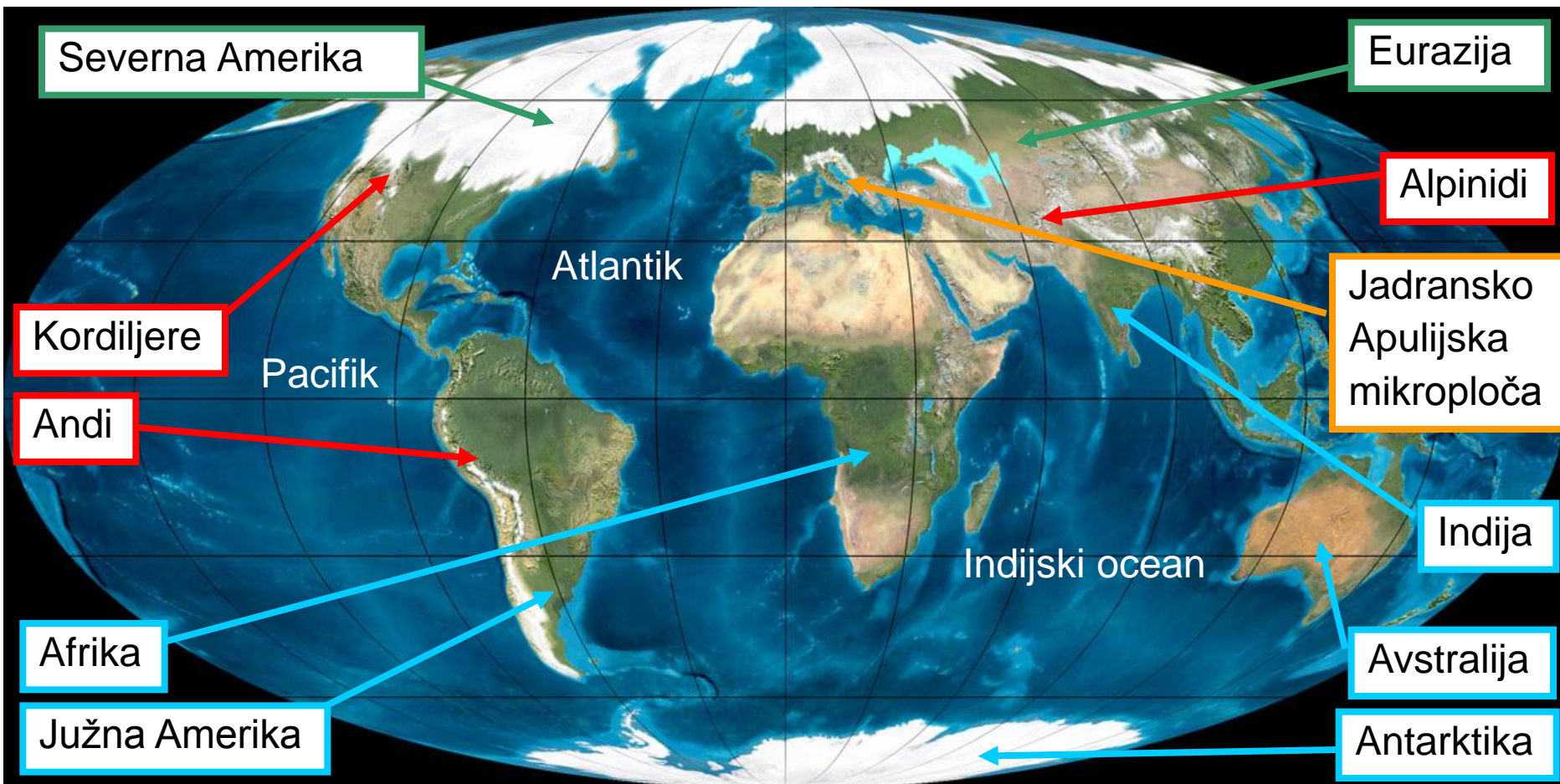


- v miocenu je svet že zelo podoben današnjemu
- mlademu mediteranskemu morju se večkrat prekinejo vezi z oceani in izhlapi  
→ nastanejo izredne debeline soli
- odpira se rdeče morje (mlad ocean)
- vez med Pacifikom in Atlantikom se počasi zapira

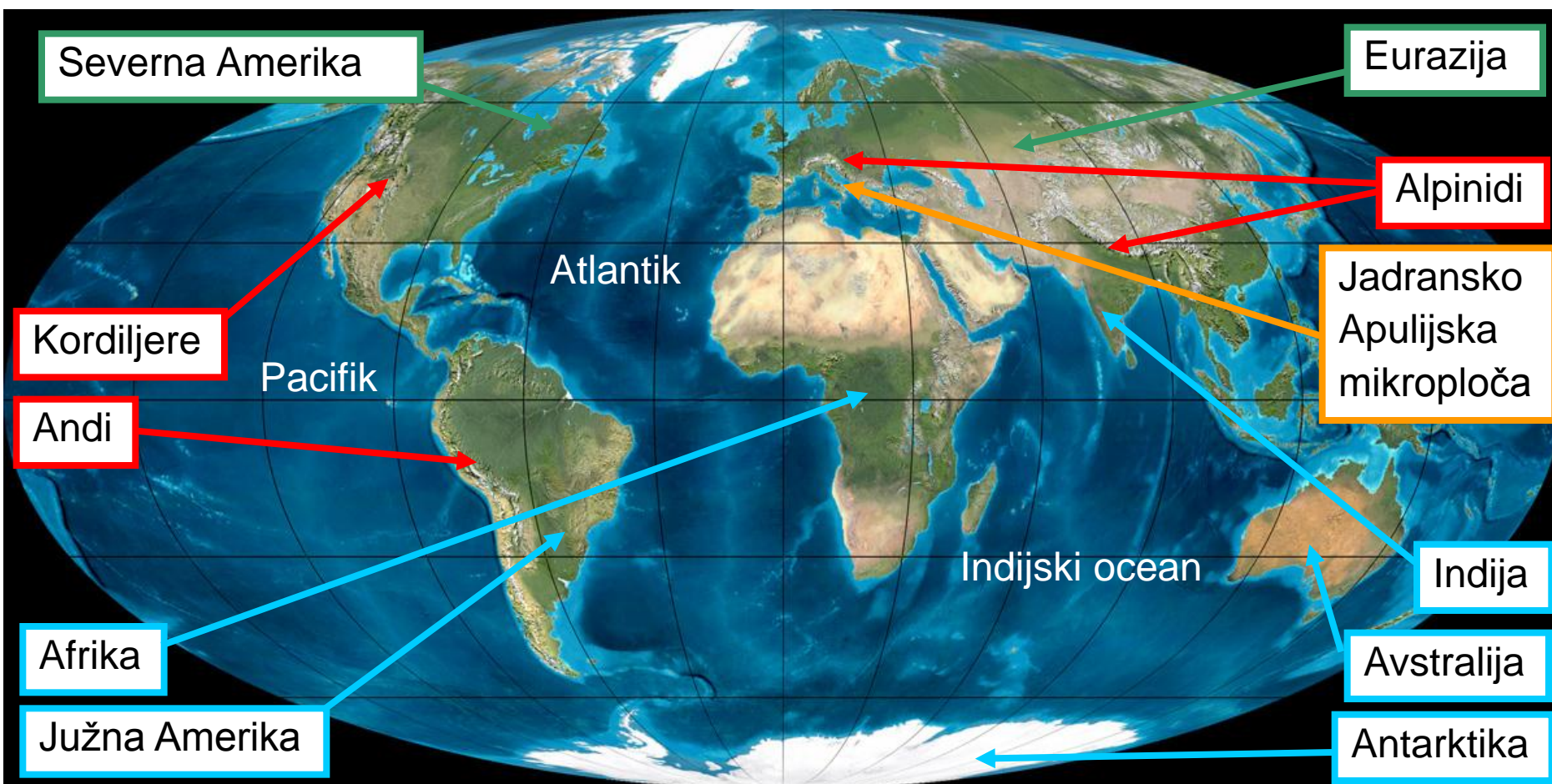
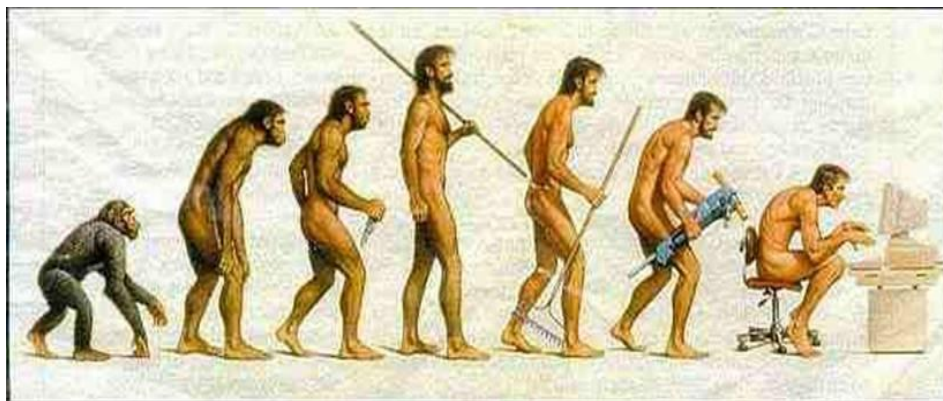




- pleistocenu je današnji svet praktično že izoblikovan
- vez med Pacifikom in Atlantikom je prekinjena
- vzpostavlja se zalivski tok
- Severno poloblo zajemajo obdobja hladne klime (ledene dobe), ki jim sledijo krajše otoplitve (medledene dobe)
- zadnja ledena doba omogoči selitev človeka v obe Ameriki



Evo nas!

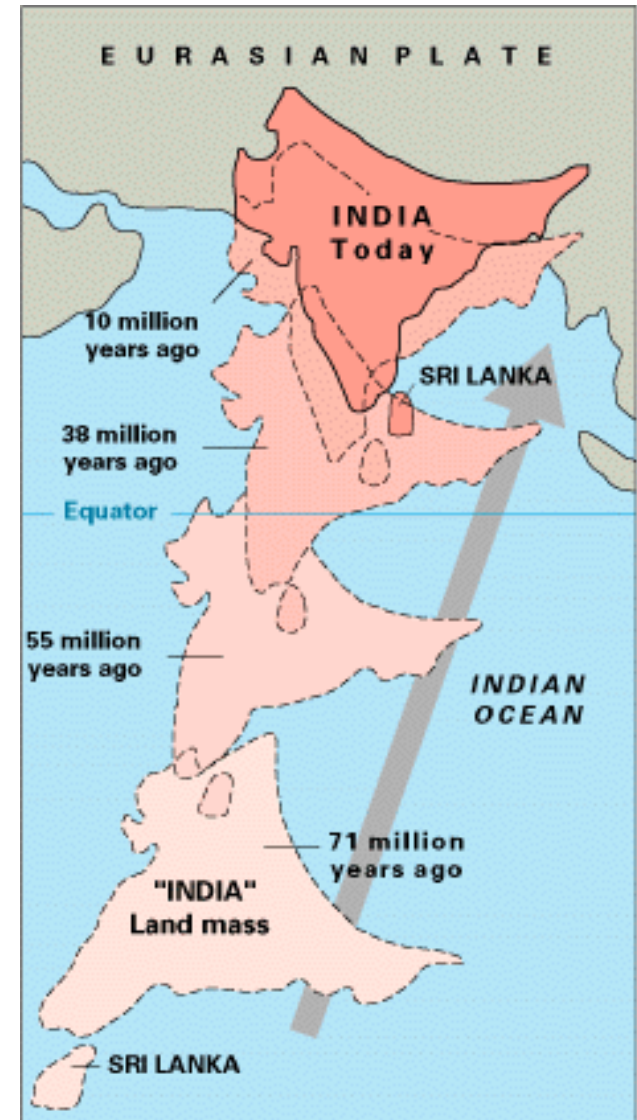






# Tekonska dogajanja v KENOZOIKU

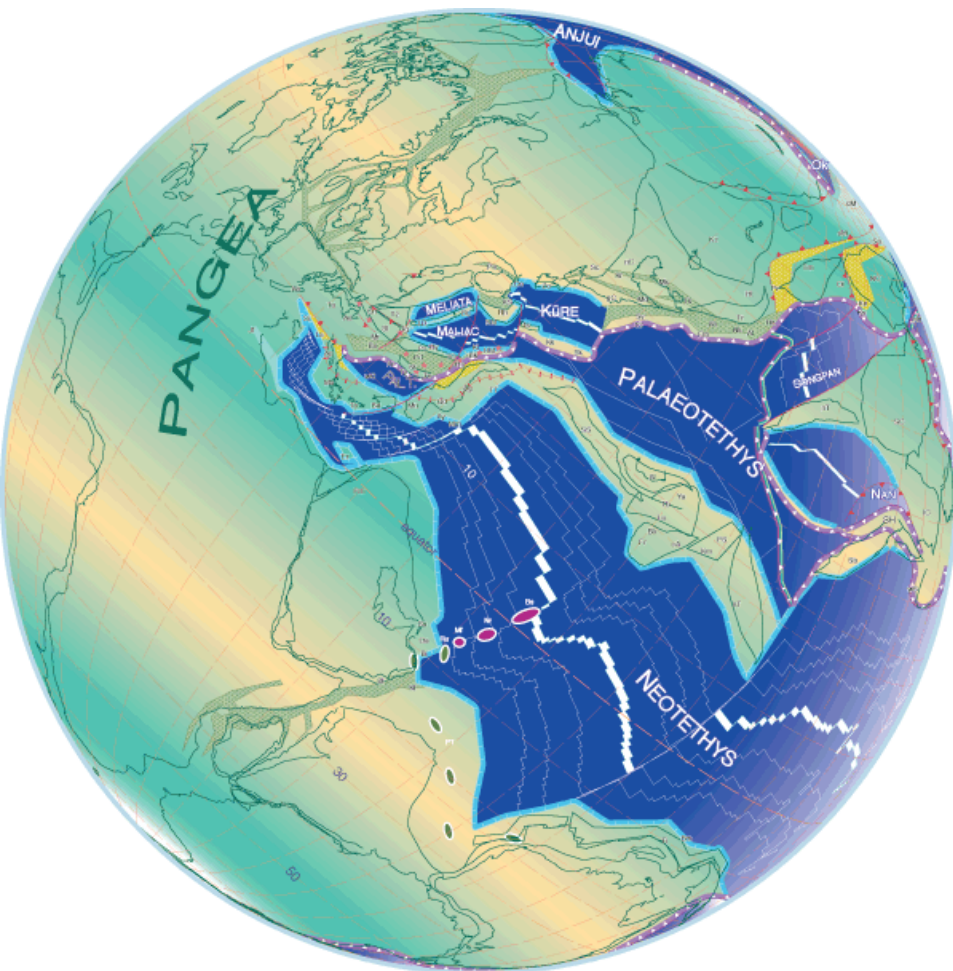
- Vsekakor ena poglavitnih geoloških fascinacij kenozoika je nastanek velike Alpsko – Himalajske gorske verige
- → ALPIDSKA OROGENEZA:
  - kolizija Afriške plošče in Evrazijske plošče
  - kolizija Indijske in Evrazijske plošče



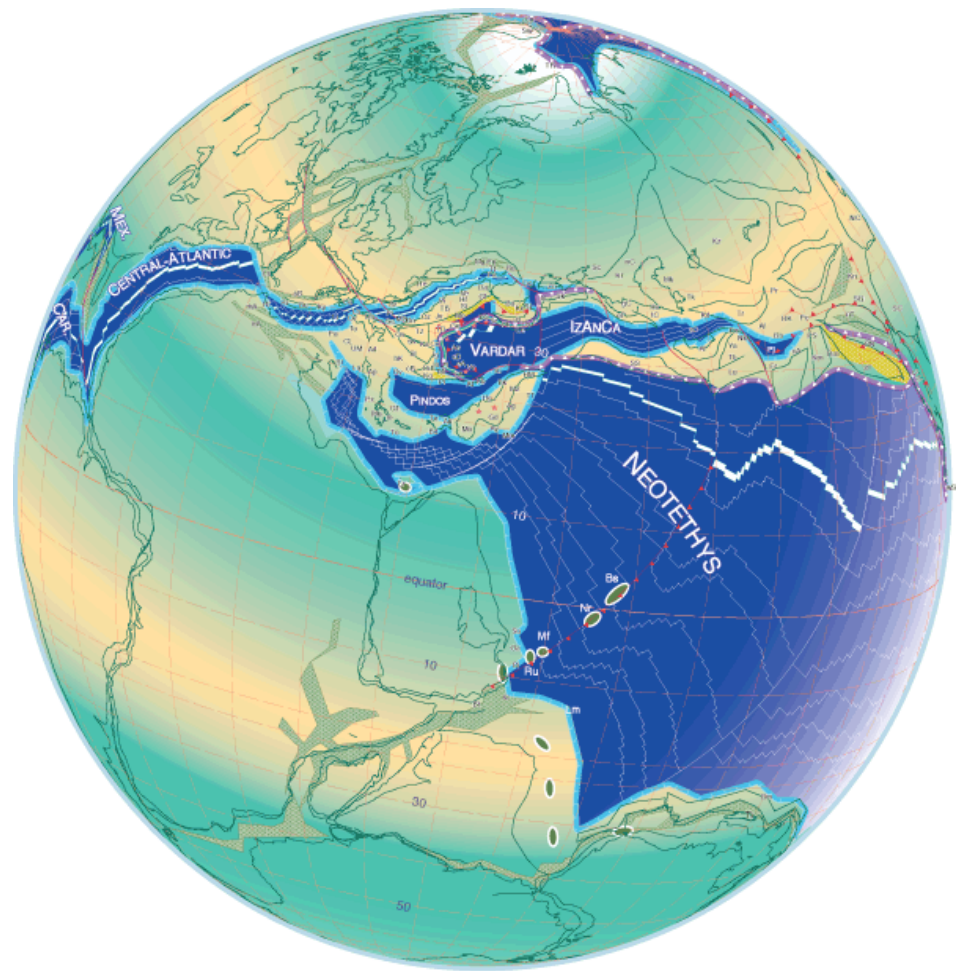




# Alpidski orogen cikel



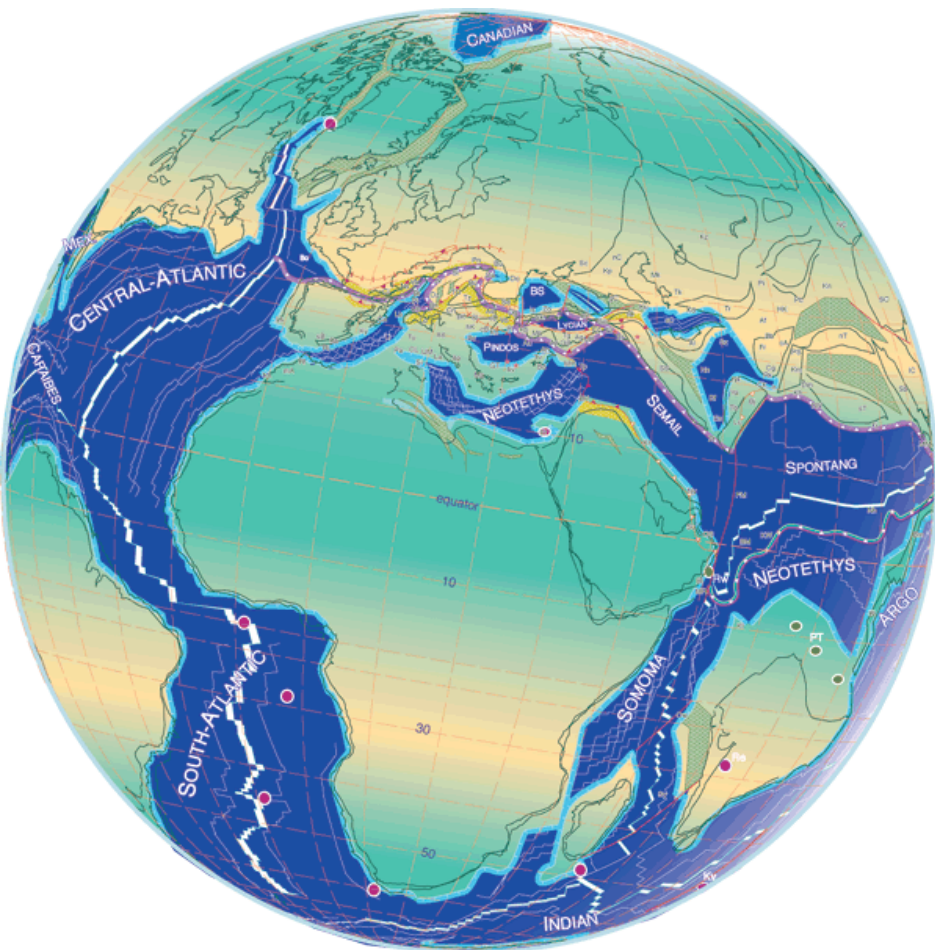
230 Ma - Ladinian



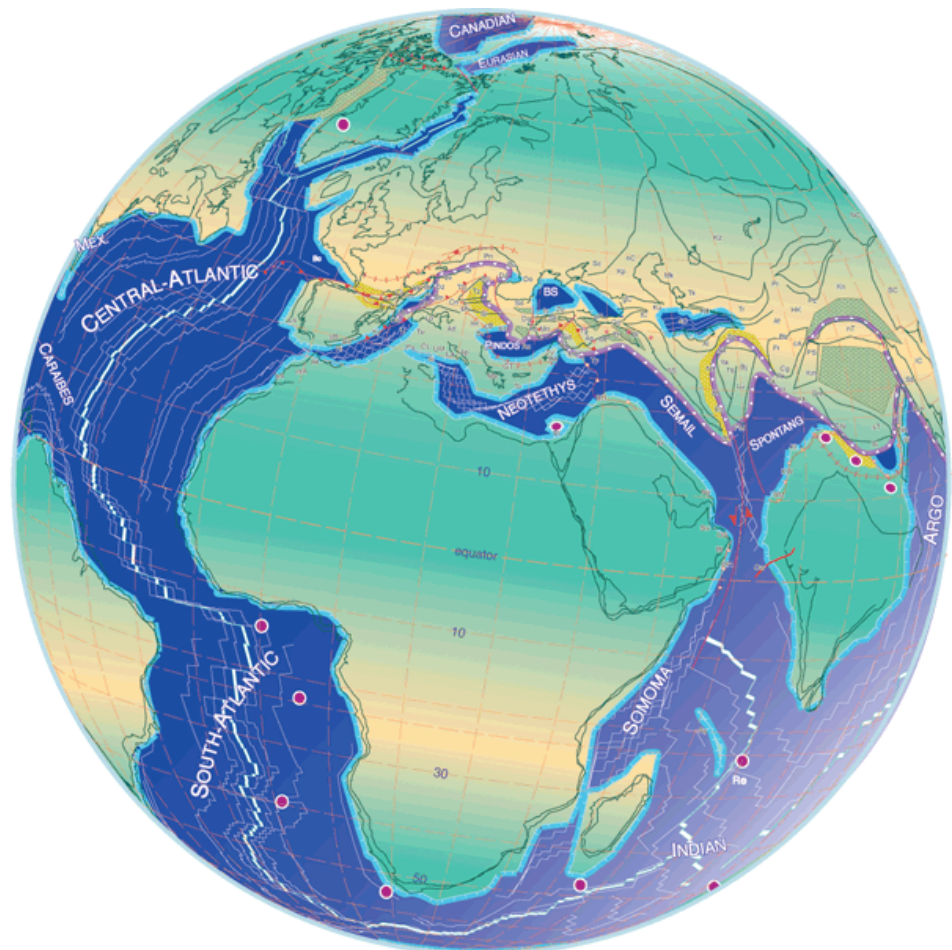
155 Ma - Late Oxfordian (an. M25)



# Alpidski orogenen cikel



70 Ma - Early Maastrichtian (an. 31)



46 Ma - Lutetian (an. 21)





# Alpinidi

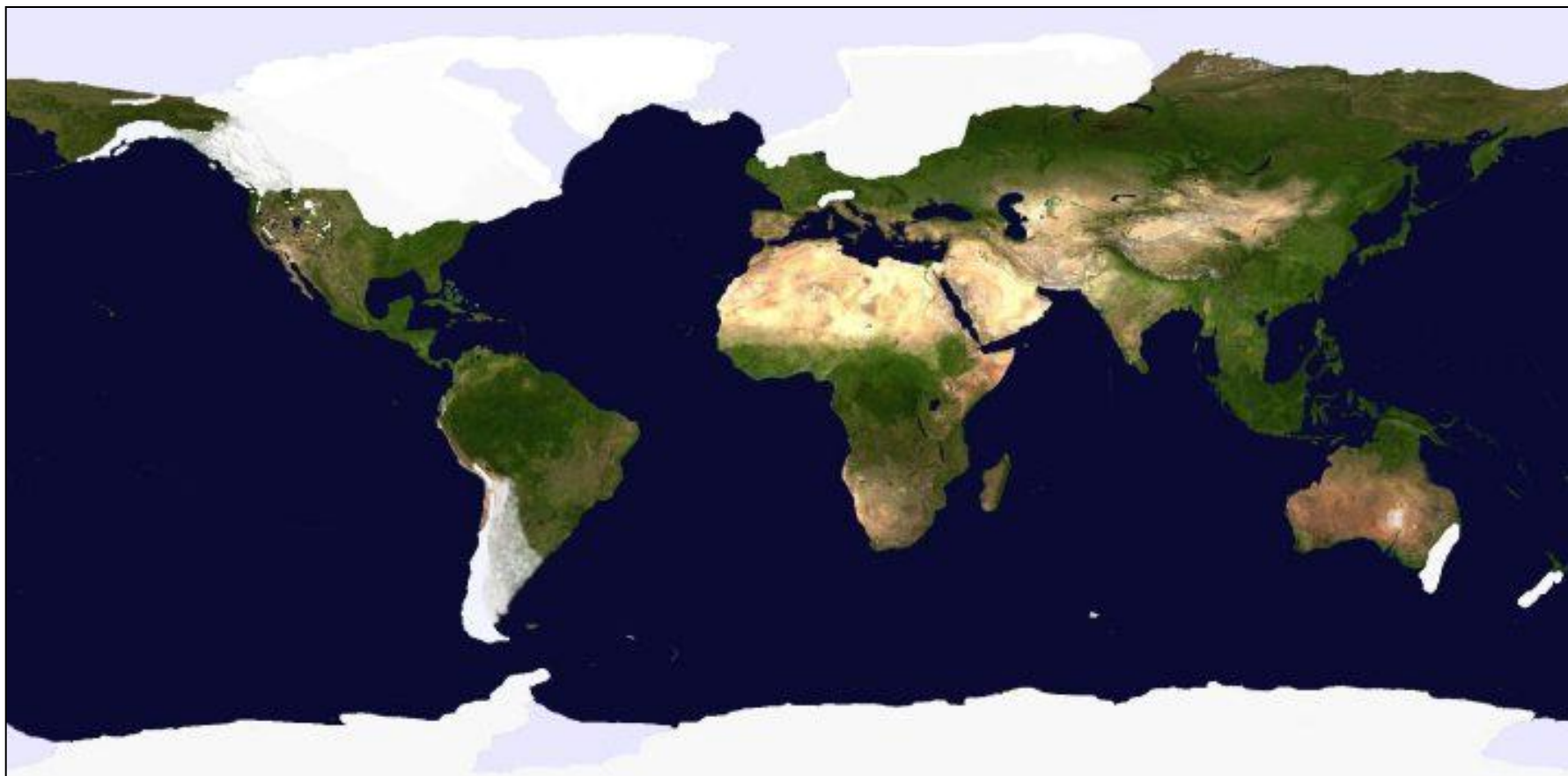


- k Alpinidom se običajno uvrščajo vsa gorstva, ki so začela nastajati v mezozoiku in nastajajo še danes
- tako sem spadajo celotna Alpsko-Himalajska veriga, Andi in Kordiljere





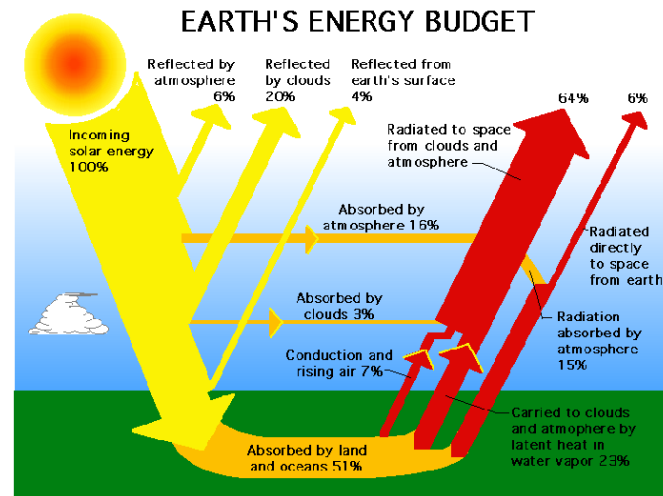
# KENOZOIK: KLIMA





# Faktorji, ki vplivajo na klimo

- ravnovesje med prihajajočo in odbito energijo Sonca
  - astronomski faktorji
    - Količina energije, ki jo dovaja Sonce
    - Položaj Zemlje napram Soncu
  - tektonika plošč
  - termodinamsko stanje atmosfere
  - stanje kopnega površja (albedo Zemlje)
  - človek

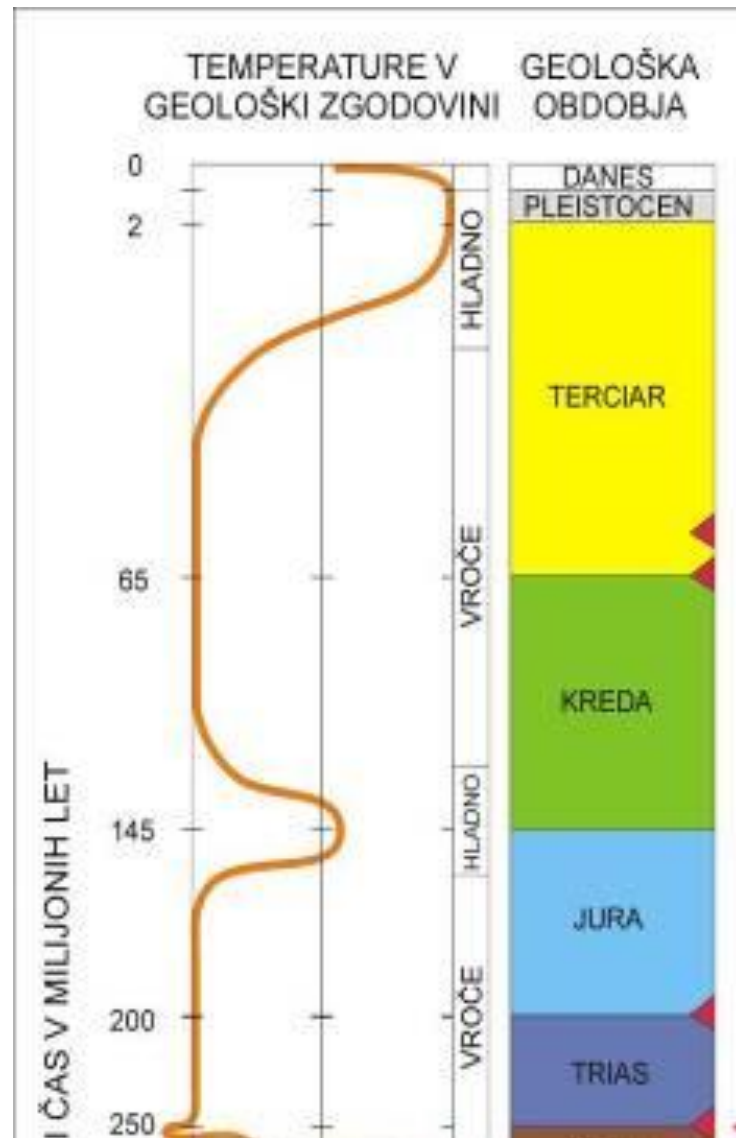




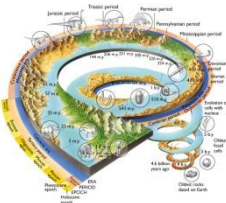
# KENOZOIK: KLIMA

- Ozračje se je postopoma ohlajalo od srednjega kenozoika do pleistocena
- Močna odvisnost globalne tektonike
- Nov razpored kontinentov je namreč spremenil oceansko cirkulacijo, ki predstavlja glavni mehanizem transporta toplote po Zemlji

• <http://www.youtube.com/watch?v=TwV6JI1qH2U>



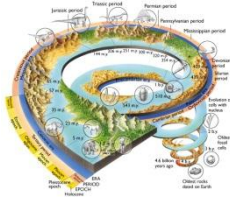




# KENOZOIK: KLIMA

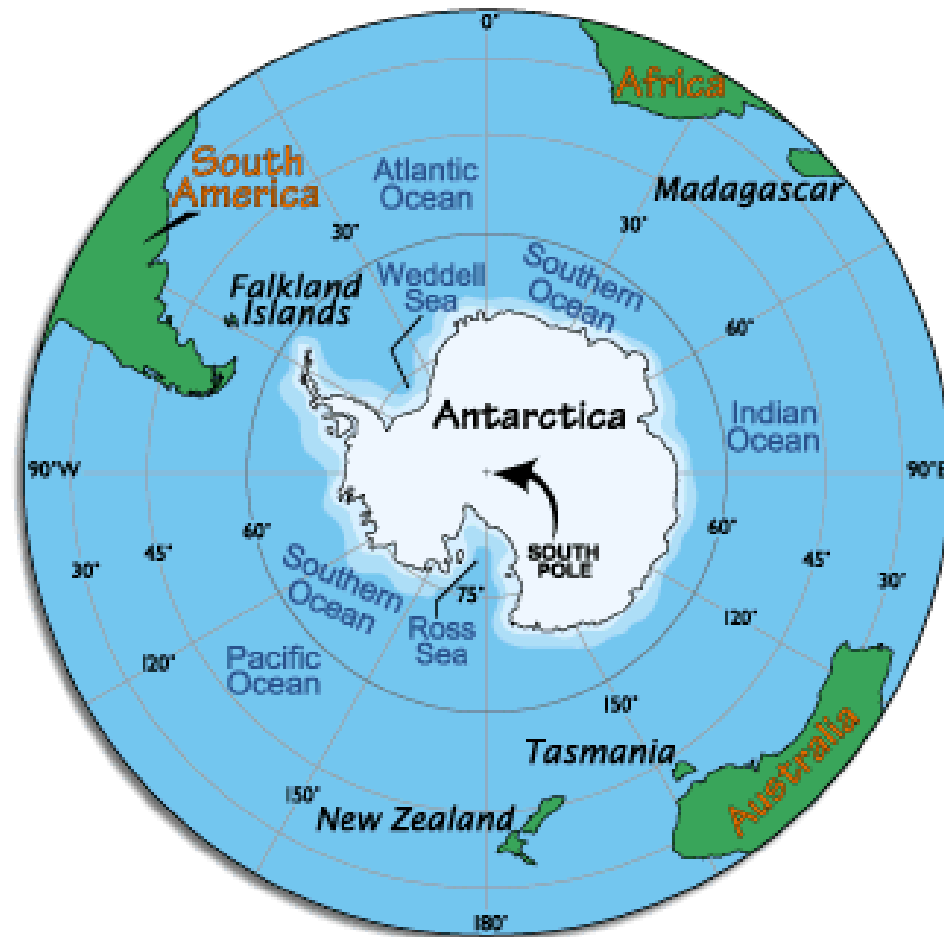
- Nastanek Panamske ožine (kontinentalna povezava Amerik) povzroči nastanek zalivskega toka

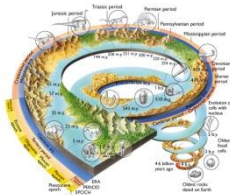




# KENOZOIK: KLIMA

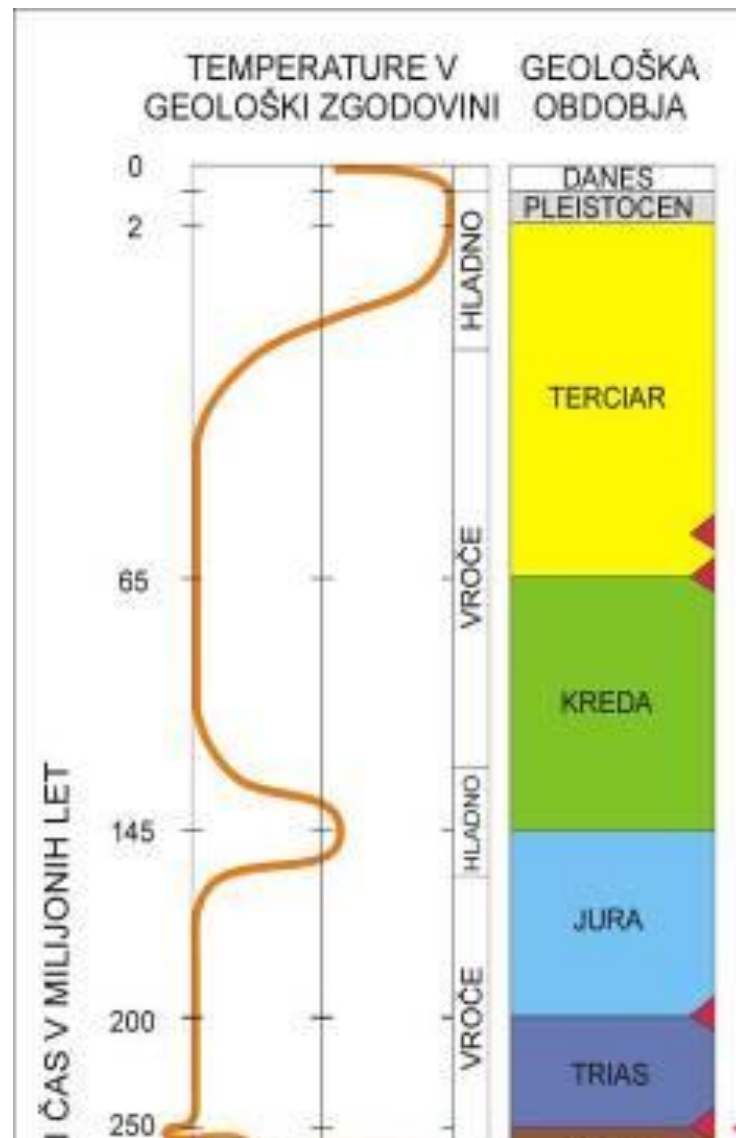
- Zaradi ločitve Avstralije in Antarktike se ustvari morski tok okrog slednje, ki odbija tople tokove iz ekvatorja.
- Antarktika se začne hladiti in hladna voda počasi tone in potuje proti severu (pred približno 30 milijonov let)





# KENOZOIK: KLIMA

- V kvartarju se ozračje ohladi do te mere, da začnejo na klimo izrazito vplivati orbitalni (astronomski) cikli
- Sprva cikli trajajo 41Ka
- Zadnje 0,8Ma pa 100Ka
- Imamo daljša glacialna obdobja (ledene dobe) in toplejša ter krajša interglacialna obdobja (medledene dobe)
- Trenutno smo najverjetneje v interglacialu



<http://www.youtube.com/watch?v=USIAcXfv39k>

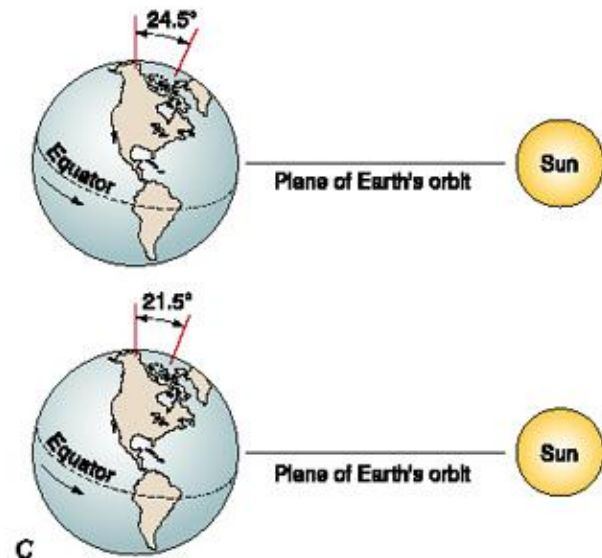
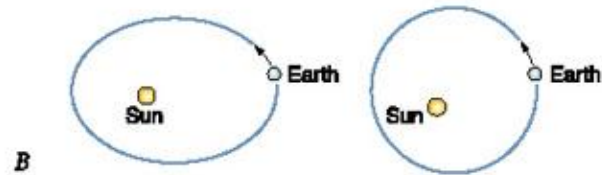
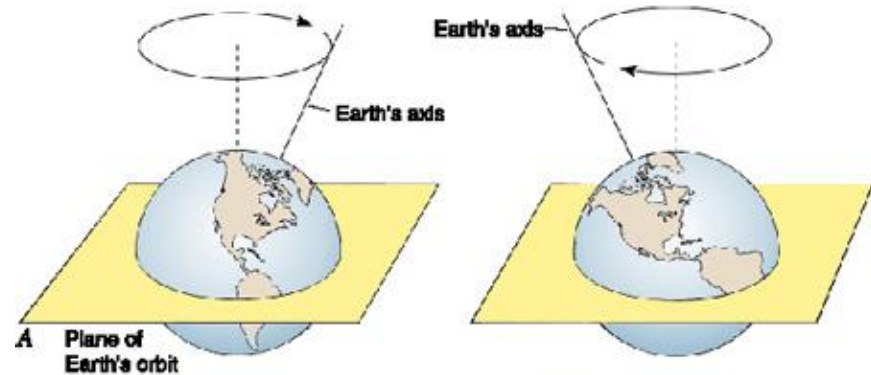
<http://www.youtube.com/watch?v=GoVPRJbvg1w>

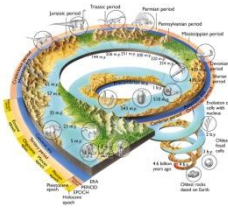




# Astronomski cikli

- A) Precesija
- B) Nagnjenost osi
- C) Orbitalna ekscentričnost



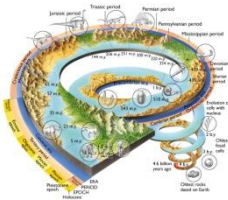


# Kenozoik življenje

- Doba sesalcev
- Sesalci zasedejo skoraj vse ekološke niše
- Iz primitivnih `hrčkov` se neposredno ali posredno razvijejo vsi višji sesalci
- Sesalci zasedejo kopno, zrak in vodo



**Končno malo  
več placa**



# Kenozoik življenje

- Kenozoik je čas postopnih sprememb do sedanjega stanja
- Počasno ohlajanje je pomenilo spremembo vegetacije: iz tropskih džungel v listnate gozdove, grmičasti pokrajini in obsežne pašniške površine

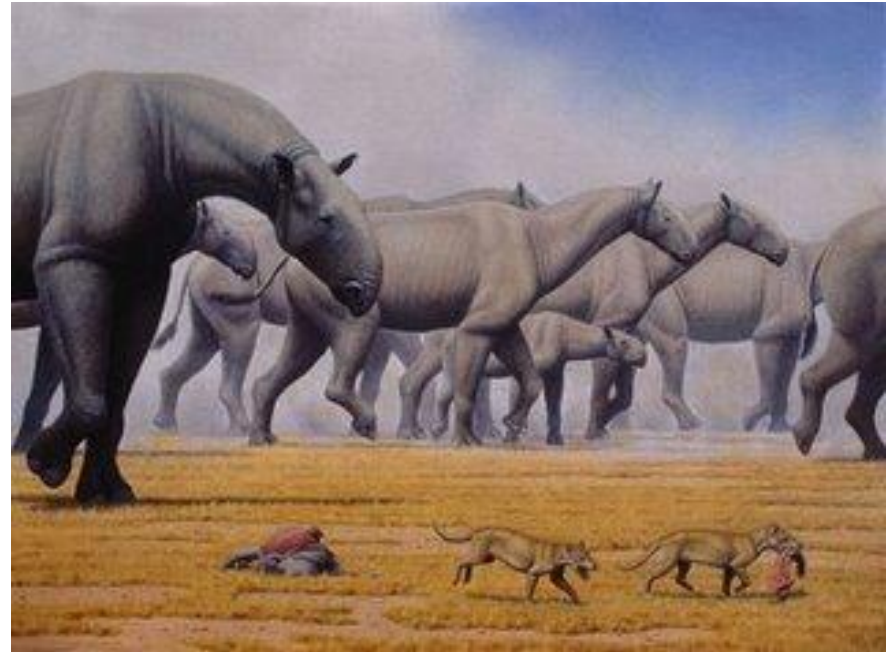






# Kenozoik življenje

*Paraceratherium* – absolutni zmagovalec → noso\_\_\_?





# Kenozoik življenje



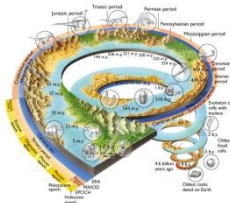




# Kenozoik življenje







# Kenozoik življenje







# Kenozoik življenje



<http://www.youtube.com/watch?v=auVkvctOvho>





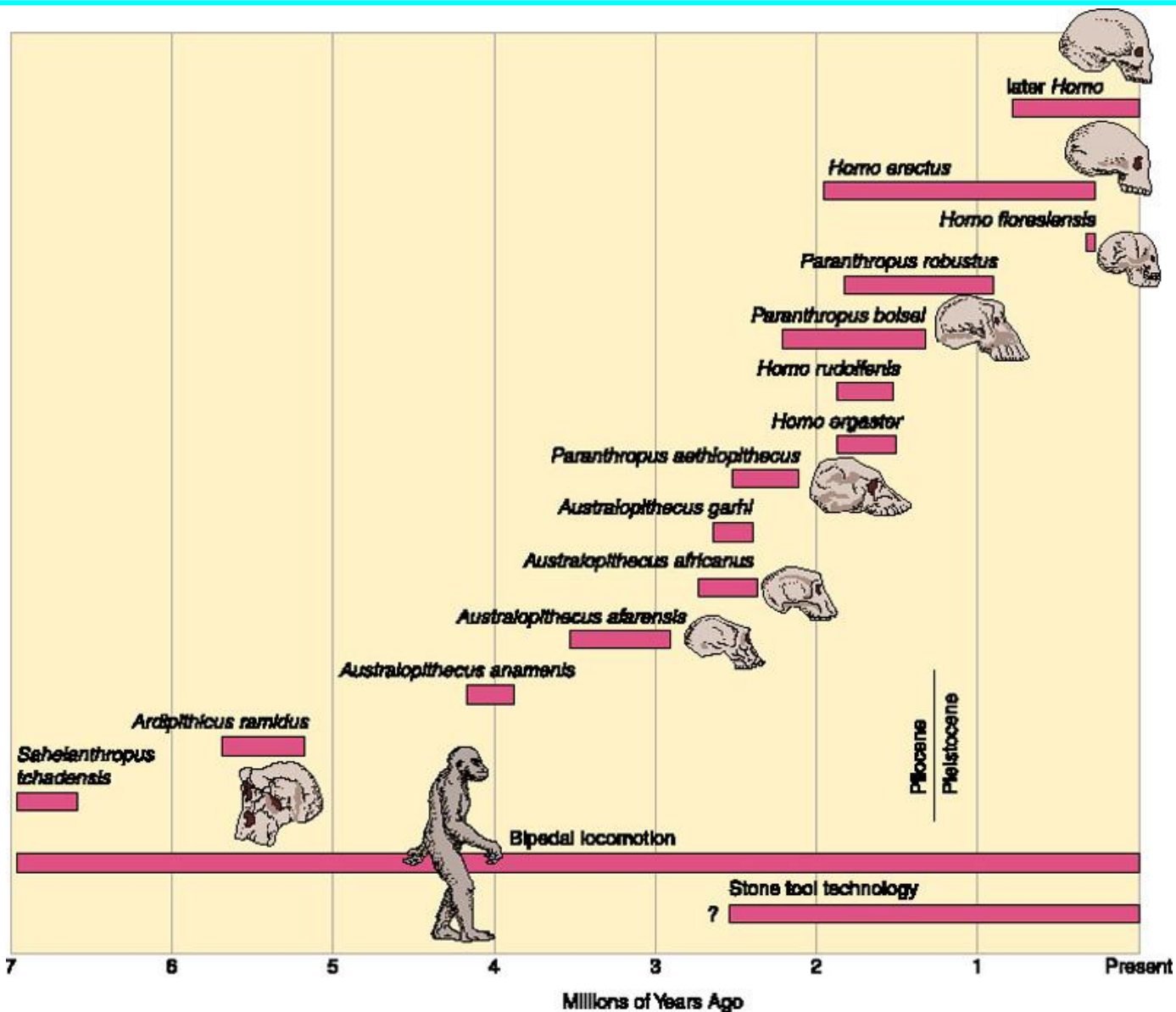
# Kenozoik življenje

- pri nas imamo najlepša nahajališča kenozojskih živali v sedimentih kraških jam
- številne so najdbe jamskega medveda, sabljastih tigrov, tudi mamutov, raznih kopitarjev itd.
- v mladih sedimentih velenjske kotline našli dva lepa skeleta Mamutov





# Kenozoik člověk





# Kenzoik člověk

## The human lineage

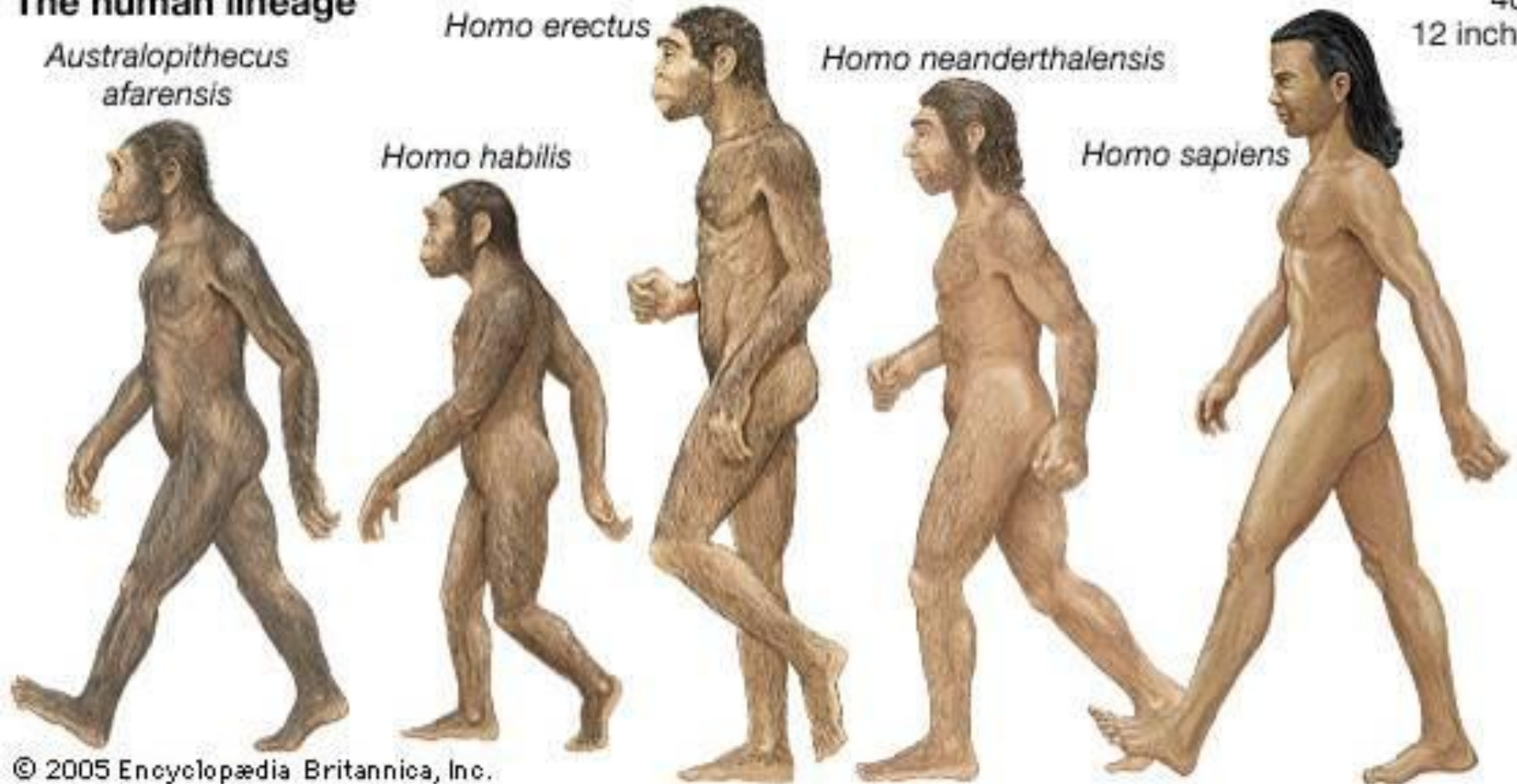
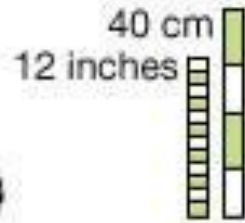
*Australopithecus  
afarensis*

*Homo erectus*

*Homo habilis*

*Homo neanderthalensis*

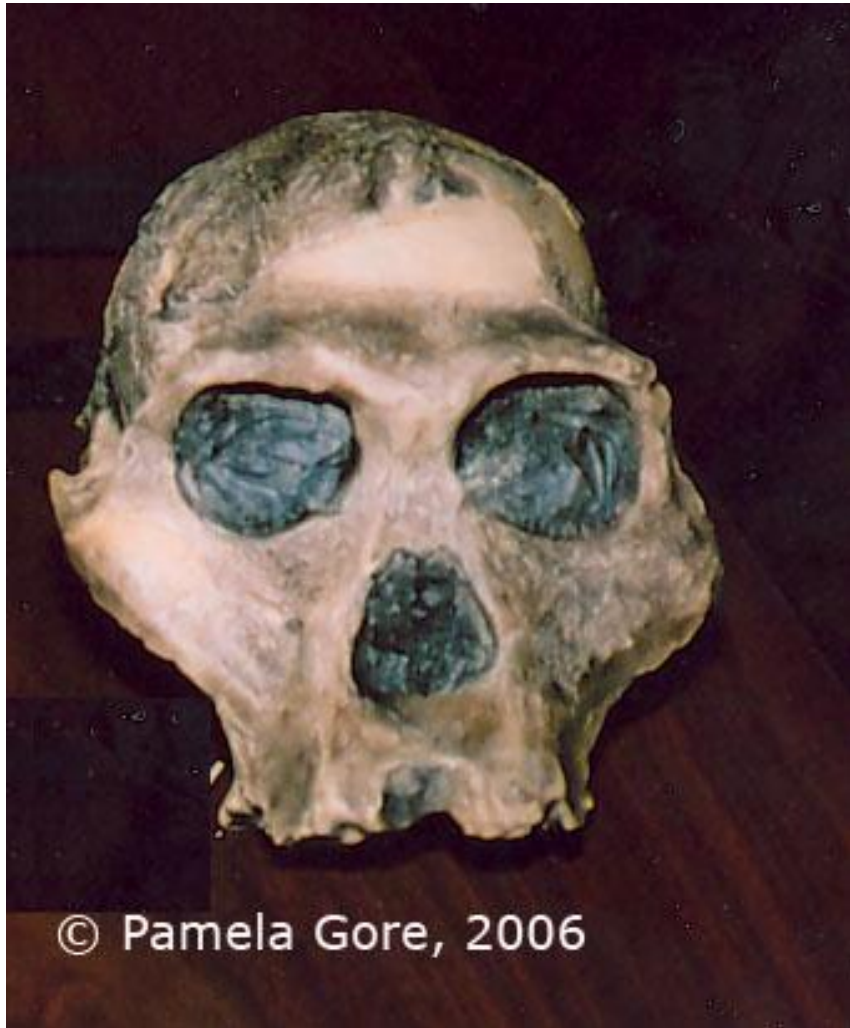
*Homo sapiens*



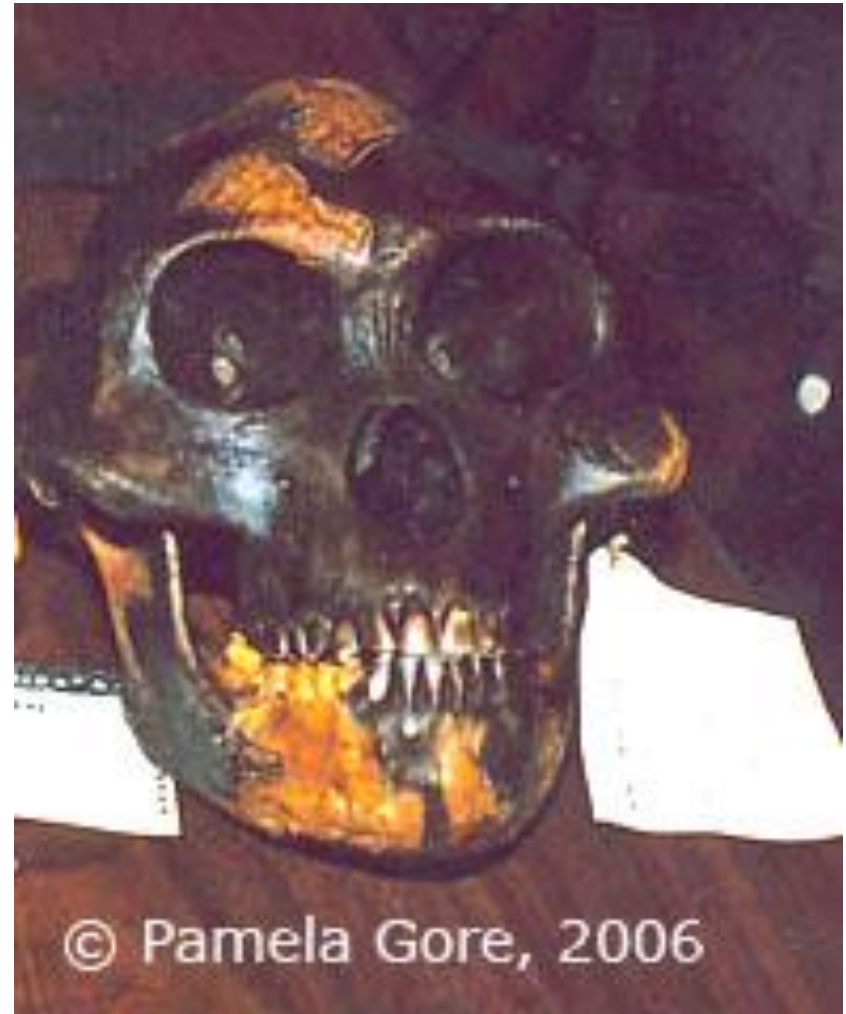




# Najstarejši hominidi



*Australopithecus africanus*



"Lucy" - *Australopithecus afarensis*

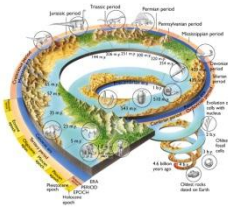


# Pojav človeka

- Rod Homo se je pojavil pred 2.5 milijoni let, ko se je avstralopitek razvil v prednike človeka v *Homo habilis*
- Evolucijski prehod je verjetno posledica spremembe klime in s tem vegetacije. Potreba po hoji na dveh nogah, večjih možganih in uporabo orodja

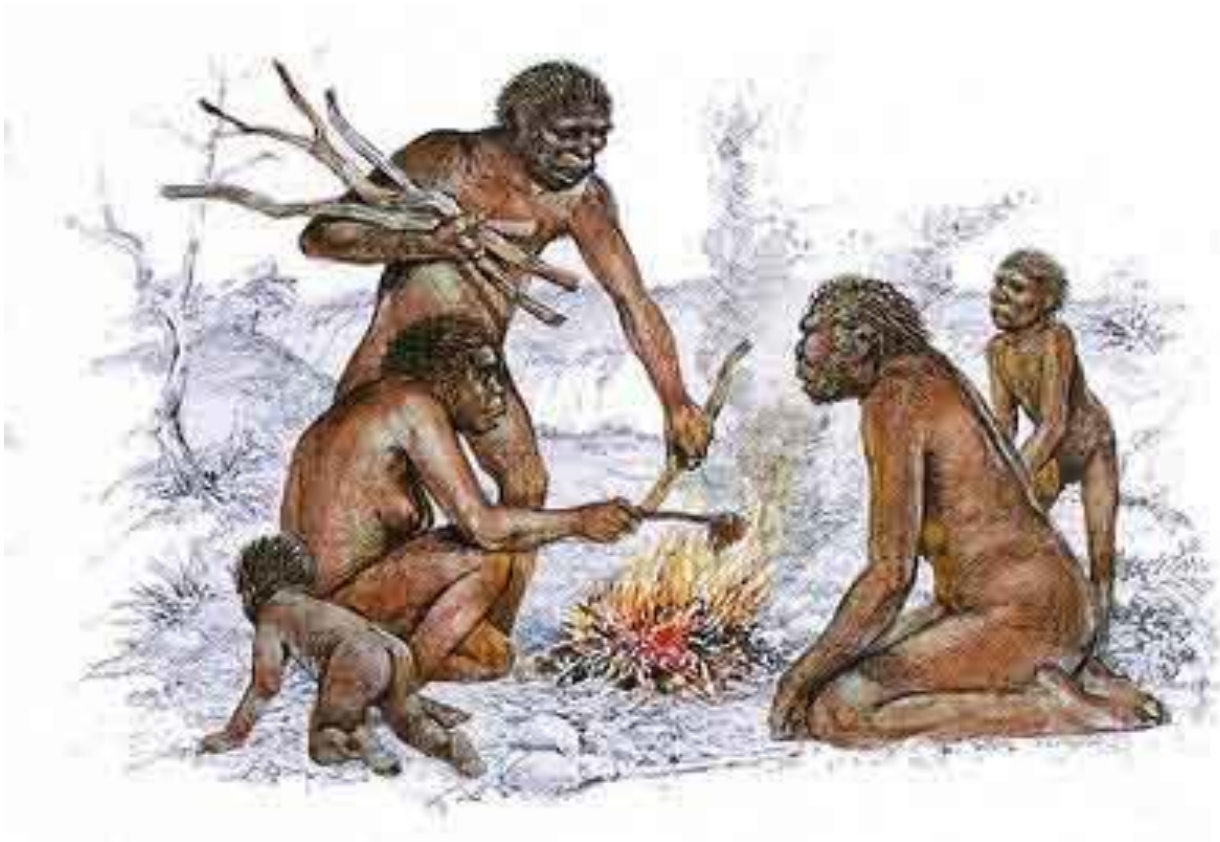






# Pokončni človek

- ***Homo erectus*** je prvi homonid, ki se je iz Afrike preselil v Evrazijo



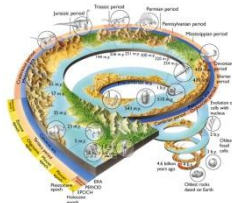




# Neandertalci

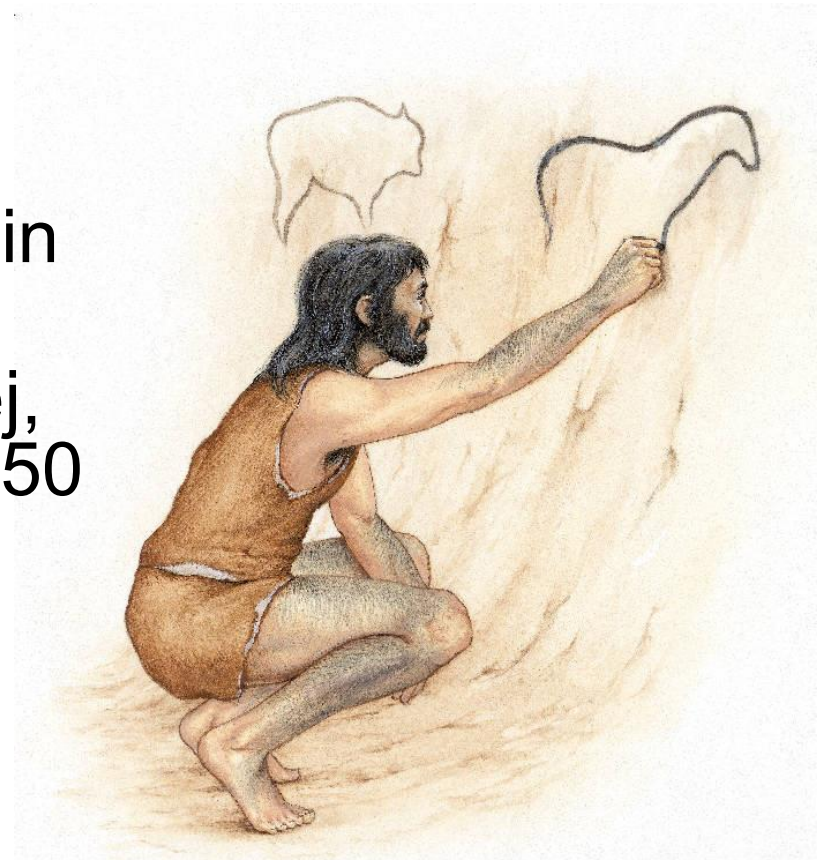
- Živeli so od 125 000 let do približno 30 000 let pred sedanjosjo
- Neandertalci lahko pripadajo podvrsti ***Homo sapiens neandertalensis***.
- Ali pa predstavljajo svojo vrsto ***Homo neanderthalensis***.





# Pojav Homo sapiensa

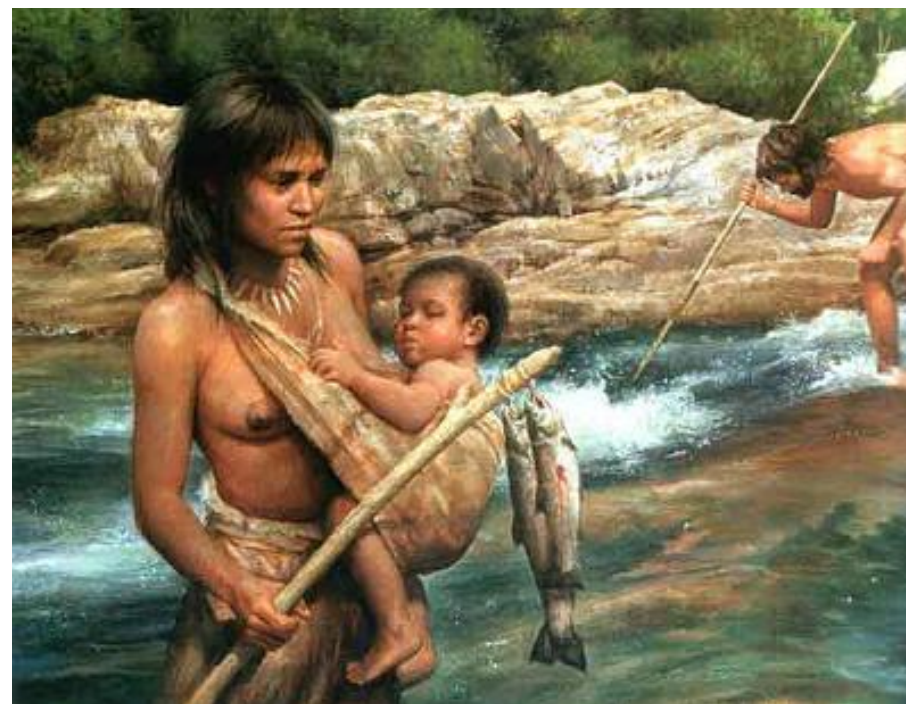
- Moderni ljudje so živeli v afriki že 195 000 let pred sedanostjo (BP)
- V Afriki so živeli tisoče let preden so se preselili na druge kontinente
- Obstaja časovna luknja med "izumom" modernega skeleta in izumom uporabe orodja.
- Kamniti noži se pojavijo že prej, ostali kulturni artefakti pa šele 50 000 BP
- Ljudje so zapustili Afriko nekje med 40.000 in 50 000 BP





# Cromanjonski človek

- Pred 34 000 leti ob napredovanju ledenikov v Evropo pride moderni človek. V Evropi takrat živijo neandertalci
- Cromanjonci se od neandertalcev razlikujejo po
  - So višji
  - Navpično čelo
  - Poudarjene lične kosti
- Nadaljevali so kulturno tradicijo neandertalcev, se z njimi tudi razmnoževali.



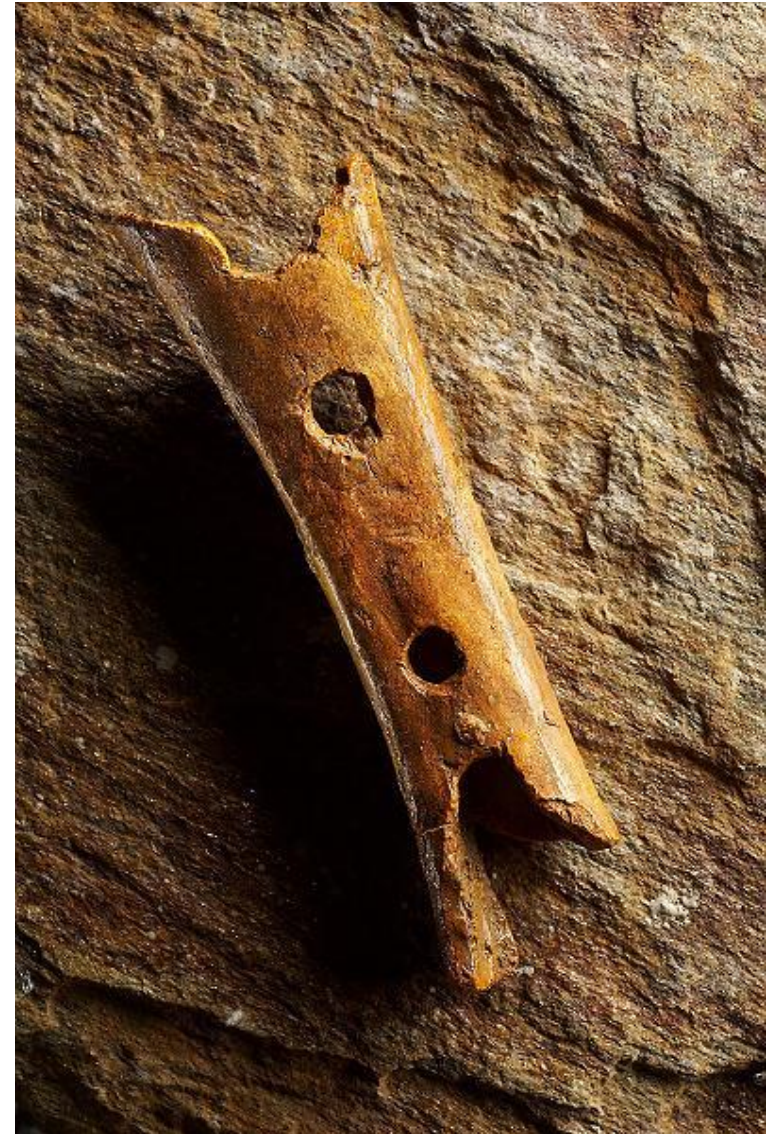






# Cromanjonski človek

- Najbolj slavni ostanek pa je piščal iz Divjih bab, ki je najstarejši znani ištrument na planetu





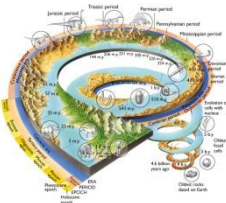


# GEOLOGIJA s PALEONTOLOGIJO za študente biologije

## 10. predavanje: GEOLOGIJA SLOVENIJE







# Geologija Slovenije

- Potek predavanja:
  - Wilsonov cikel
  - Geološki razvoj Slovenije
  - Tektonska zgradba Slovenije



Oziroma nekaj o tem, da je `Geologija` končni odgovor na vprašanje:  
<http://www.youtube.com/watch?v=0733xuyn0ho>

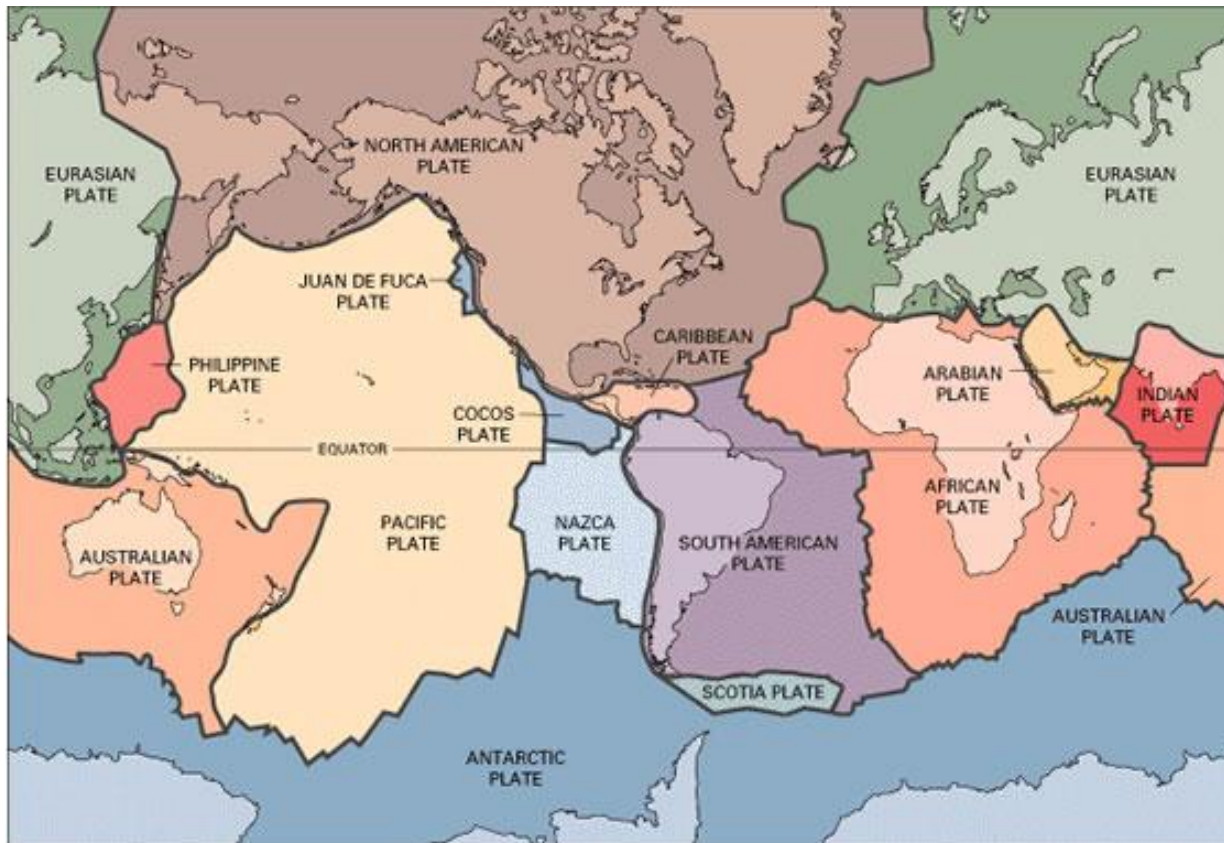




# Wilsonov cikel

-kje na našem planetu nastajajo kakšne kamnine je najlažje prevideti z wilsonovim ciklom, ki opisuje razpada kontinenta, nastanek oceana, njegovo zaprtje in ponovno sestavljanje kontinenta

-za razumevanje wilsonovega cikla je ključno razumevanje tektonike plošč



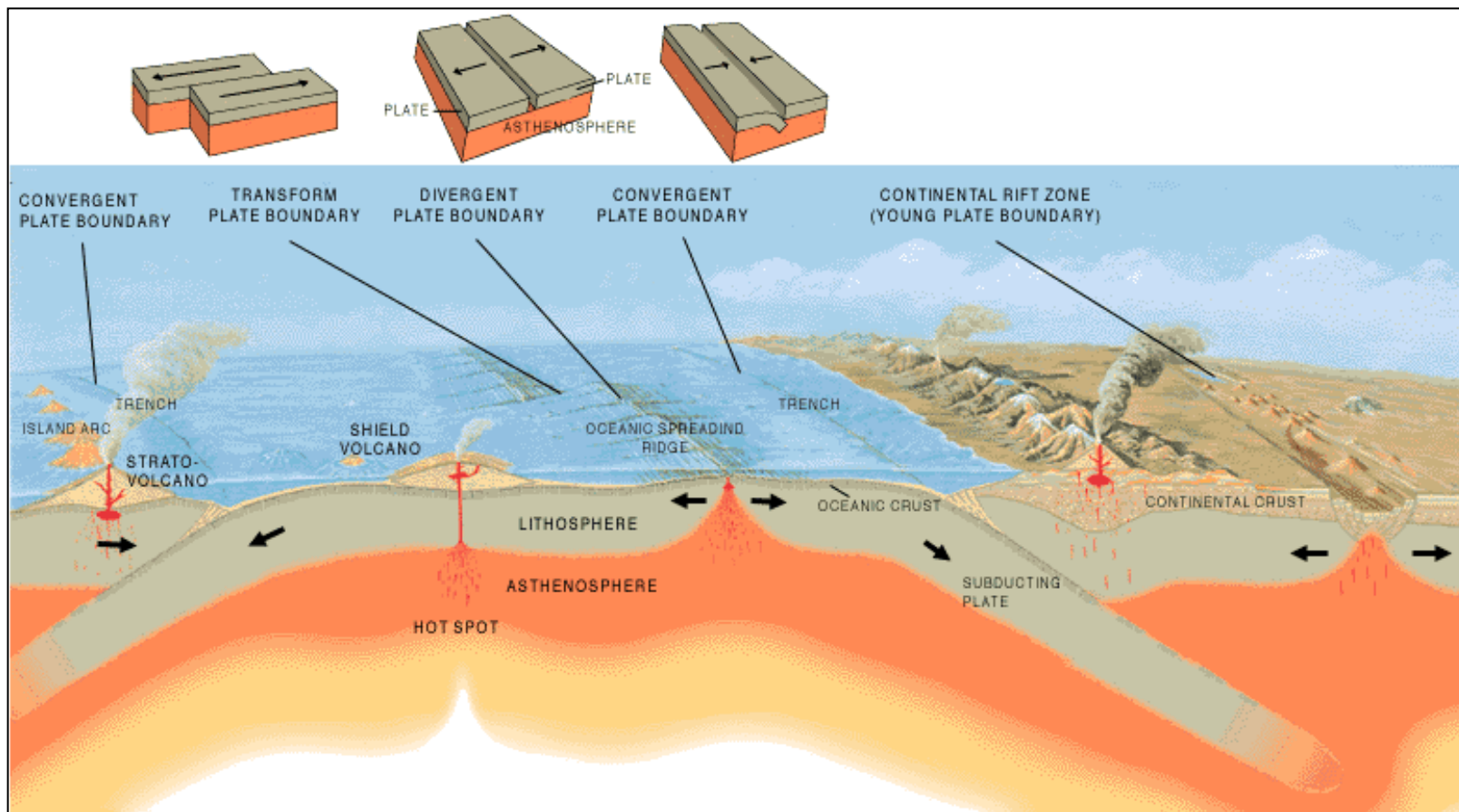


# Wilsonov cikel

-tektonske plošče so deli litosfere in vrhnjega dela plašča, ki drsijo po astenosferi

-poznamo tri osnovne meje med posameznimi ploščami:

A divergentne, B konvergentne (subdukcija, kolizija) C transformne





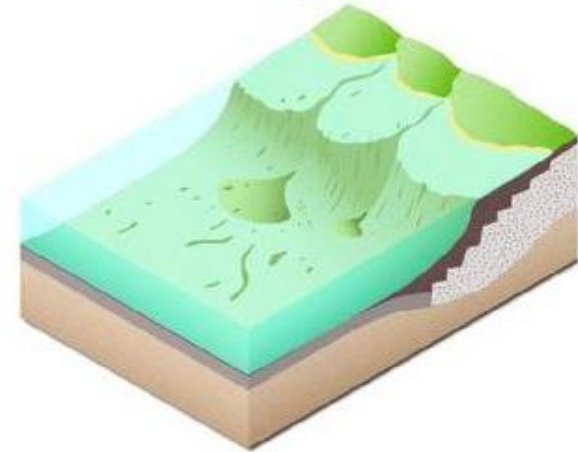
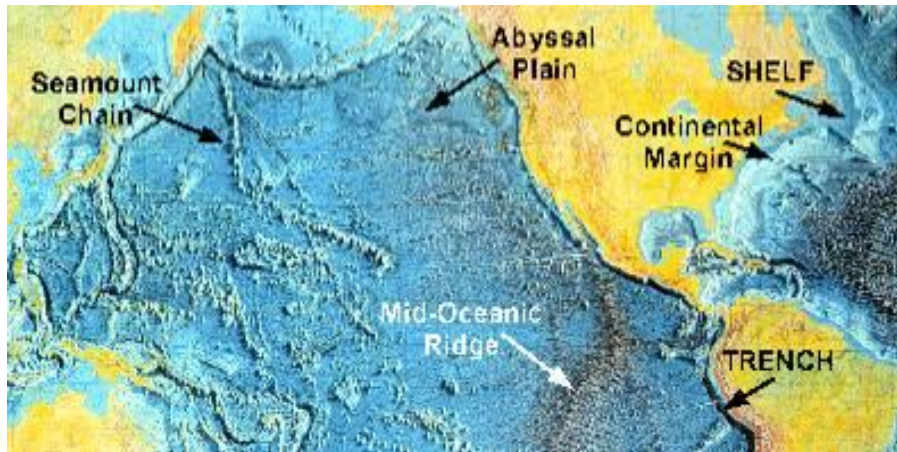
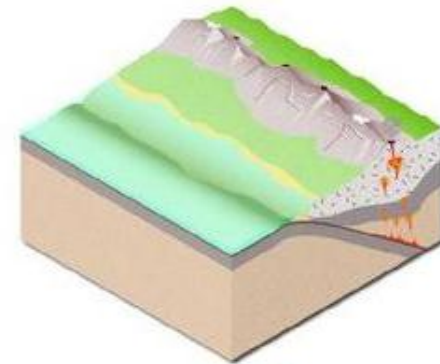
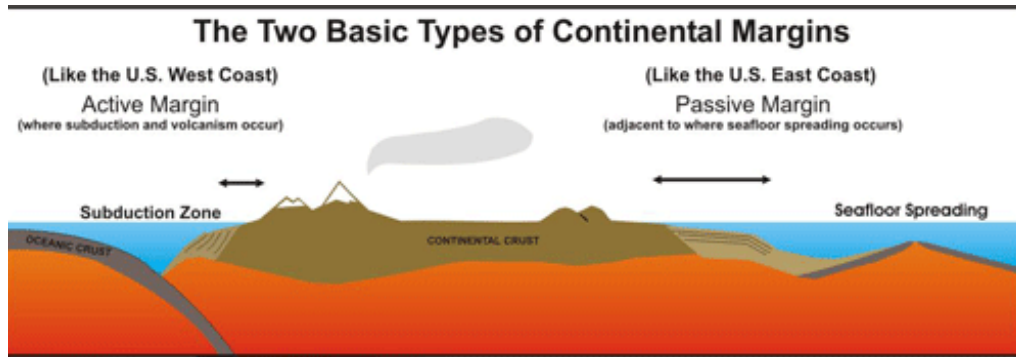


# Wilsonov cikel

Glede na to kakšen je rob kontinenta ločimo dva osnovna tipa:

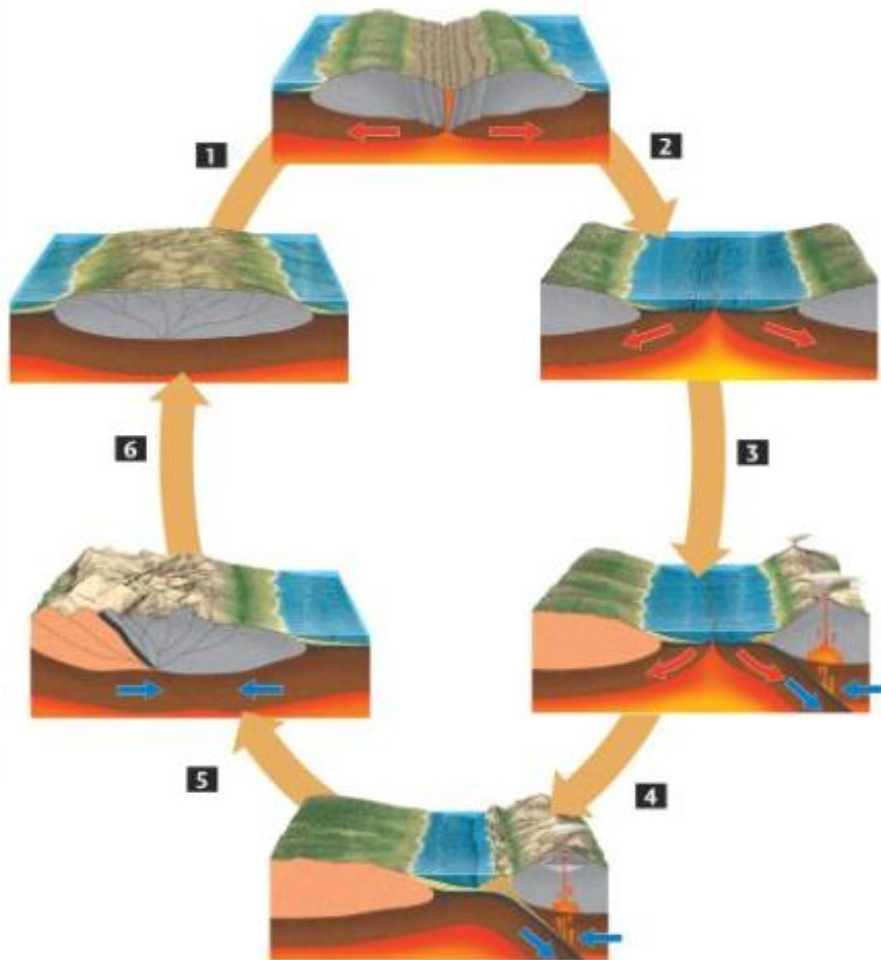
-aktivni rob: potresi, vulkani, cona subdukcije → rob kontinenta je hkrati tudi rob tektonske plošče

-pasivni rob: široke šelfne police, kontinentalna skorja postopoma preide v oceansko → rob kontinenta postopoma preide v ocean, kjer je nato rob plošče





# Wilsonov cikel



Nastanek in zaprtje osnovnih sedimentacijskih okolij (bazenov) opiše Wilsonov cikel

1 razpad kontinenta z riftingom

2 nastanek oceana in pasivnih kontinentalnih robov

3 začetek približevanja (konvergenca) in nastanek aktivnega kontinentalnega roba na eni strani oceana

4 prenehanje subdukcije

5 kolizija in nastanek gorstva z odebeljeno skorjo

6 prenehanje konvergence, erozija in postopno tanjšanje skorje

Večina sedimentacije se vrši v prvih 4 stopnjah cikla, medtem ko je za zadnja dva predvsem značilna erozija (in si jih ne bomo podrobneje ogledali)



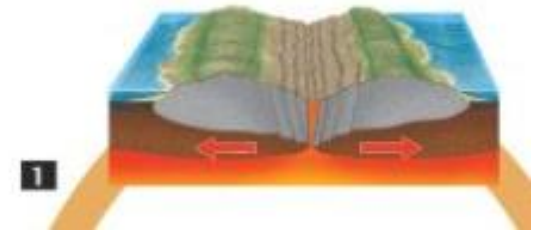






# Wilsonov cikel

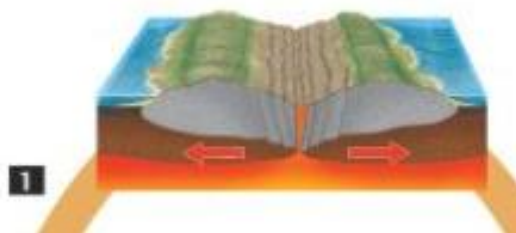
-pri razpadu kontinenta (riftingu), torej pri 1. stopnji wilsonovega cikla se običajno tvori dolga in ozka dolina; današnja riftna dolina v Etiopiji ali dolina Mrtvega morja na bližnjem vzhodu



razpad običajno spremlja močna magmatska dejavnost (tako eksploziven kot tudi efuziven vulkanizem)



# Wilsonov cikel



-na začetku po dolini tečejo reke in ponekod imamo jezera: sedimenti, ki nastajajo v taki dolini so predvsem klastični (peski, prodi, muljevci)

-kasneje v ozko dolino vdira morje, ki pa je pogosto izolirano od oceanov in posledično eutrofično ali zelo slano. Sedimenti so morske glin in peski bogati z organsko snovjo ter evaporiti (sol, anhidrit, sadra)

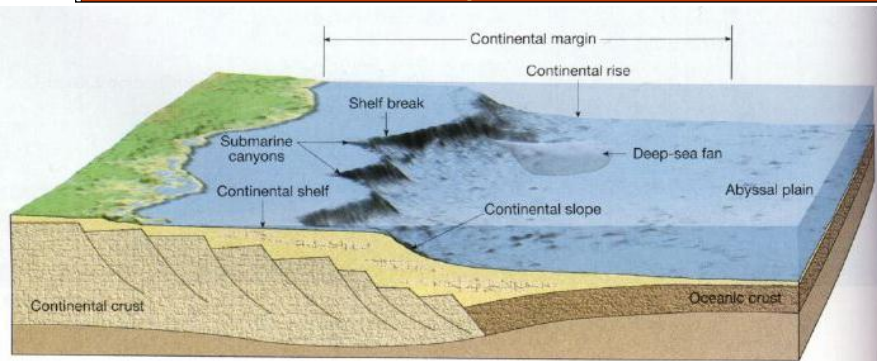
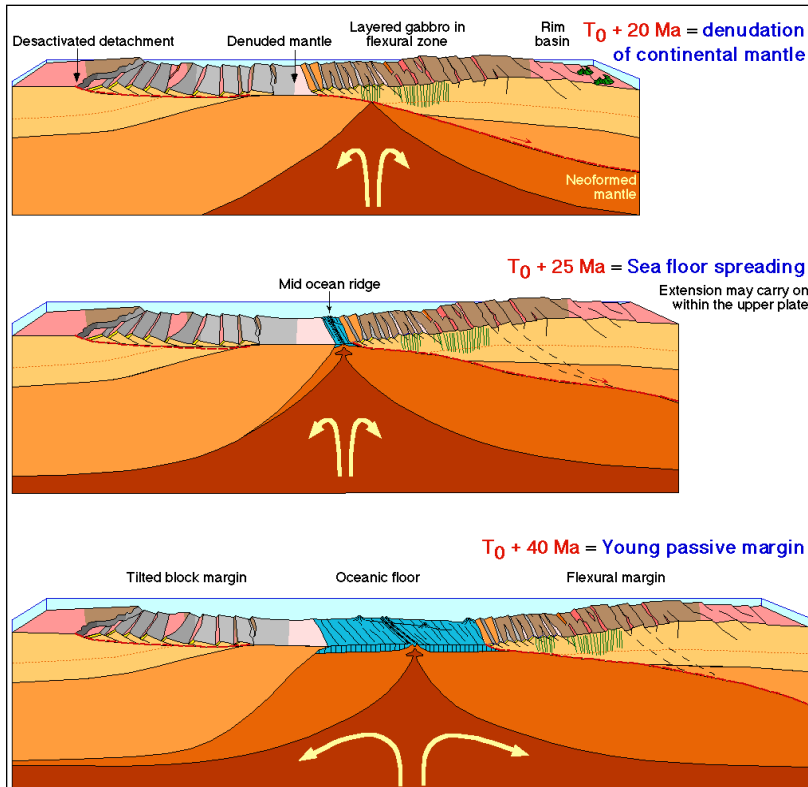
-z nadaljnim razpiranjem kontinenta vdira bolj odprto morje in postopoma dobimo bolj standardne morske sedimente (prodi na obalah in vse bolj drobni sedimenti v notranjost morij)

-ves čas sedimentacijo spremlja vulkanska dejavnost: veliko je piroklastičnih sedimentov in tudi lavinih tokov





# Wilsonov cikel



- 2. stopnja wilsonovega cikla se začne z nastankom prve oceanske skorje in s tem rojstvom novega oceana
- ta dogodek preusmeri ves toplotni tok na novo nastali oceanski hrbet, medtem pa se preostalo območje ohlaja in pogreza
- počasi začnejo reke nanašat material: postopoma nastane pasivni kontinentalni rob s tipično šelfno polico, pobočjem in dvigom ter abisalno ravnico v oceanu
- za sedimentacijo na pasivnih robovih so značilna izredno debela zaporedja sedimentnih kamnin
- pri tem se najbolj debelozrnati sedimenti odlagajo v bližini obal, na zunanjem delu police pa bolj fini sedimenti





# Wilsonov cikel

-sediment na pasivnem robu je:

A klastičen (materijal, ki ga reke prinesejo iz kontinenta)

B karbonaten (materijal se tvori na šelfni polici → karbonati se rojevajo)

C mešan

-prednost karbonatov je, da lahko tvorijo izolirane platforme sredi morja (današnji Bahami, pri nas take razmere v juri)





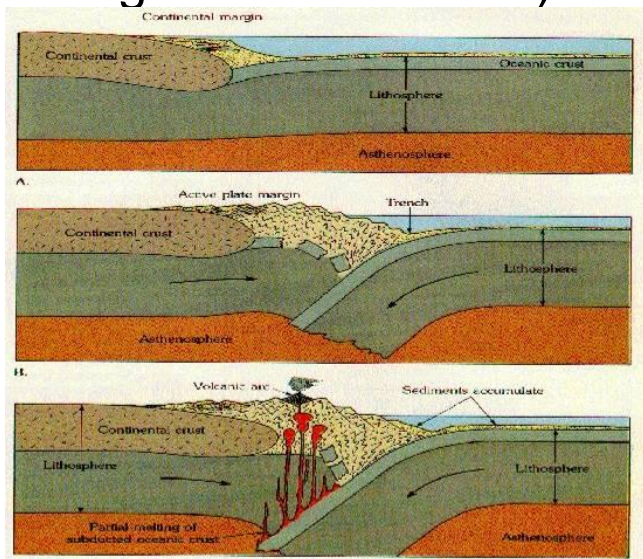
# Wilsonov cikel

-po spremembi tektonskega režima (iz divergence v konvergenco, torej iz 2. v 3. stopnjo wilsonovega cikla) pa se popolnoma spremeni tudi sedimentacija

-nastane cona subdukcije z globokim jarkom v katerem se odlagajo velike količine sedimenta, ki ga prinaša iz bližnjih nastajajočih gora

-značilno je menjavanje zelo drobnih globokomorskih sedimentov (glin) in sedimentov, ki so nastali s podvodnimi plazovi, ki so prinesli bolj debel material (peske, prode) iz plitvega morja; tako menjavanje imenujemo fliš

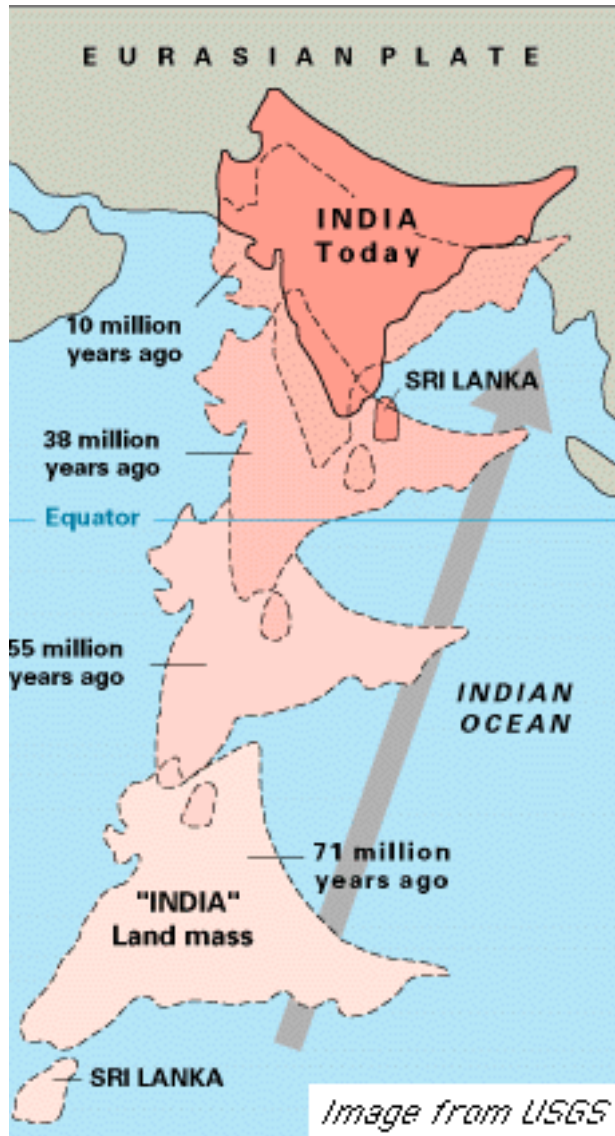
-hkrati se vzpostavi močna magmatska dejavnost (spet imamo precej vulkanogenih sedimentov)





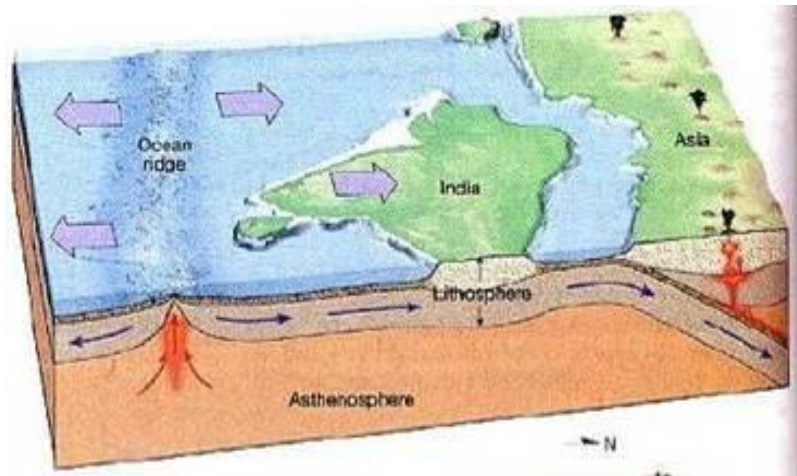


# Wilsonov cikel



-ko se oceanska skorja v coni subdukcije popolnoma porabi (oceana zmanjka in med seboj se približata dva kontinenta) se konvergenca močno upočasni in začne se kolizija (4.stopnja wilsonovega) cikla

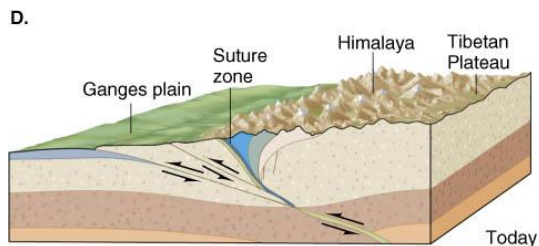
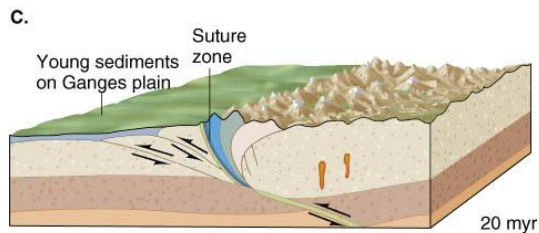
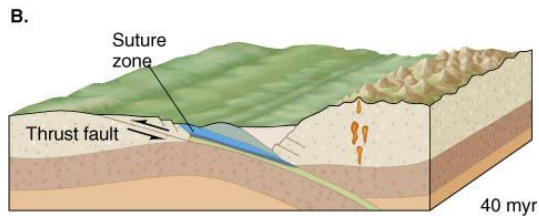
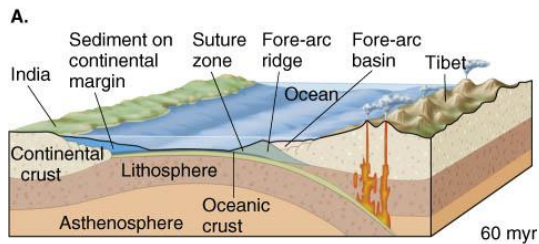
-v preostali del bazena se sprva odlagajo fliši, potem pa z zasipavanjem in nadaljnim manjšanjem prostora med kontinentoma postopoma dobimo vse bolj plitvomorske (peski, apnenci) in nato končno kontinentalne sedimente (rečni nanosi prod, peska, jezerske gline)







# Wilsonov cikel



-z nastopom kolizije se postopoma zmanjša tudi magmatska dejavnost

-ti sedimenti iz zadnjih faz konvergence se imenujejo molasa (molasnimi sedimenti)

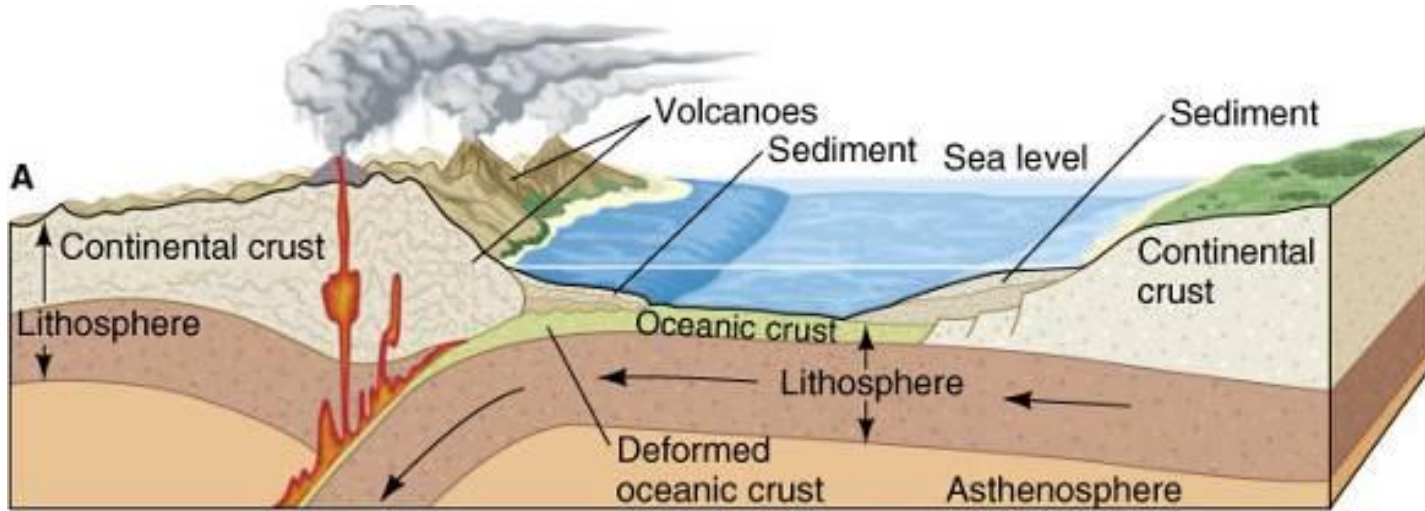
-molasa se praktično odlaga ves čas dviganja gorstva na obronkih nastajajoče gorske verige

-lep primer, kjer danes nastaja molasa sta dolini reke Ganges in Ind pred Himalajo ali pa Pad z Jadranskim morjem pred Alpami

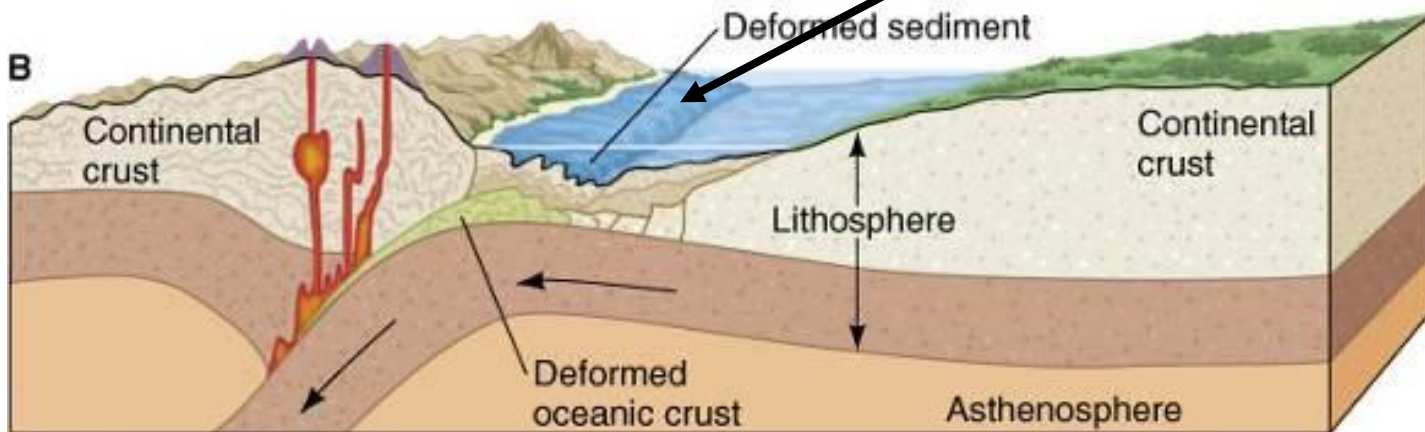




# Wilsonov cikel



fliš

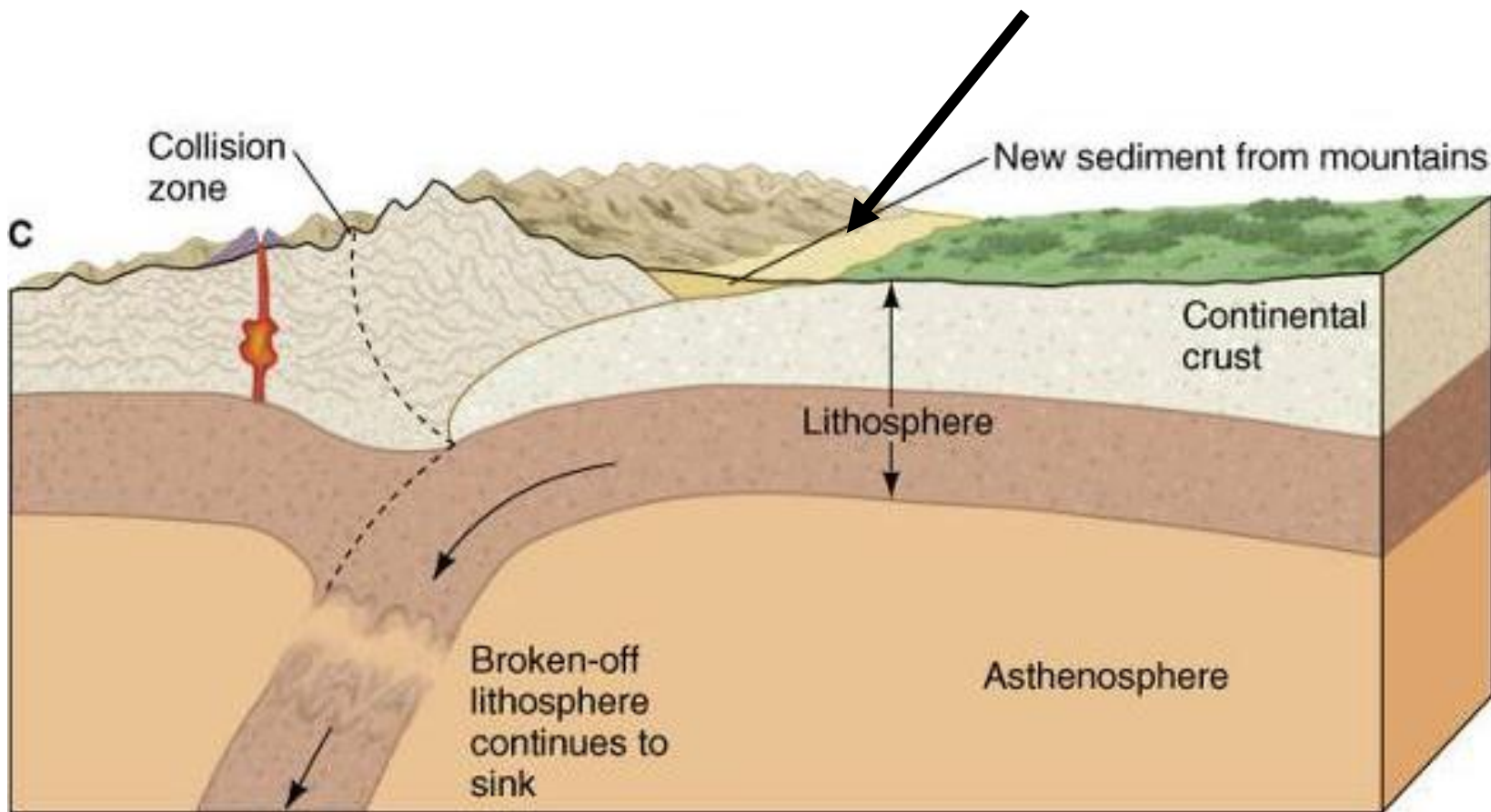




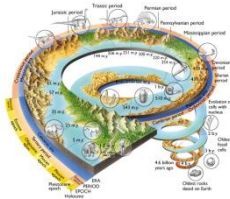


# Wilsonov cikel

Molasni sedimenti

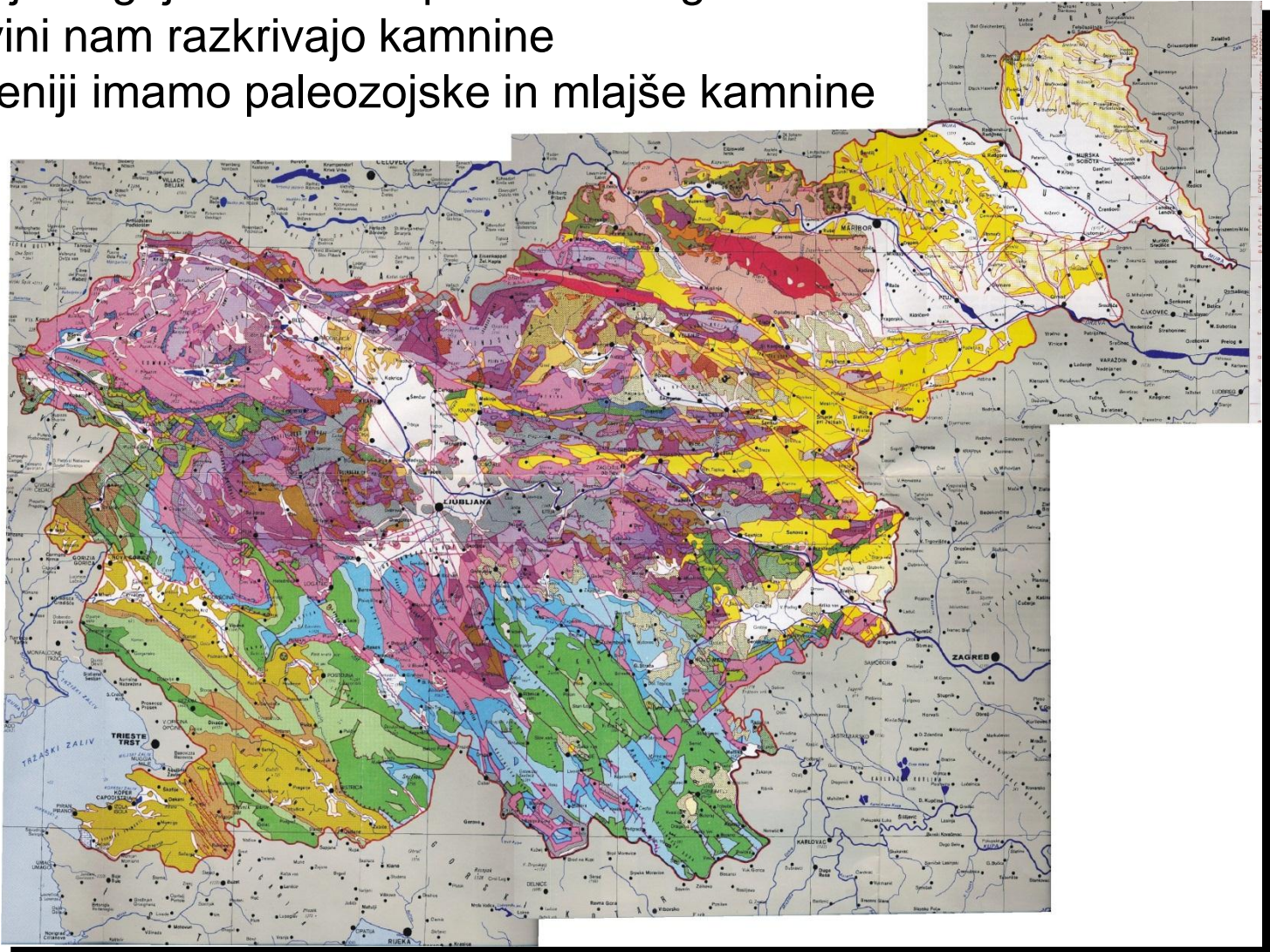






# Geologija Slovenije

- Kaj se je dogajalo z našim prostorom v geološki zgodovini nam razkrivajo kamnine
- v Sloveniji imamo paleozojske in mlajše kamnine

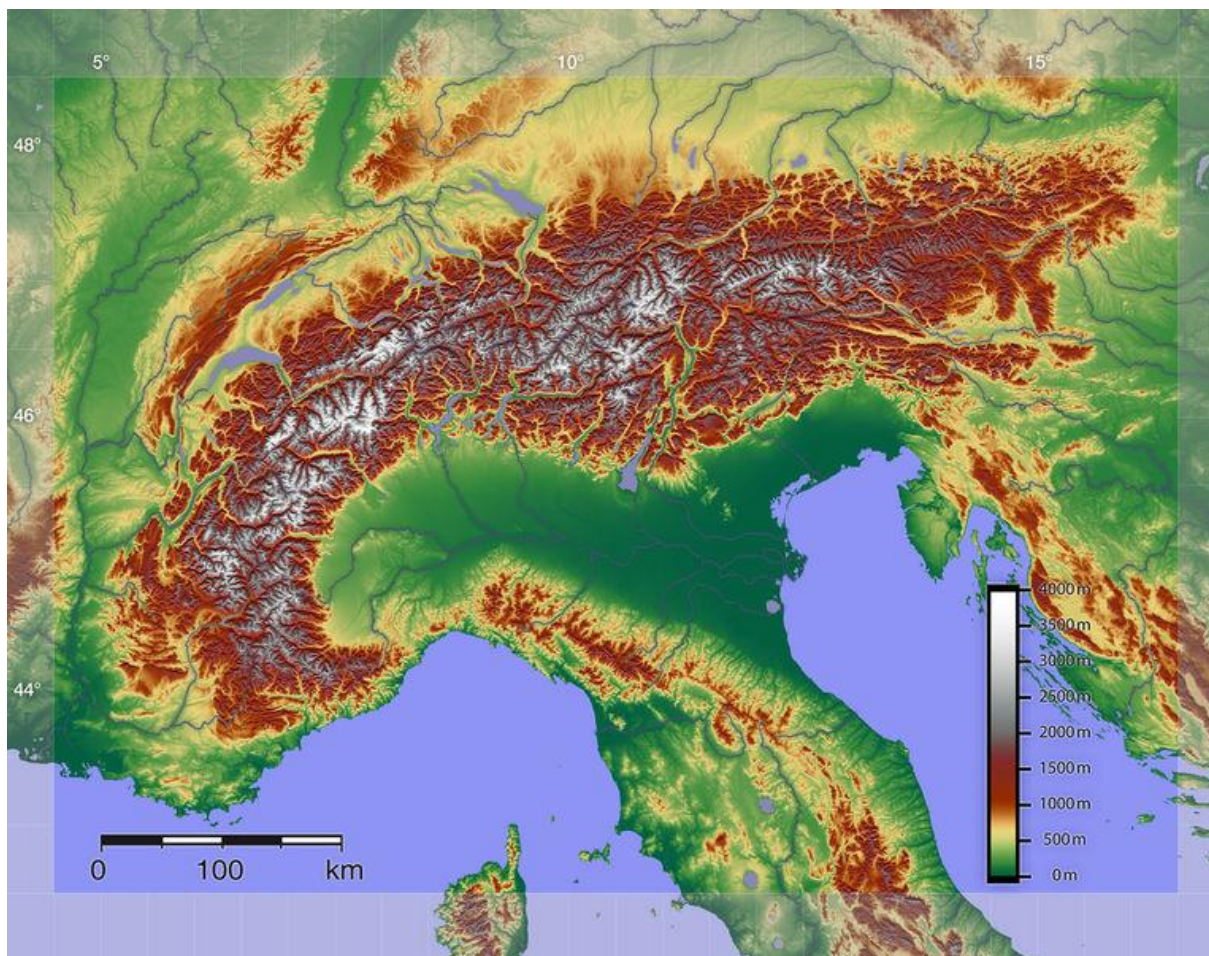


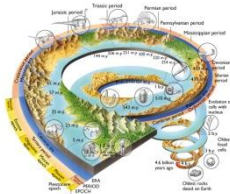




# Geologija Slovenije

- Območje Slovenije je del alpskega prostora
- Alpe so klasičen orogenski lok, ki je nastal kot posledica kolizijskih in postkolizijskih procesov med Evropsko in Jadransko litosfersko ploščo





# Geologija Slovenije

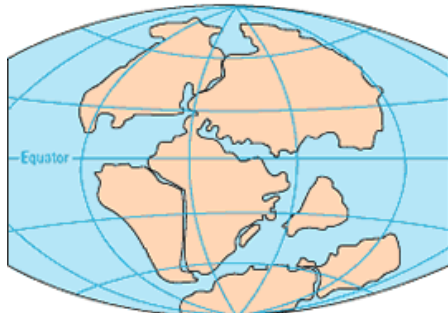
- Alpe spadajo pod Alpide, ki so nastali v času Alpidske orogeneze
- Alpidska orogeneza je intimno povezana z rojstvom in smrtjo oceana Tetida
- Vendar pa v Sloveniji dobimo tudi kamnine starejšega = paleozojskega = variskičnega orogenega cikla



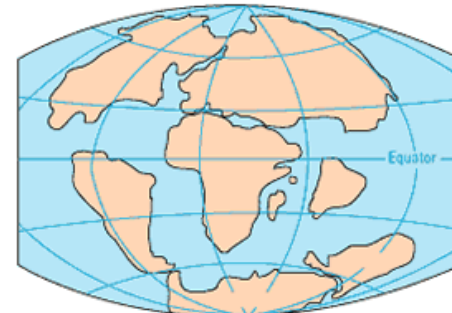
PERMIAN  
225 million years ago



TRIASSIC  
200 million years ago



JURASSIC  
135 million years ago



CRETACEOUS  
65 million years ago



PRESENT DAY

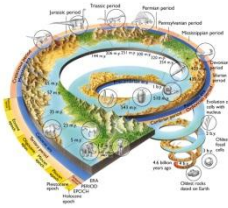




# Geologija Slovenije - paleozoik

- Variskični orogeni cikel se konča z zaprtjem Reijškega oceana in zahodnih podaljškov Paleotetide
- zaenkrat še ni povsem znano, kje je bilo ozemlje naše regije: ali na severnih ali južnih obronkih Paleotetide → v obeh primerih smo do konca devona imeli pasivne robove



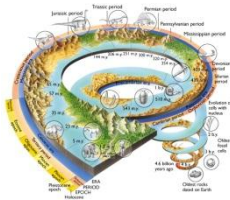


# Geologija Slovenije - paleozoik

- PALEOZOIK

- Najstarejše s fosili dokazane sedimentne kamnine na Slovenskem so ortocerasni apnenci zgornjesilurske starosti, (približno 420 milijon let)
- gre za kamnine pasivnega kontinentalnega roba (2.stopnja wilsonovega cikla)
- paleogeografsko smo ali (A) del severnega roba takratne Gondwane ali (B) samostojna kontinentalna plošča severno od Paleotetide





# Geologija Slovenije - paleozoik

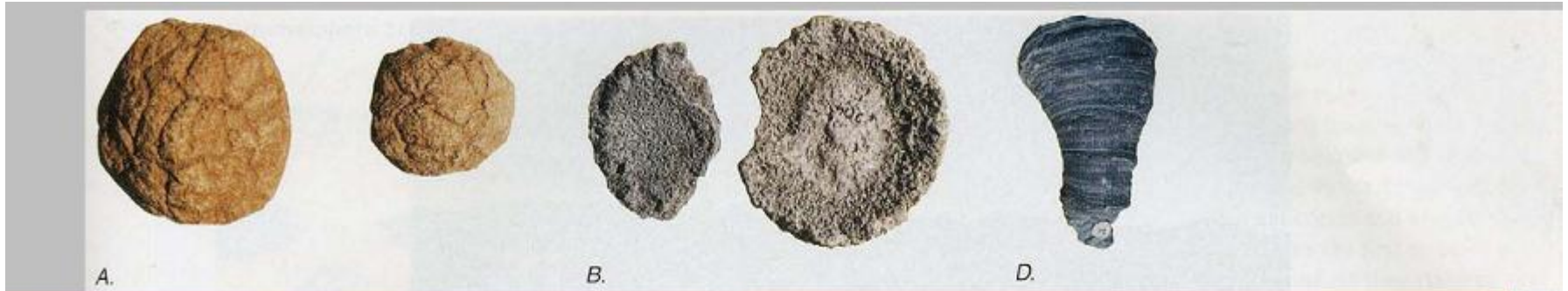
- devonski apnenci (415 -360 milijonov let) se pojavljajo v Južnih Karavankah med Logarsko dolino in Jezerskim
- spodnjedevonske plasti: globljevodne
- srednjedevonske plasti: okolje plitvovodne karbonatne platforme s koralnimi grebeni







# Geologija Slovenije - paleozoik





# Geologija Slovenije - paleozoik

- Ordovicijske do devonske starosti so tudi metamorfne kamnine Pohorja, Strojne in Kozjaka,
- Metamorfoza je mlajša (se je zgodila v kredi)
- Ker so kamnine močno spremenjene je težko nedvoumno reči kje in kdaj so nastajale
- Te kamnine so bile verjetno večinoma globljevodne in so se odlagale na prehodu med kontinentalnim robom in oceanskim dnom.

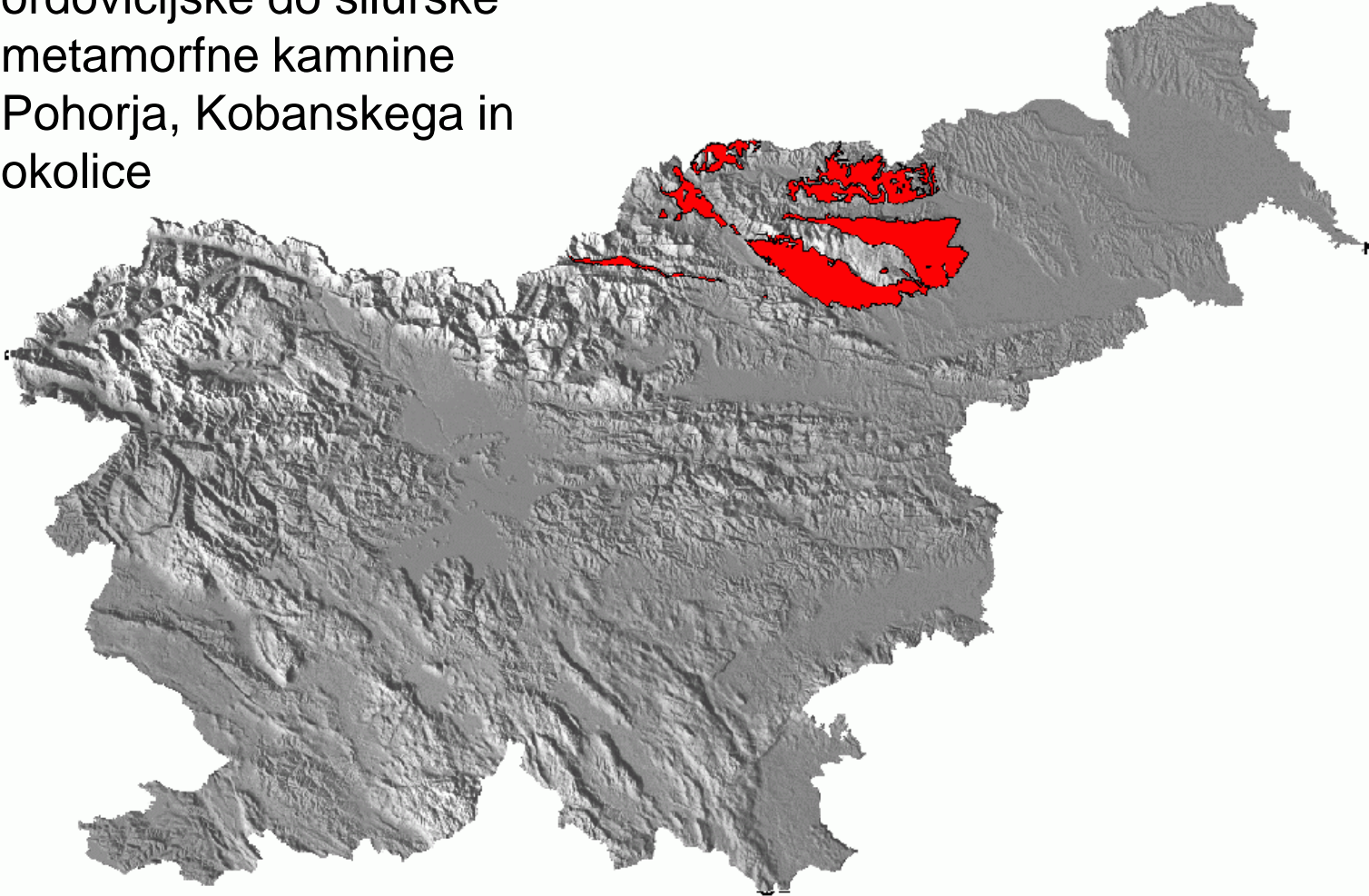






# Geologija Slovenije - paleozoik

- ordovicijske do silurske metamorfne kamnine Pohorja, Kobanskega in okolice

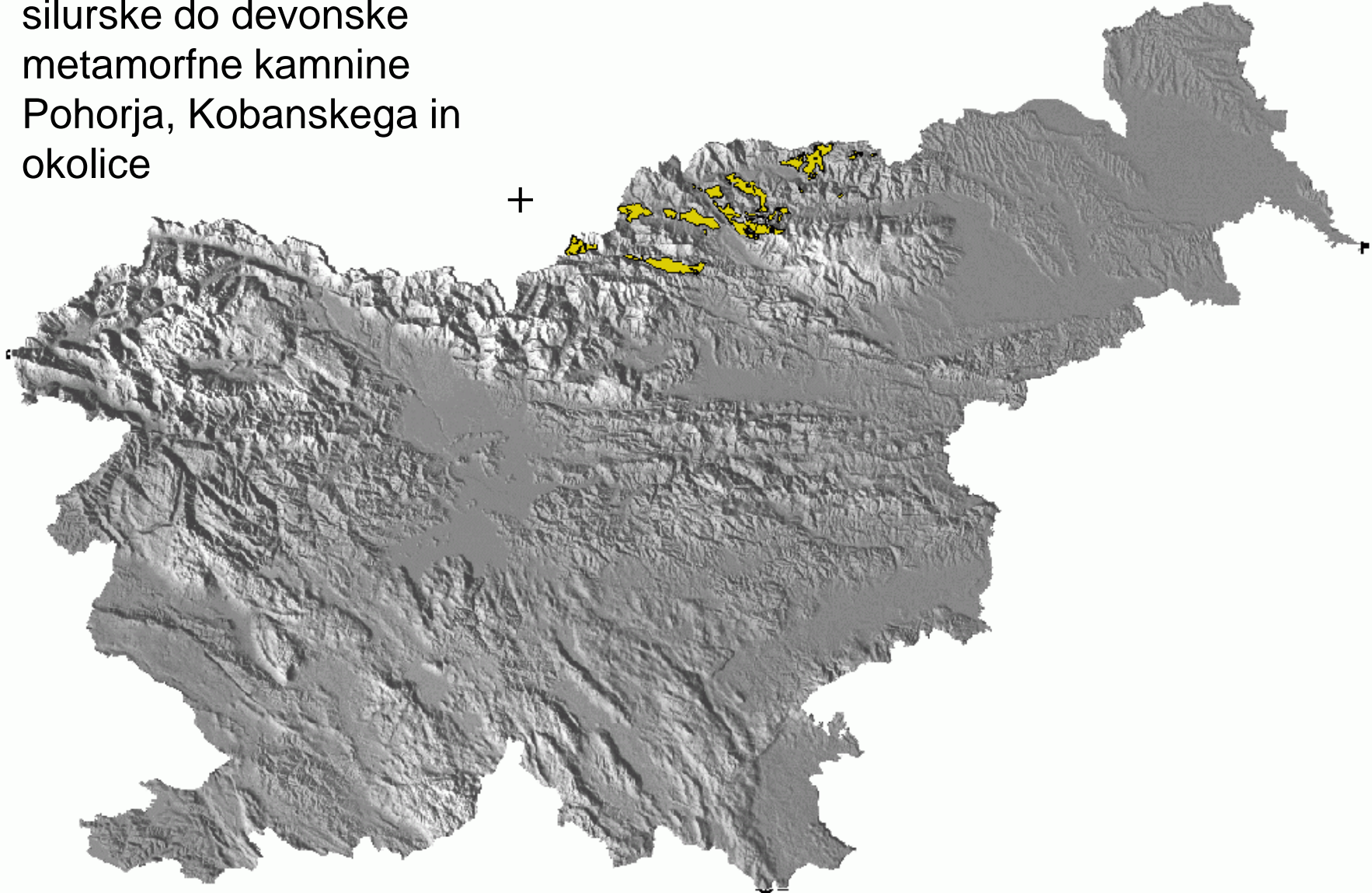


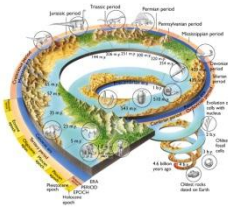




# Geologija Slovenije - paleozoik

- silurske do devonske metamorfne kamnine Pohorja, Kobanskega in okolice



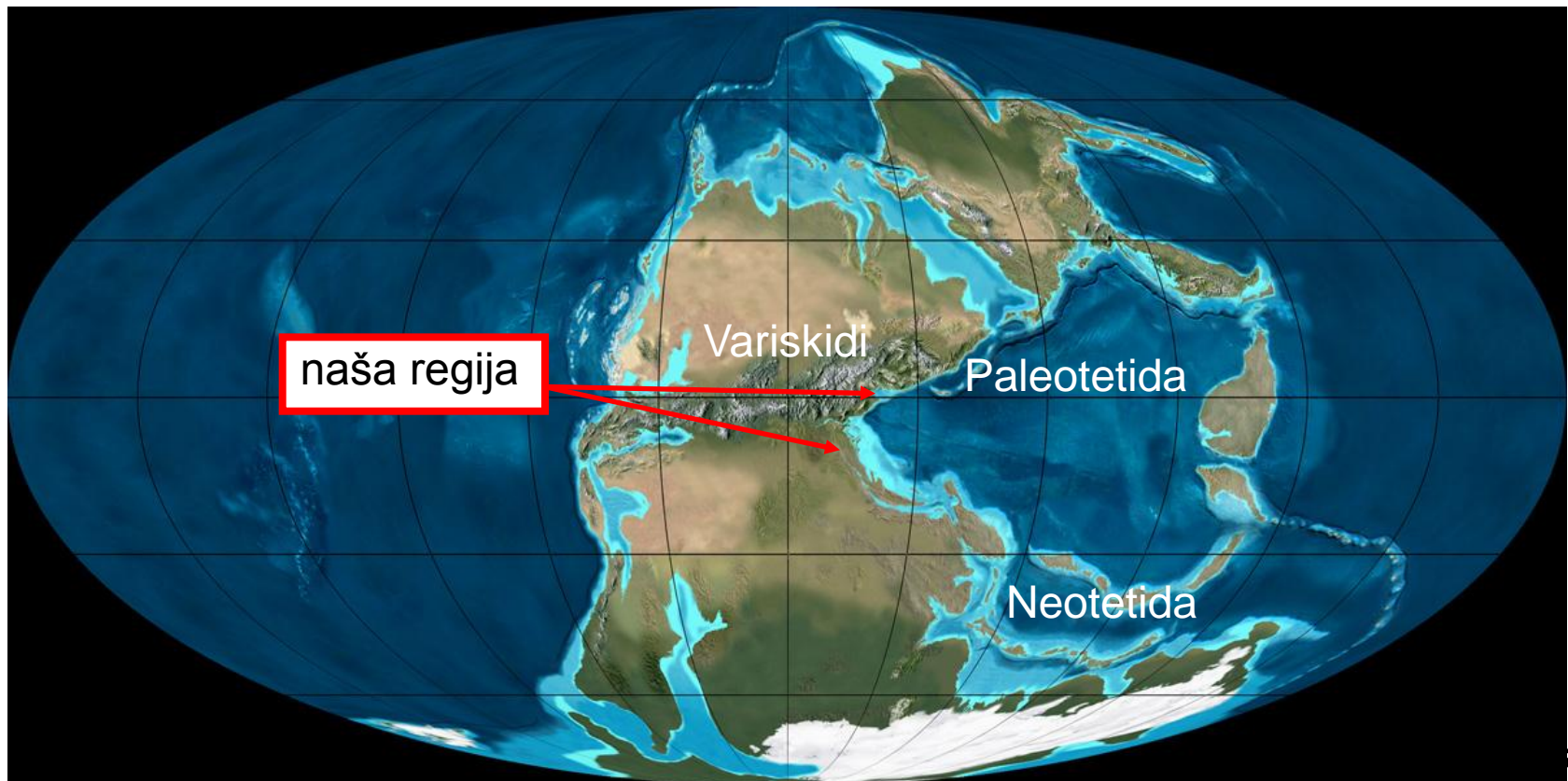


# Geologija Slovenije - paleozoik

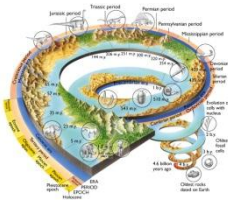
-v karbonu je višek variskične orogeneze in v permu imamo stanje tektonskega mirovanje ter počasi že prehajamo v nov (Alpidski) orogeni cikel

-v začetku karbona imamo še konvergenco (3.stopnja wilsonovega cikla) nato pa preidemo v kolizijo (4.stopnja)

Lokacija naše regije še vedno ni povsem znana, smo pa v bližini gorstva







# Geologija Slovenije - paleozoik

- Na našem ozemlju so se orogenetska dogajanja odrazila najprej s poglobljanjem sedimentacijskega prostora v spodnjem karbonu.
- odlagale so se spodnjekarbonske **flišne** (Hochwipfelske) plasti, ki jih sestavljajo skrilavi glinavci, peščenjaki in drobe. Najdemo jih v okolici Jezerskega. O kratkotrajnem vulkanskem delovanju pričajo porfiroidne vulkanske breče in tufi.



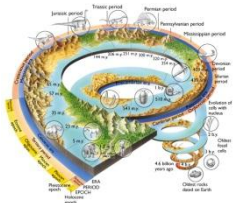




# Geologija Slovenije - paleozoik

- V zgornjem karbonu so odloženi **molasni** sedimenti s kremenovimi konglomerati, peščenjaki in skrilavimi glinavci. Nastajali so v močvirskih okoljih
- Drugot so se ob kontinentalnih robovih odlagali plitvomorski sedimenti javorniške (auerniške) formacije

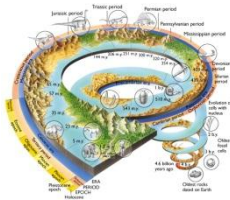




# Geologija Slovenije - paleozoik

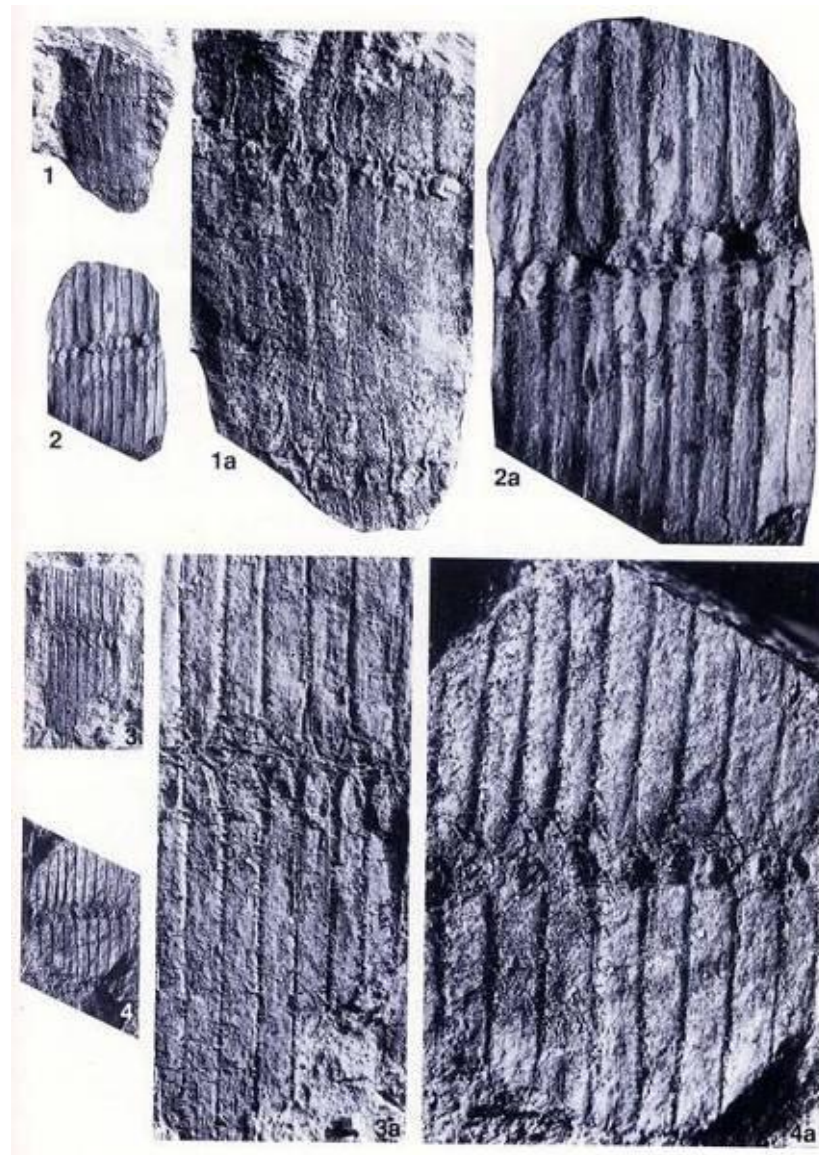






# Geologija Slovenije - paleozoik

- v molasnih sedimentih zgornjega karbona je bila najdena zelo bogata flora, ki je deloma razstavljena na zgornji postaji vzpenjače na Ljubljanski grad
- Tudi grajski grič je namreč sestavljen izključno iz teh kamnin



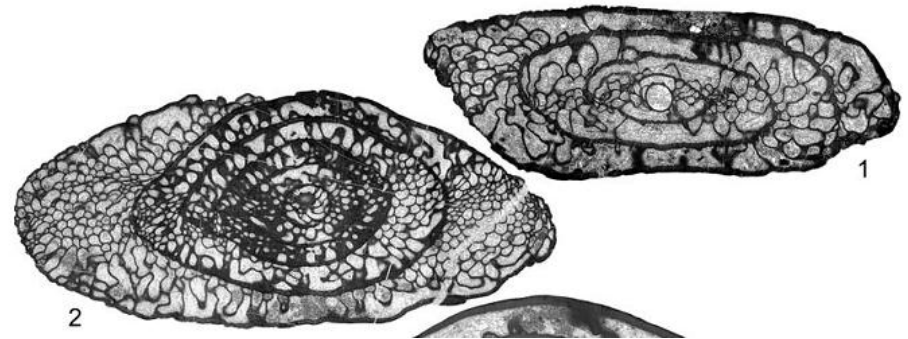




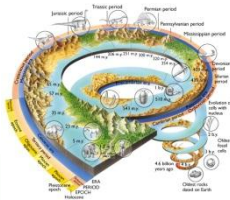
# Geologija Slovenije - paleozoik



- V sp. permu so se odlagale plitvomorski apnenci: mahovnjaki, morske lilije in alge so gradili grebenske kope, katerih pobočja so naseljevali številni ramenonožci.
- Znano najdišče fosilov v teh apnencih je Dovžanova soteska pri Tržiču.
- V lagunah v ozadju grebenov pa so nastajali črni apnenci z velikimi fuzulinidnimi foraminiferami (t.i. Schwagerine in Neoschwagerine).

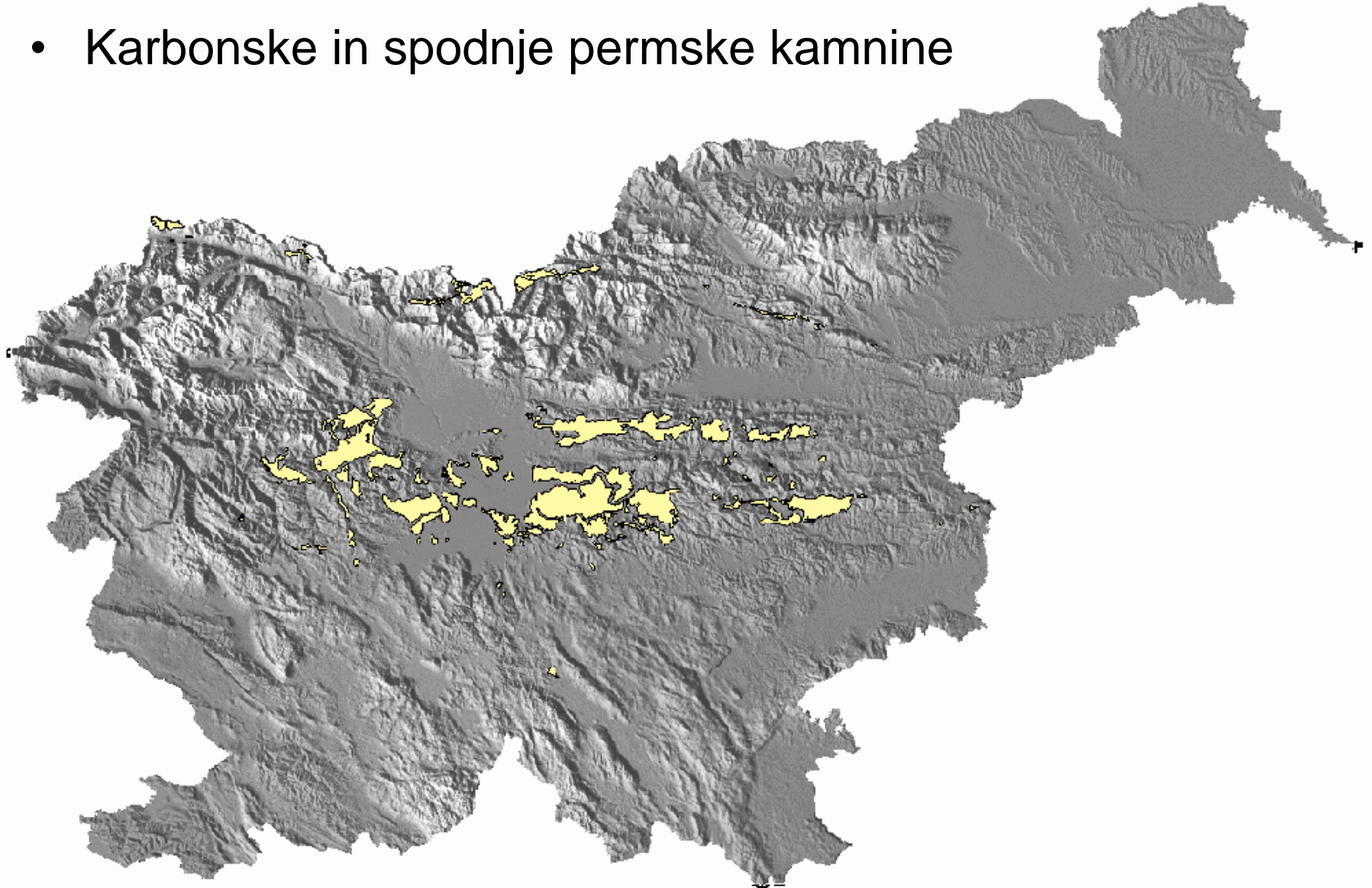






# Geologija Slovenije - paleozoik

- Karbonske in spodnje permske kamnine





# Geologija Slovenije - paleozoik

- Nad njimi so sr. permske trbiške breče in grödenske klastične kamnine (večinoma peščenjaki in meljevci), ki so nastale v aluvialnih vršajih, rekah in deloma v plitvomorskem okolju. Značilna rdeča barva teh skladov kaže na aridno (puščavsko) podnebje.
- Redkeje najdemo plitvomorske grebenske apnenice z neoschwagerinami (območje Bleda in Bohinjske Bele).



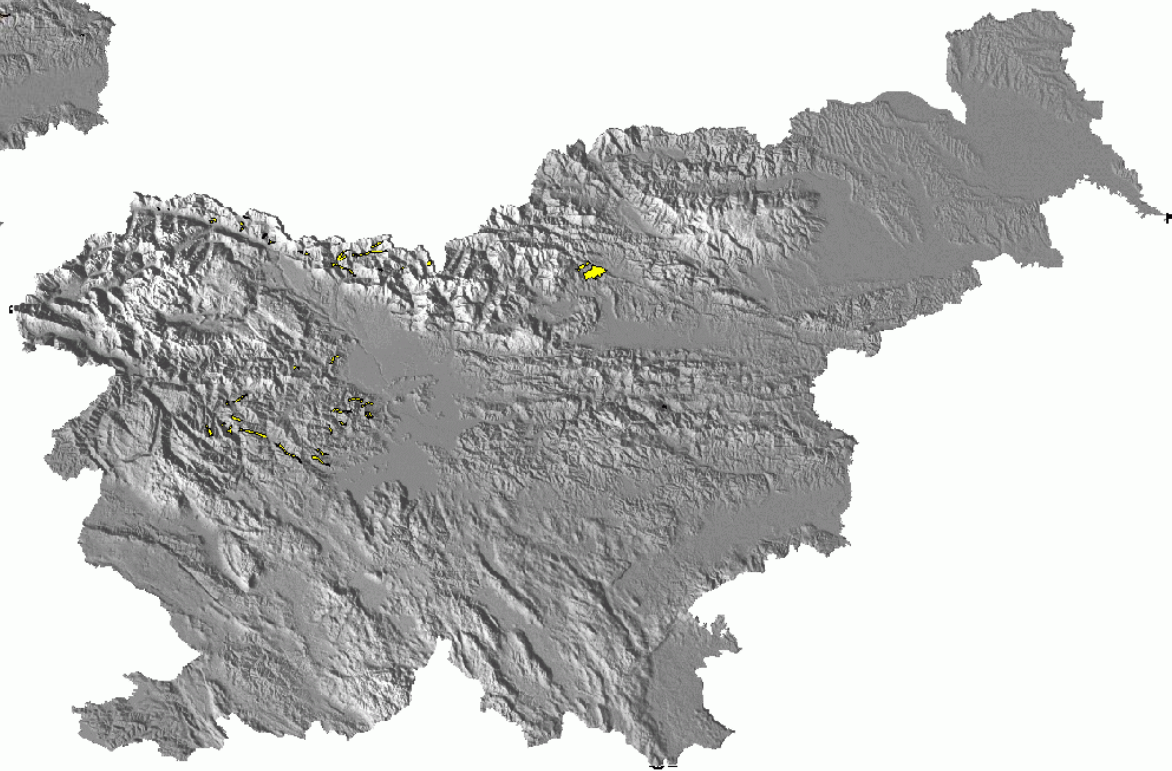
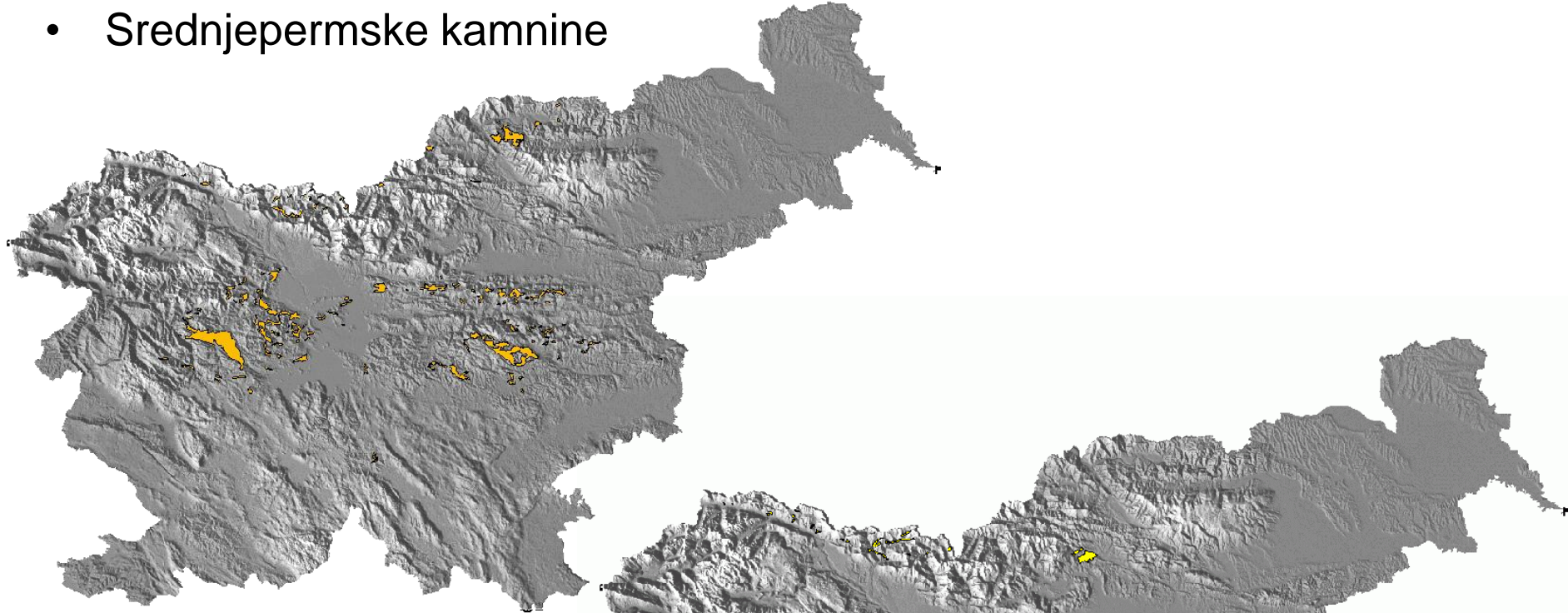






# Geologija Slovenije - paleozoik

- Srednjeperske kamnine



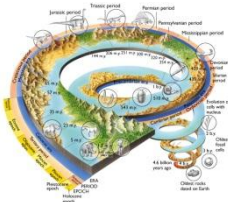
- zgornjeperske kamnine



# Geologija Slovenije - paleozoik

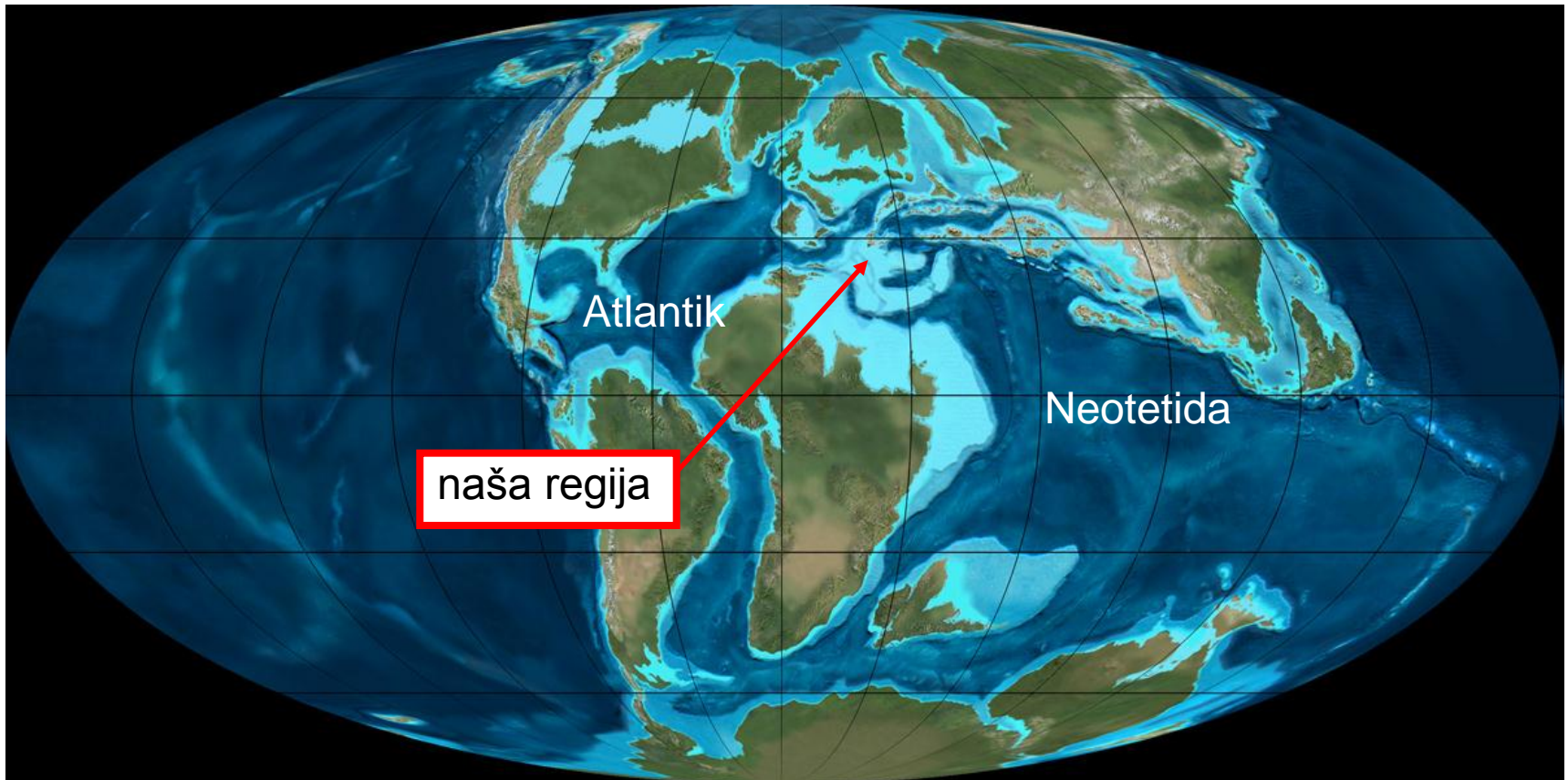
- Konec perma ponekod že spet dobimo plitvomorske apnenice (Žažarska formacija) s katerimi je nastajala tudi sadra (evaporiti)
- To pa že nakazujejo prehod v nov orogeni cikel
- Imenujemo ga Alpidski orogeni cikel, ki traja še danes
- Označuje ga razpad Pangeje in zaprtje Tetidenega oceana med Afriško+Arabsko+Indijsko in Evrazijsko ploščo ter še več manjših vmesnih plošč





# Geologija Slovenije - mezozoik

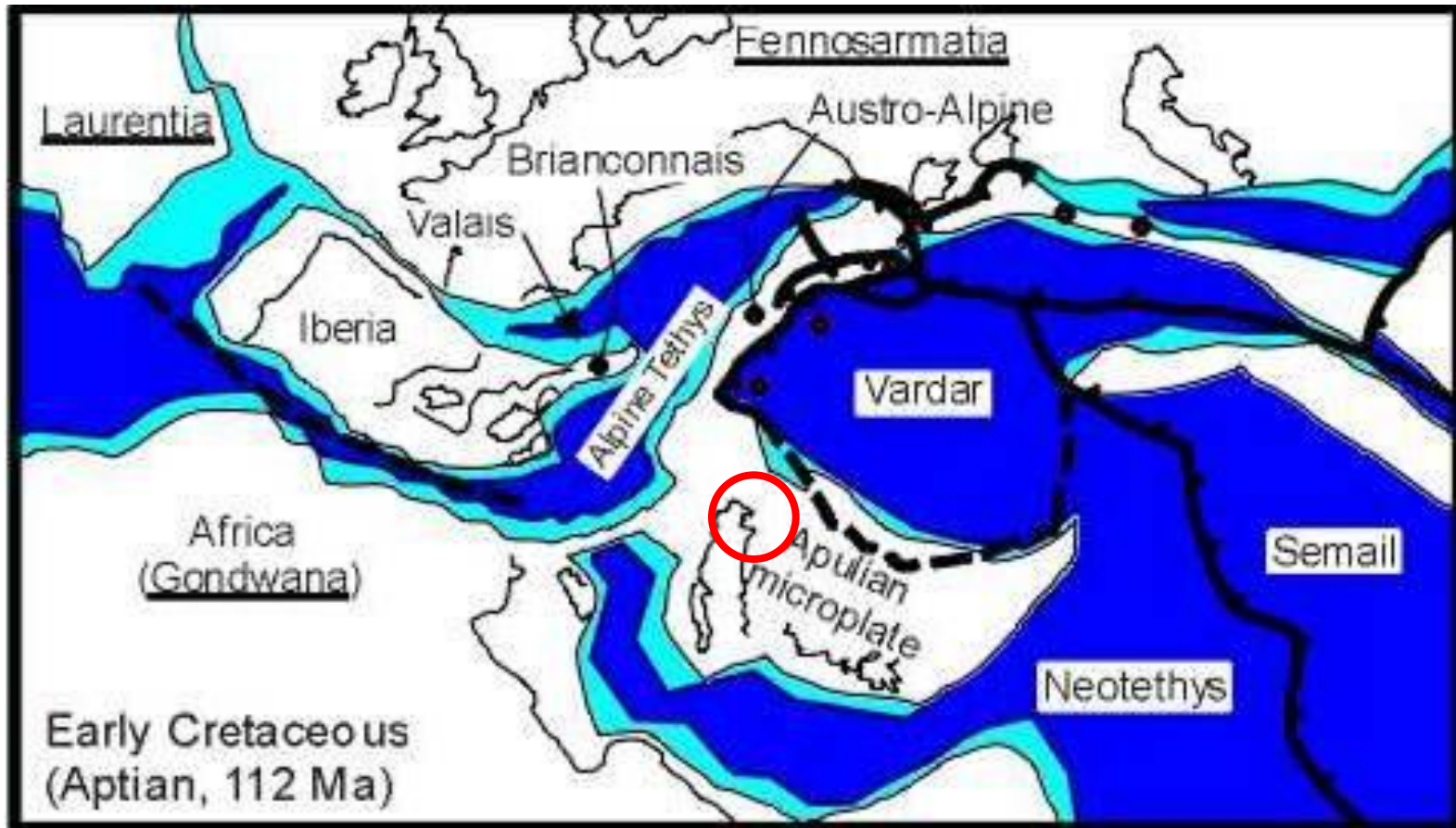
- Paleogeografske razmere našega ozemlja pa so v Alpskem orogenem ciklu že bolje poznane
- Ves čas je območje današnje Slovenije pripadalo dokaj majhni Jadransko-Apulijski kontinentalni plošči, ki je bila od Afrike (Gondvane) odtrgana nekje v sredini triasa



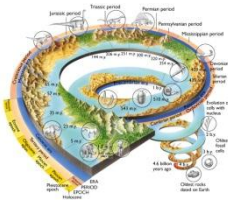


# Geologija Slovenije - mezozoik

- Jadranska litosferska plošča je samostojna kontinentalna plošča, ki obstaja od mezozoika do danes.
- Južni rob Jadranske plošče se je Afriške plošče prvotno držal na območju današnje Libije







# Geologija Slovenije - mezozoik

- triasna pokrajina (trias 251 do 200Ma)



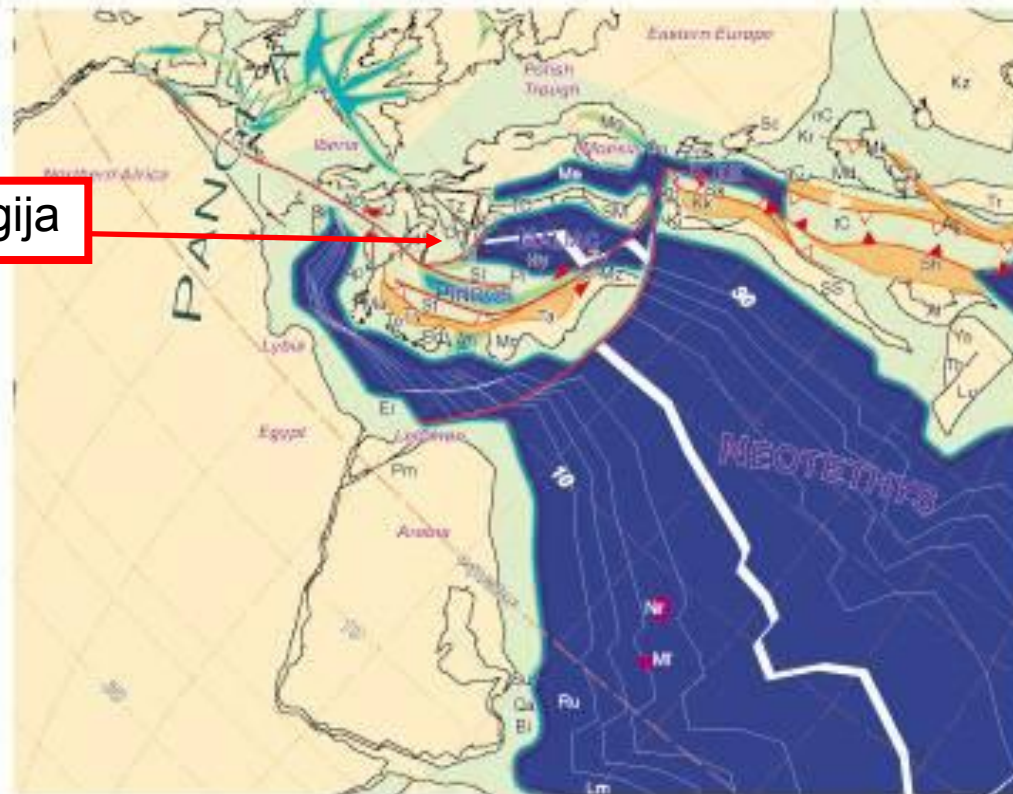




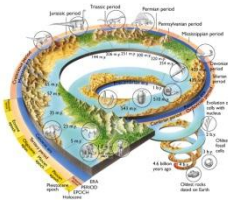
# Geologija Slovenije - mezozoik

- V srednjem triasu se na območju širše regije odpreta dva oceana:
- Vzhodno od nas Meliata (po nekaterih mnenjih le podaljšek Neotetide); ta je imel na geologijo naše regije večji vpliv
- Na jugu pa Neotetida odtrga Jadransko-Apulijsko ploščo od Afrike (Gondvane)

naša regija

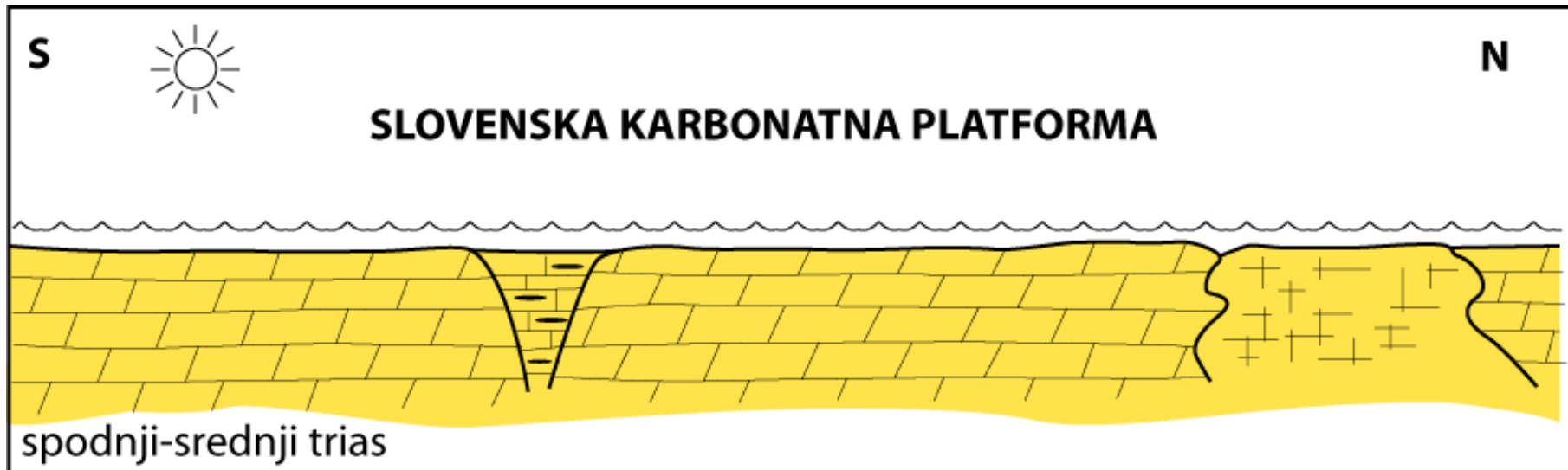


Late Triassic



# Geologija Slovenije - mezozoik

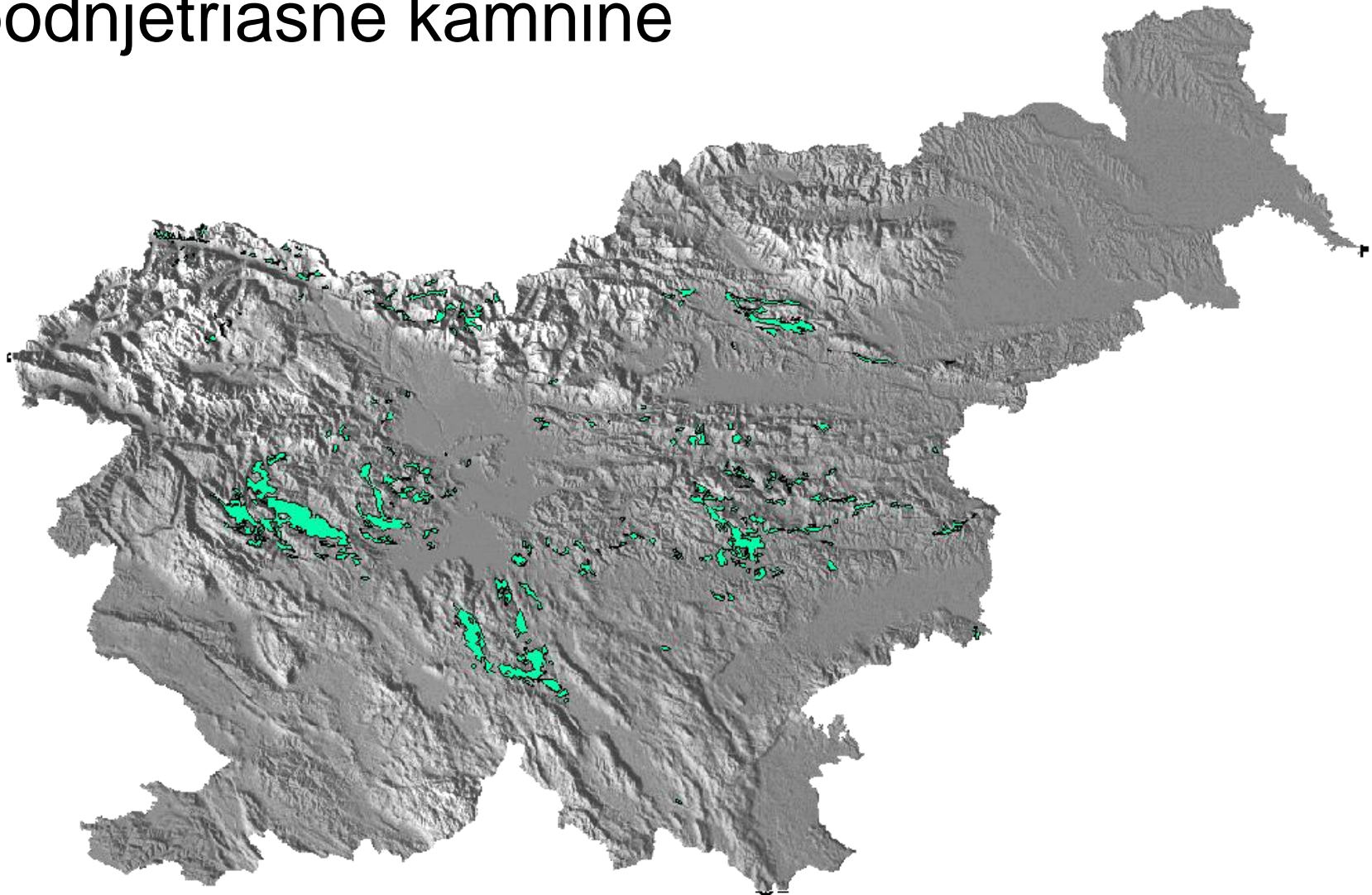
- Pred tem v spodnjem triasu (in že prej v permu) je relief naše regije praktično izravnán
- Na območju celotne današnje Slovenije je nastal plitvomorski sedimentacijski prostor, ki so ga poimenovali Slovenska karbonatna platforma (SKP)
- Nastajajo apnenci, ki se menjavajo z laporji in peščenjaki; slednji verjetno prihajajo iz kontinenta (werfenska formacija)



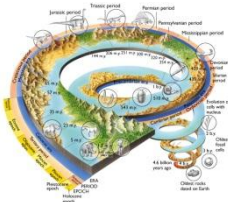


# Geologija Slovenije - mezozoik

spodnjetriasne kamnine



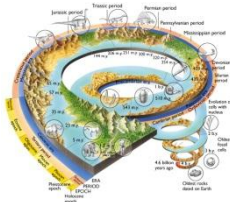




# Geologija Slovenije - mezozoik

- V srednjem triasu pa zaradi odpiranja oceana Meliate ozemlje današnje Slovenije popolnoma razpade na tektonske bloke, ki se različno hitro pogrezajo
- Torej imamo pri nas rifting = 1. stopnja wilsonovega cikla
- rifting spremlja vulkanska dejavnost.





# Geologija Slovenije - mezozoik

- V srednjem triasu Slovenska karbonatna platforma razpade na tri regionalno prepoznavne enote:
- A Julijska karbonatna platforma, B Slovenski bazen in C Dinarska karbonatna platforma
- Natančneje gledano pa nastanejo številne majhne platformice in vmesni bazeni, ki niso globlji od nekaj 100m (psevdoziljska formacija, amfiklinske plasti).

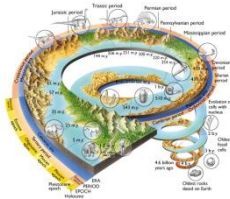




# Geologija Slovenije - mezozoik

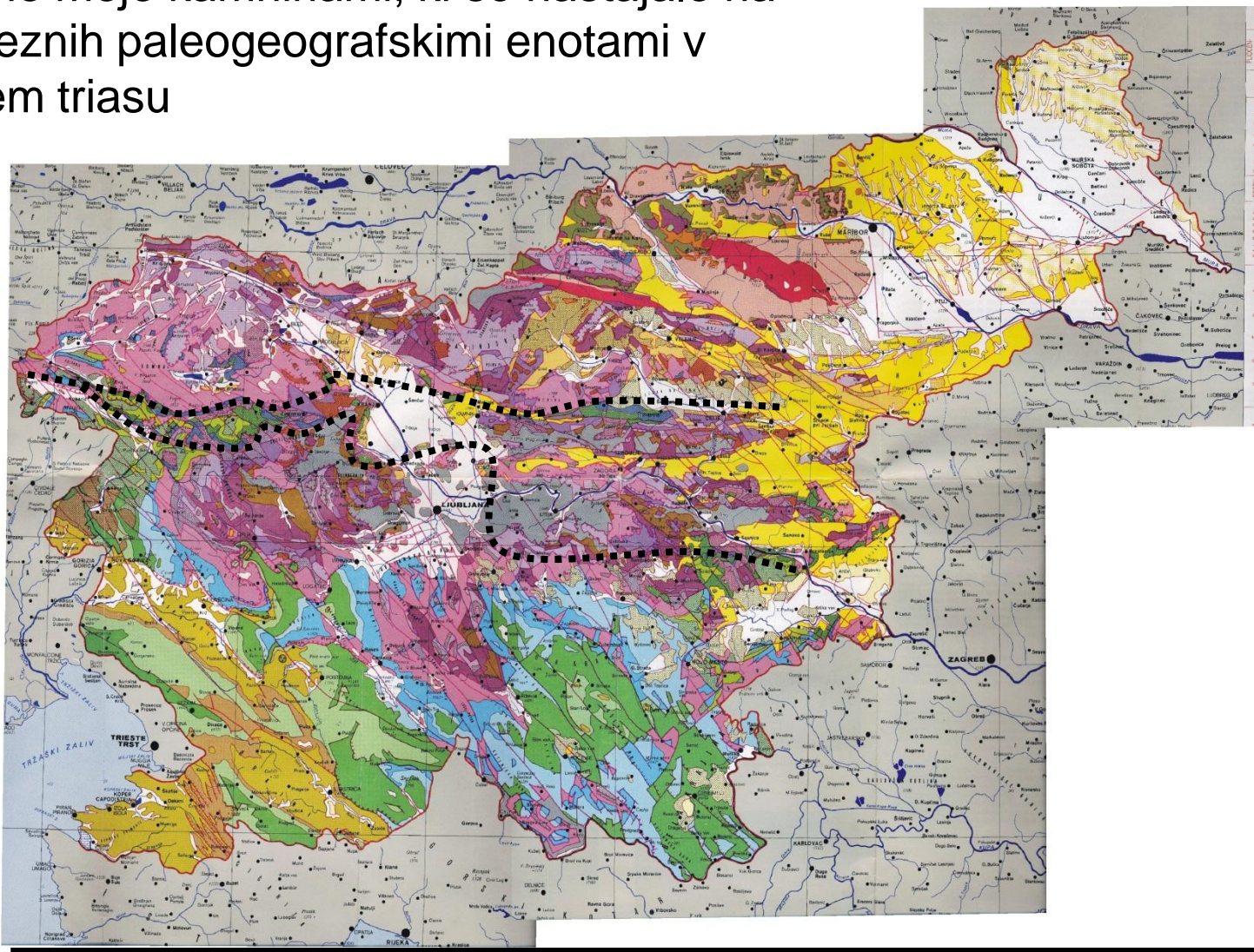
- Kje danes dobimo kamnine teh enot?
- Julijska karbonatna platforma
  - Južne Karavanke, Julijske in Kamniško-Savinjske Alpe
- Dinarska karbonatna platforma
  - Banjška planota, Trnovski gozd, Kras, Hrušica, Snežnik, Notranjsk, južni del Posavja, Dolenjska in Bela Krajina
- Slovenski bazen
  - predgorje Julijskih Alp in osrednja Slovenija

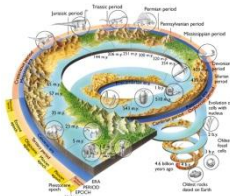




# Geologija Slovenije - mezozoik

-približne meje kamninami, ki so nastajale na posameznih paleogeografskih enotami v srednjem triasu





# Geologija Slovenije - mezozoik

- V začetku srednjega triasa (anizij) dobimo tako še po celotni Sloveniji plitvovodne apnenice (ki so danes večinoma spremenjeni v dolomit)
- V zgornjem delu srednjega triasa (ladinij) pa nastajajo zelo raznolike kamnine: plitvovodni apnenci, globljevodni apnenci in laporovci, muljevci, peščenjaki ter vulkanske ter piroklastične kamnine.

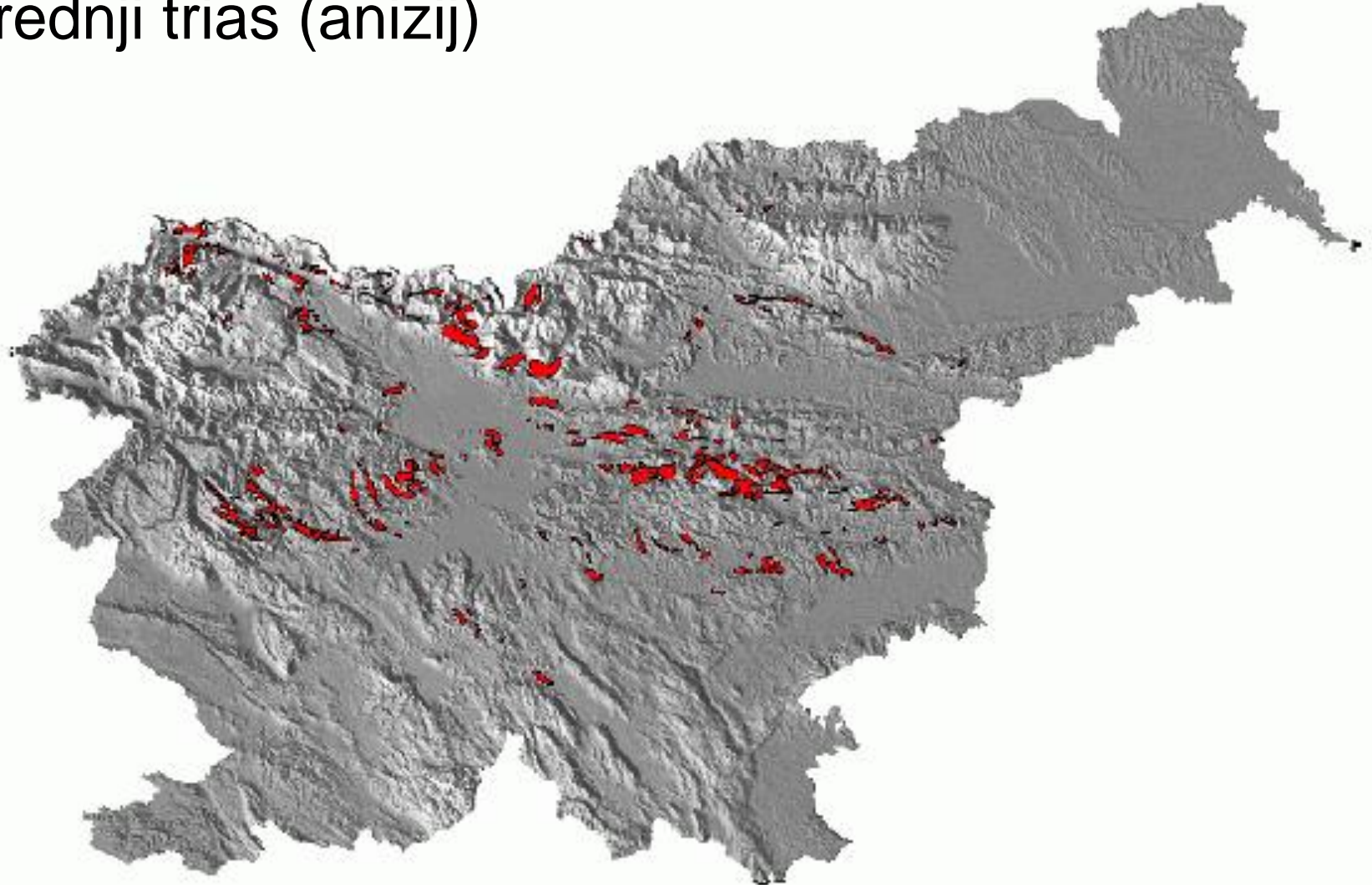






# Geologija Slovenije - mezozoik

## Srednji trias (anizij)

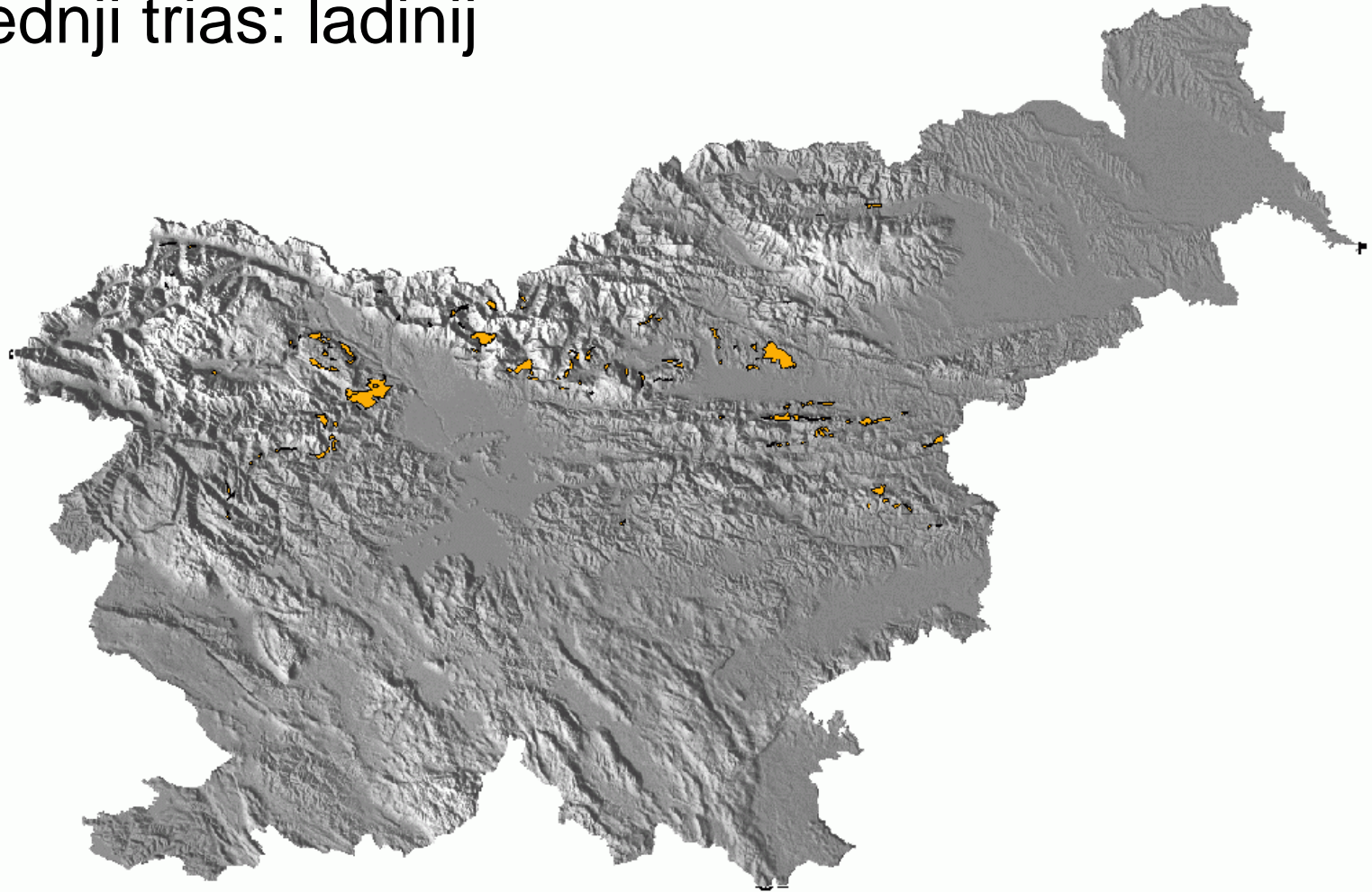


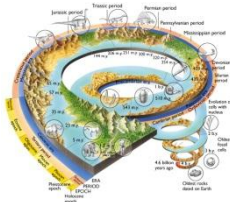




# Geologija Slovenije - mezozoik

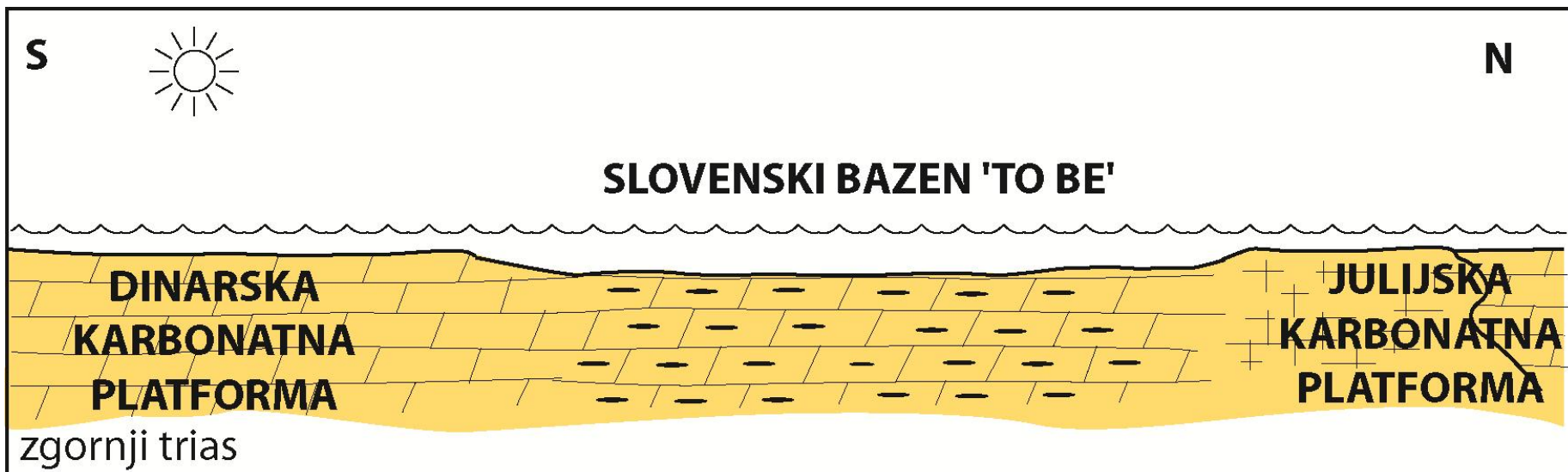
Srednji trias: ladinij





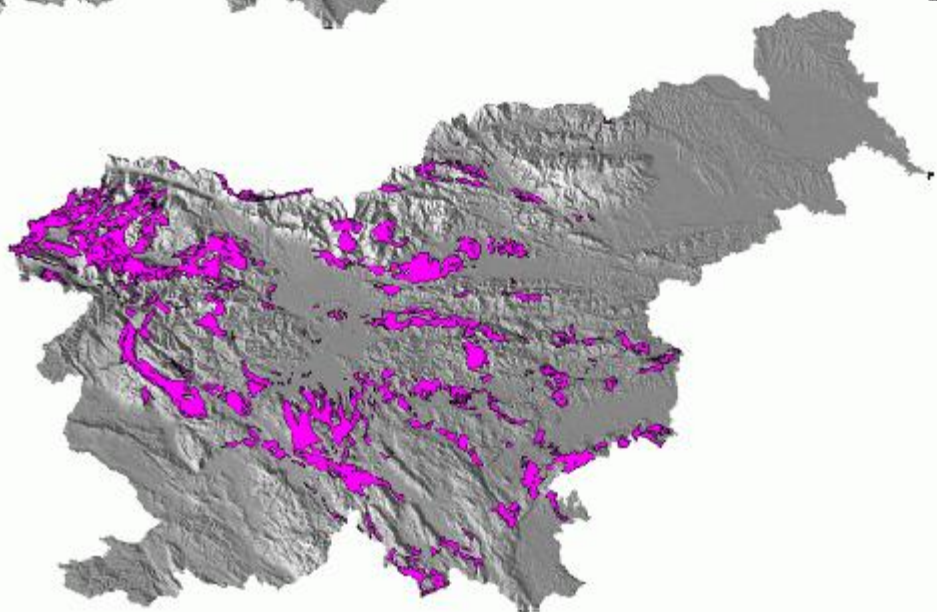
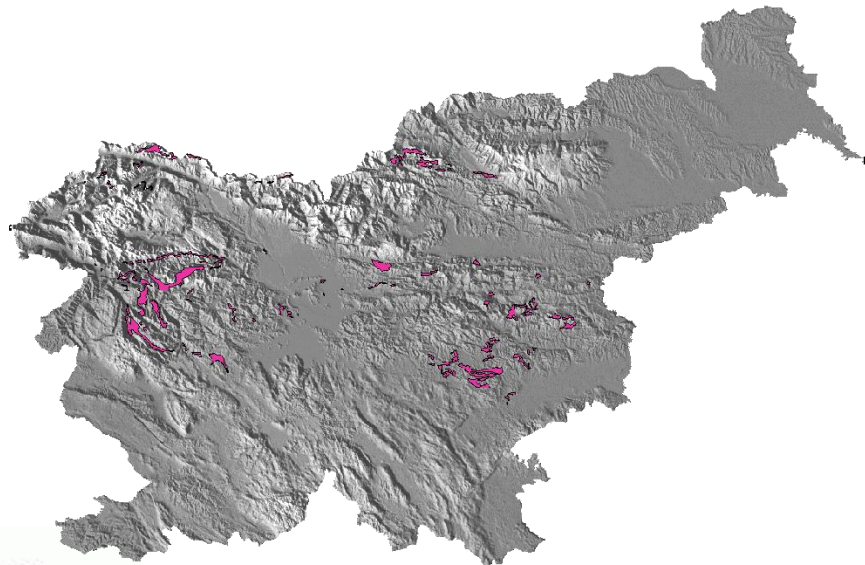
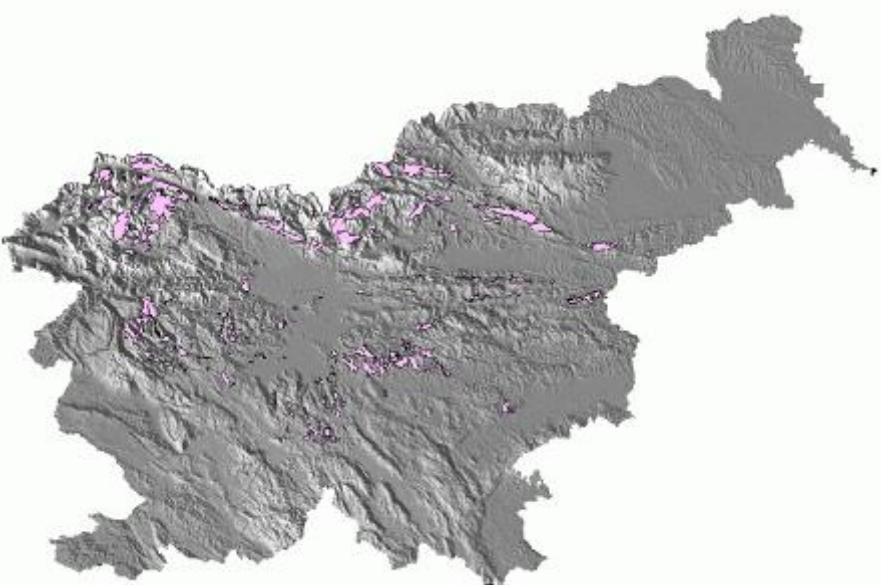
# Geologija Slovenije - mezozoik

- Do zgornjega triasa se bazeni počasi zasipajo in območje Slovenije je spet približno enotno, s tem da osrednji del ostane relativno globlji.
- Nastajajo plitvovodni apnenci na severu in dolomiti na jugu, v vmesnem globljem delu (Slovenskem bazenu) pa dolomiti z gomolji roženca (slednji običajno kaže na globljo vodo).



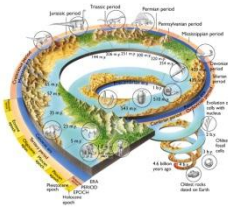


# Geologija Slovenije - mezozoik



Zgornjetriasne  
kamnine





# Geologija Slovenije - mezozoik

Jurska pokrajina (Jura 200 do 145Ma)

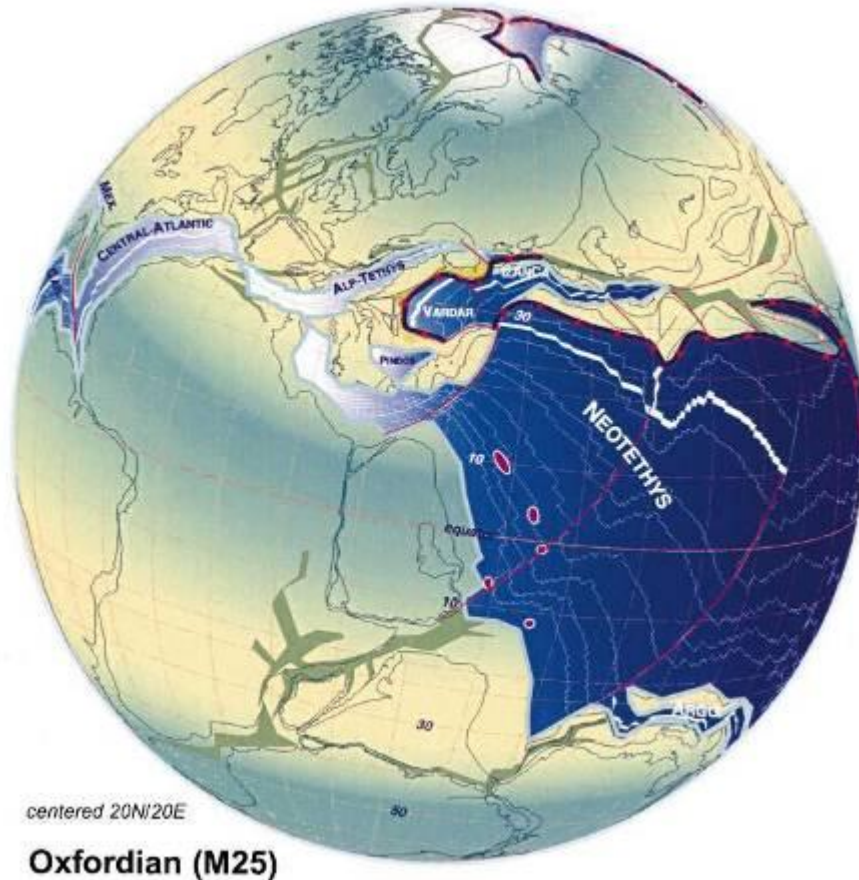




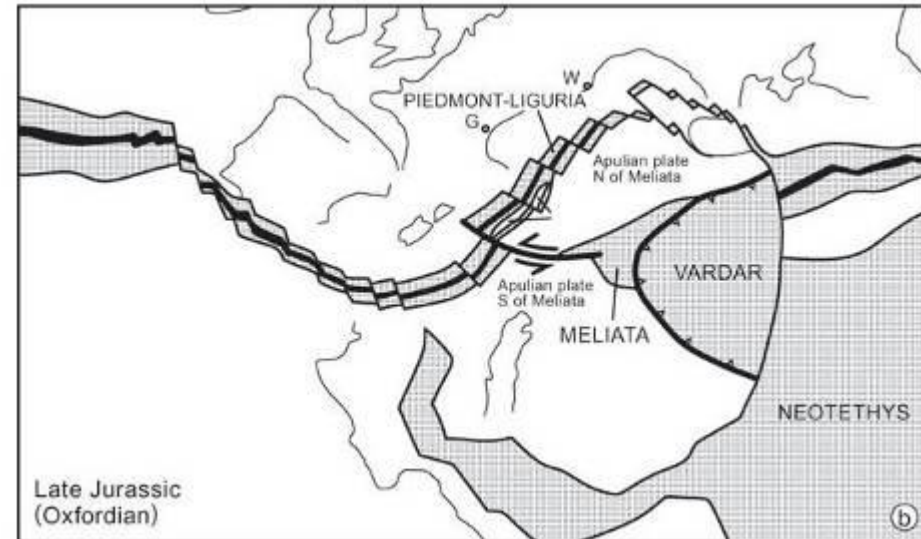


# Geologija Slovenije - mezozoik

- V juri se na območju današnjih Alp kot podaljšek Atlantika odpre manjši ocean Alpska tetida (imenovan tudi Piedmot-ligurijski ocean)



Stampfli & Borel, 2002



Schmid, 2004

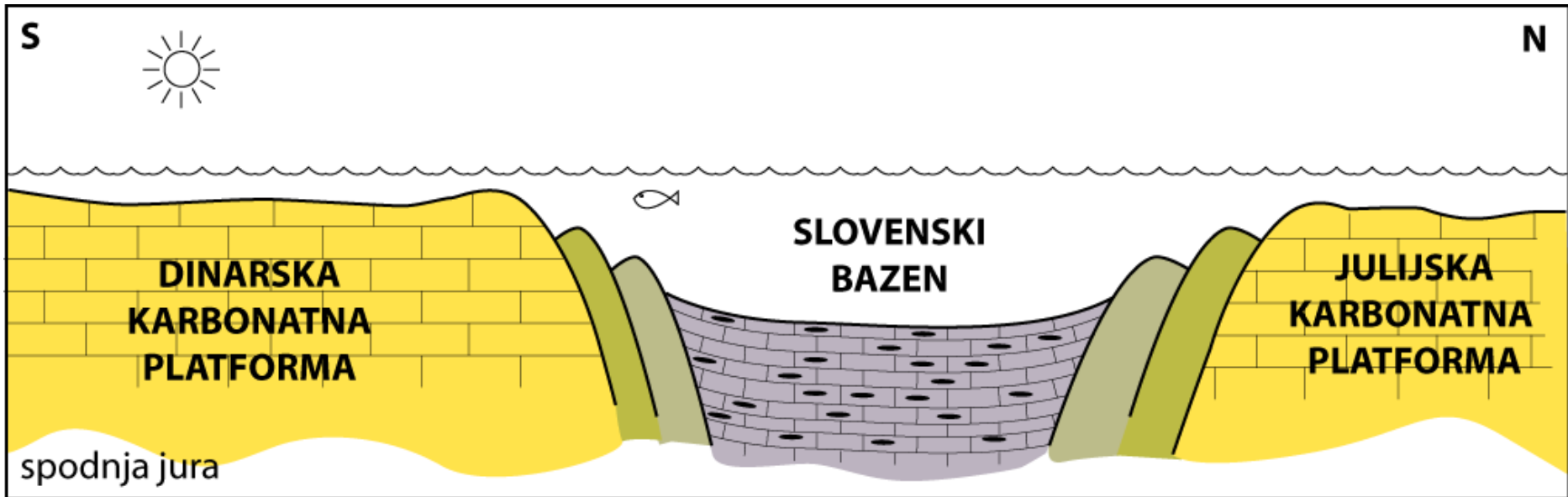
- Jadranska plošča se je na zahodnem delu loči od Evrazije na vzhodu pa meji na Vardarski ocean, ki je nadomestil Meliato



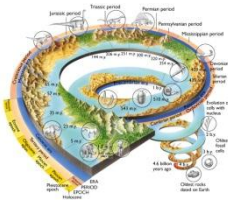
# Geologija Slovenije - mezozoik

V spodnji juri imamo tako še vedno tri paleogeografske enote s tem, da se Slovenski bazen spet poglobi

N

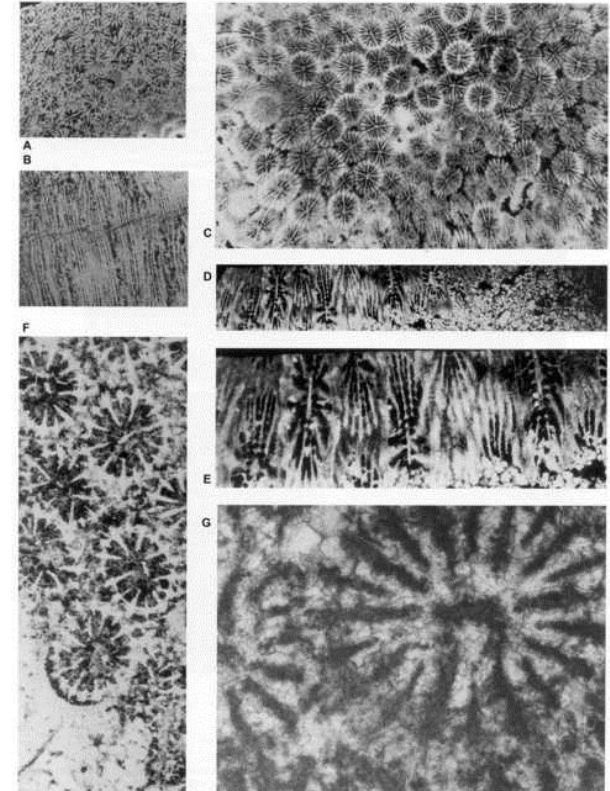






# Geologija Slovenije - mezozoik

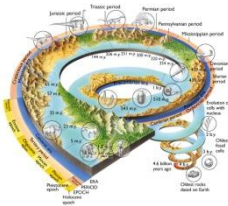
- V spodnji in srednji juri v plitvomorski okoljih (na platformah) nastajajo apnenci s številnimi fosili, predvsem pa so za juro značilni oolitni apnenci
- V zgornji juri pa imamo na severnih obrobjih Dinarske karbonatne platforme zelo lep koralni greben, ki se razširja od Kobarida do Črne gore











# Geologija Slovenije - mezozoik

- Za juro je značilen razpad in potopitev Julijske karbonatne platforme, ki je povezana z riftingom Alpske tetide
- V zgornji juri tako dobimo t.i. Julijski prag (podmorska planota) na katerem se odlagajo rdeči apnenci z amoniti
- Te kamnine zelo lepo izdanjajo v dolini triglavskih jezer

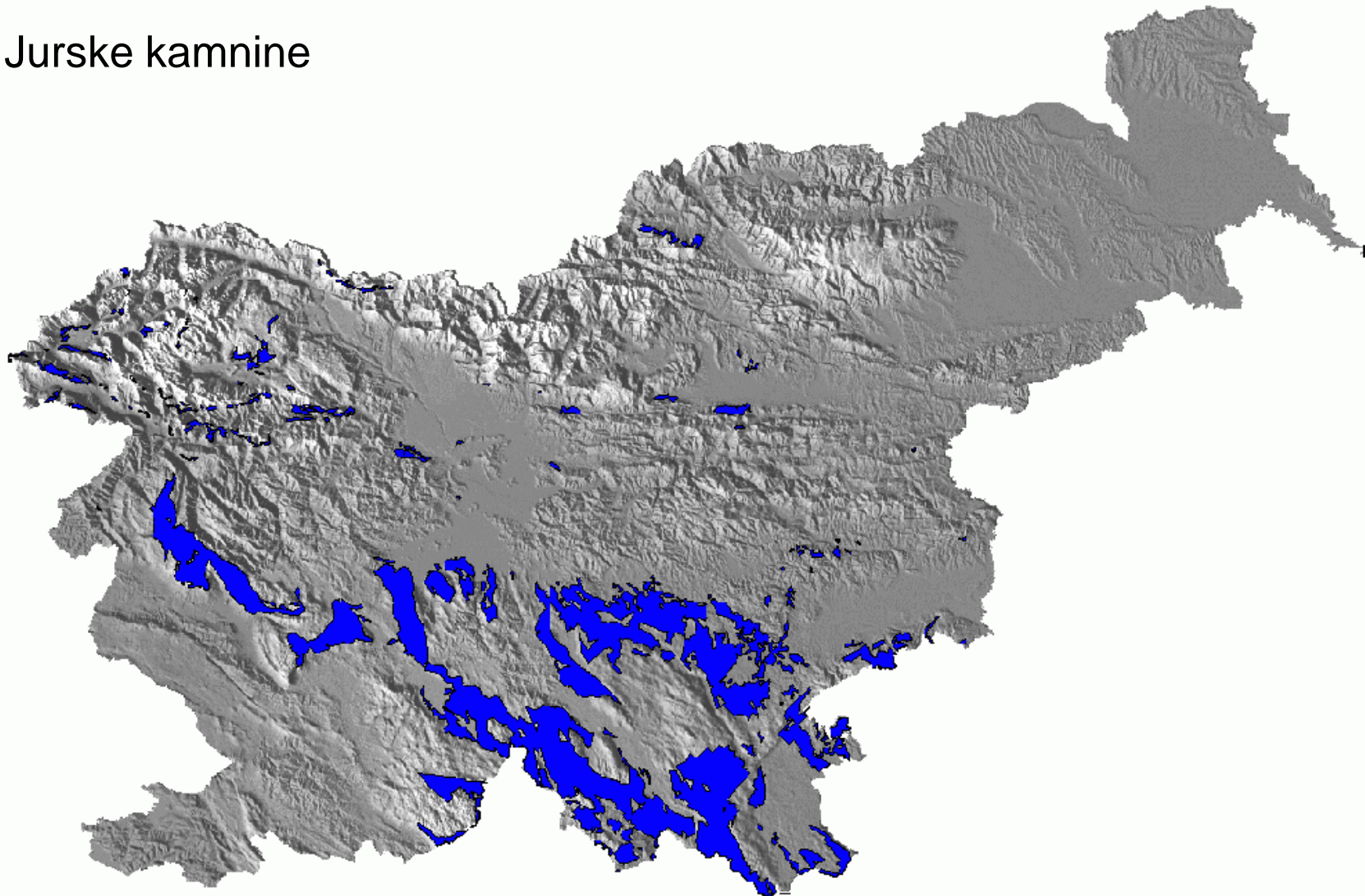


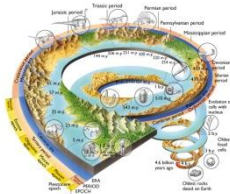




# Geologija Slovenije - mezozoik

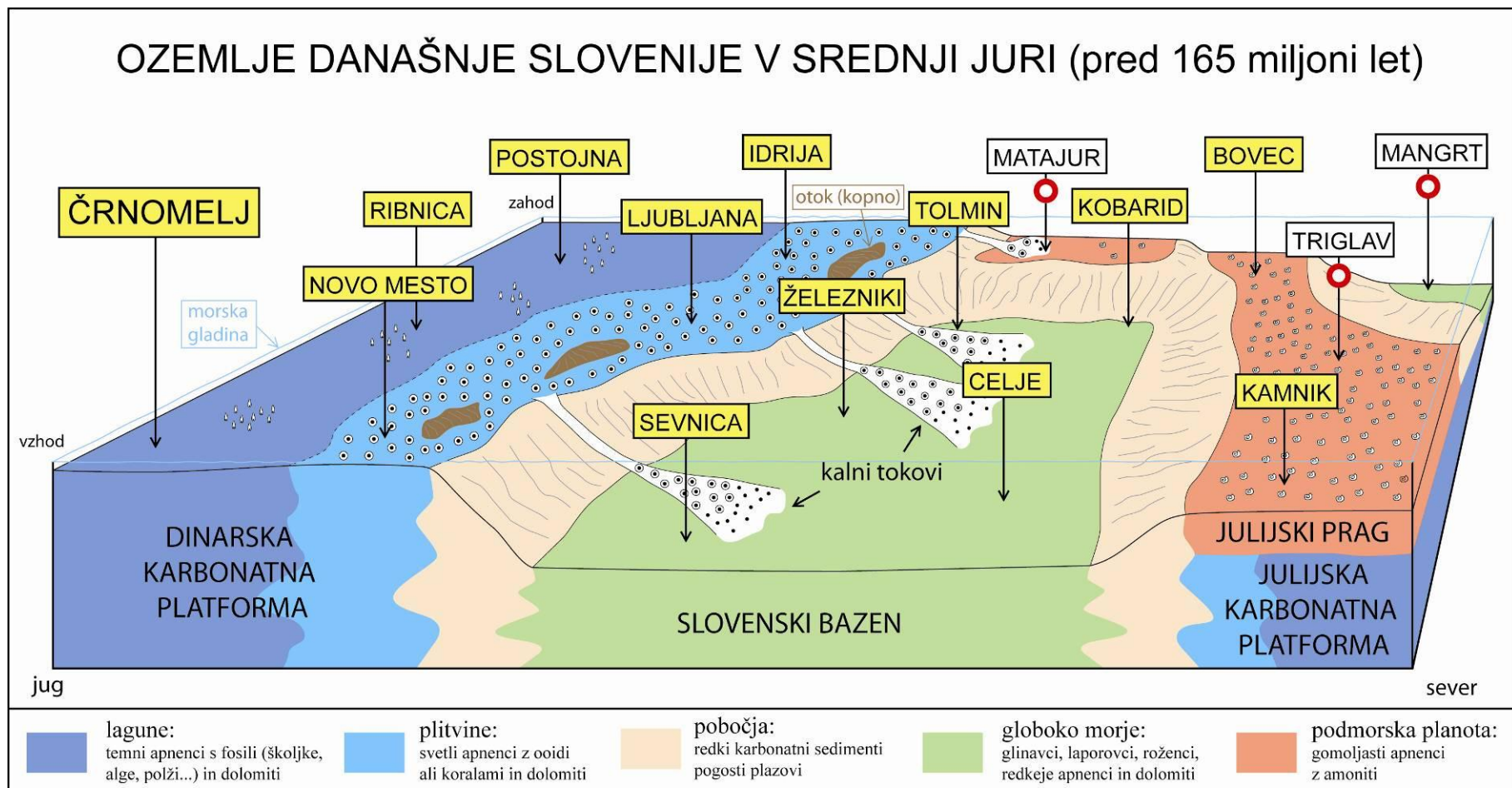
Jurske kamnine





# Geologija Slovenije - mezozoik

- Takšno je bilo ozemlje Slovenije v srednji in zgornji juri (označeni so kraji in gorski vrhovi, kjer danes najdemo posamezne kamnine)





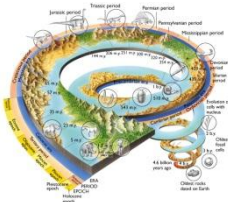


# Geologija Slovenije - mezozoik

Kredna pokrajina (kreda 145 do 65 Ma)

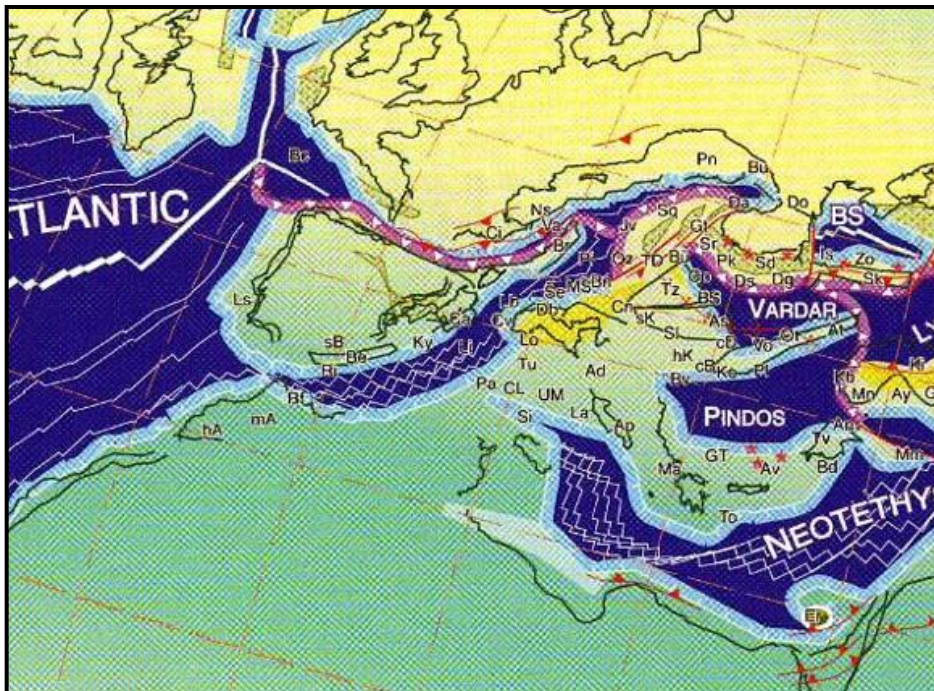






# Geologija Slovenije - mezozoik

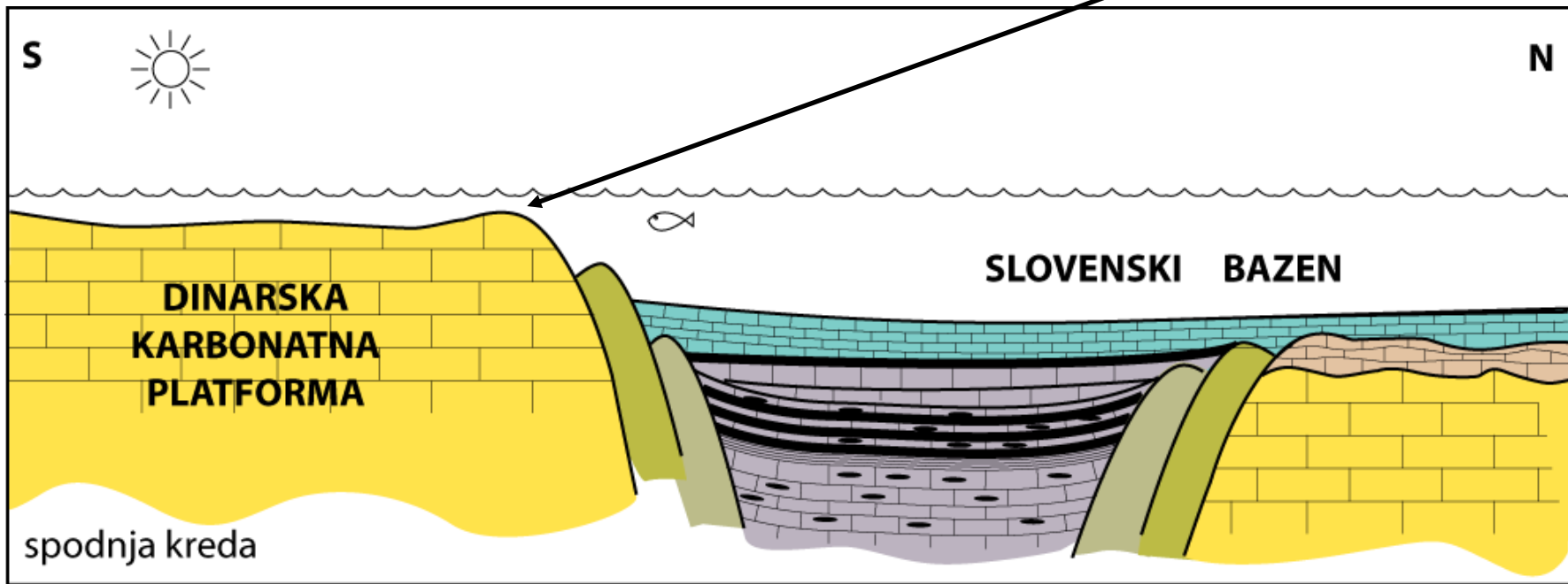
- V kredi pa preidemo v konvergentni tektonski režim in obdajajoči oceani se začnejo zapirati (3. stopnja wilsonovega cikla)
- Posledično v Sloveniji dobimo vse več flišov, ki s sprva odloženi le na severu, proti koncu krede pa vse bolj na jug, kjer imamo še vedno plitvovodno sedimentacijo (apnenice)





# Geologija Slovenije - mezozoik

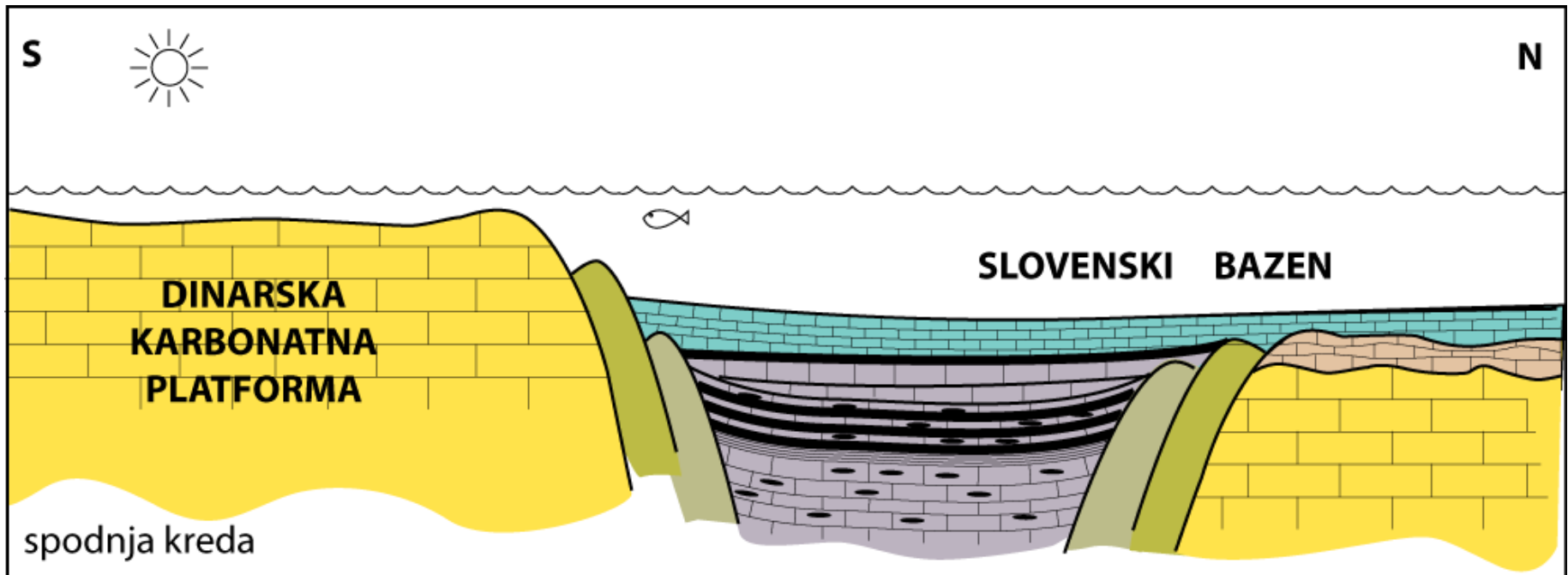
- skozi celotno kredo se na Dinarski karbonatni platformi tako nadaljuje plitvovodna karbonatna sedimentacija apnencev s fosili (prevsem školjkami in foraminiferami). Koncem krede platformo obrobļajo zelo lepi grebeni rudistnih školjk



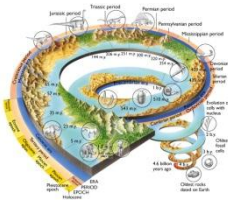


# Geologija Slovenije - mezozoik

- Nekdanja Julijska karbonatna platforma pa se pogrezne do te mere, da se izravna s Slovenskim bazenom in tako lahko v kredi govorimo le še o dveh paleogeografskih enotah
- v Slovenskem bazenu se sprva nadaljuje globokovodna sedimentacija apnencev z roženci in laporovcev

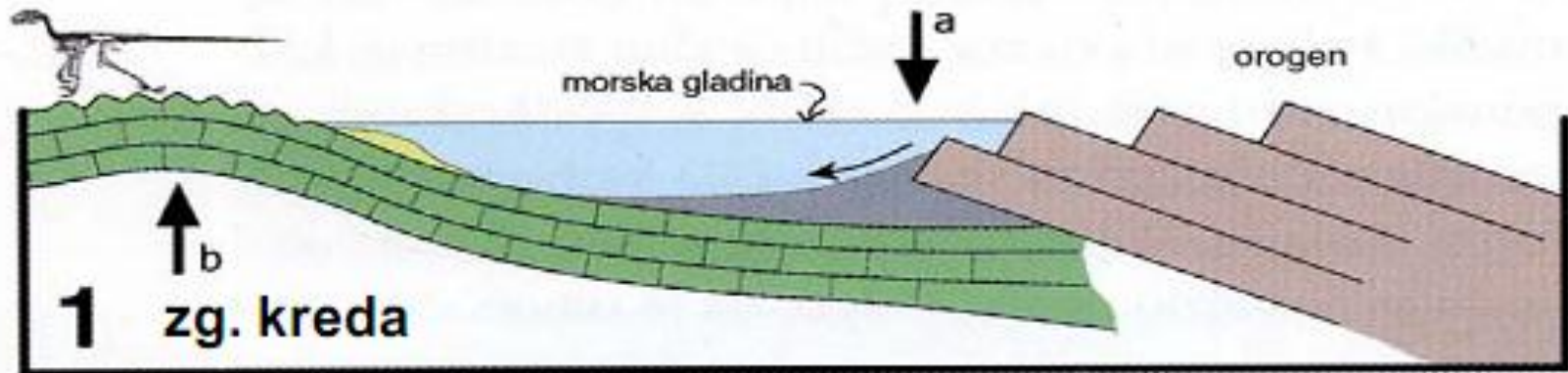






# Geologija Slovenije - mezozoik

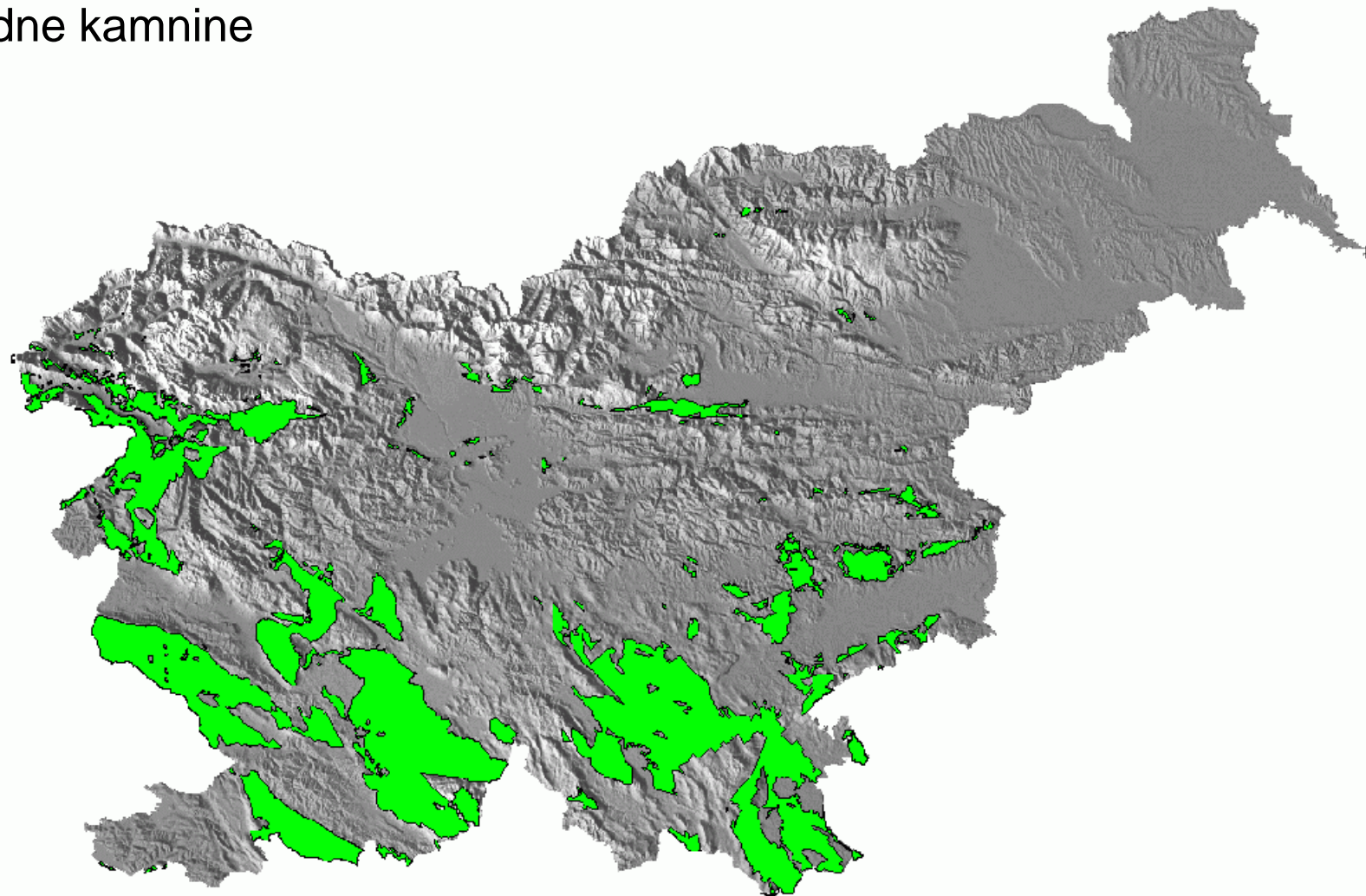
- V sredini krede in predvsem proti koncu krede pa imamo (poleg globokovodnih apnencev) vse več muljevcev, peščenjakov in breč, tako da lahko govorimo že o flišnih kamninah (rečemo jim flišoidne = flišom podobne, saj niso še čisto pravi fliši)
- Terigen (klastičen) material prihaja iz severa in vzhoda, kjer že nastajajo zametki današnjega gorstva, medtem pa iz juga v bazen še vedno prihaja apnenčev material





# Geologija Slovenije - mezozoik

Kredne kamnine





# Geologija Slovenije - kenozoik

Kenozojska pokrajina (kenozoik; paleogen: 65 do 23Ma, neogen: 23 Ma do danes)

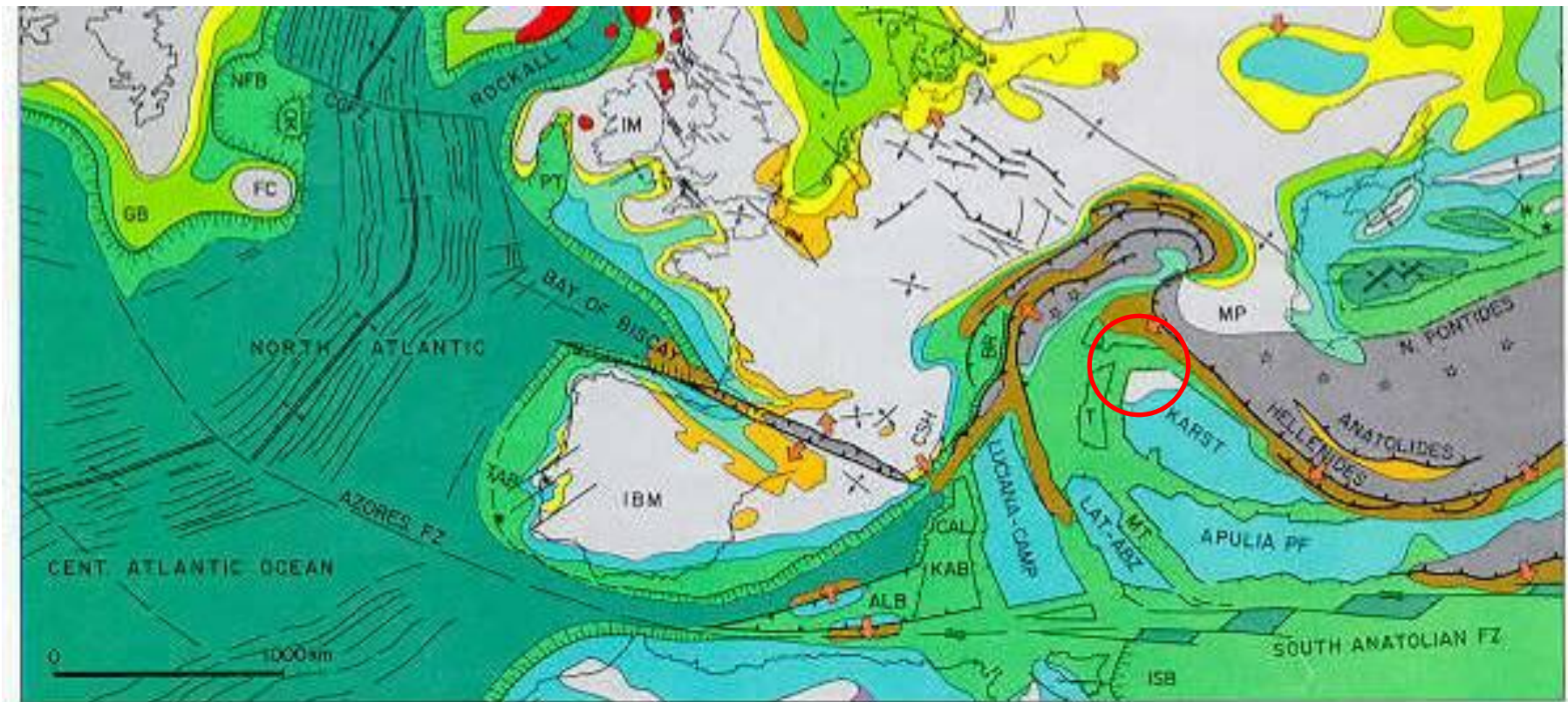


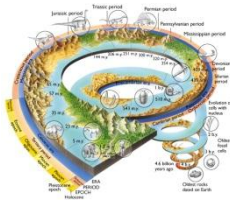




# Geologija Slovenije - kenozoik

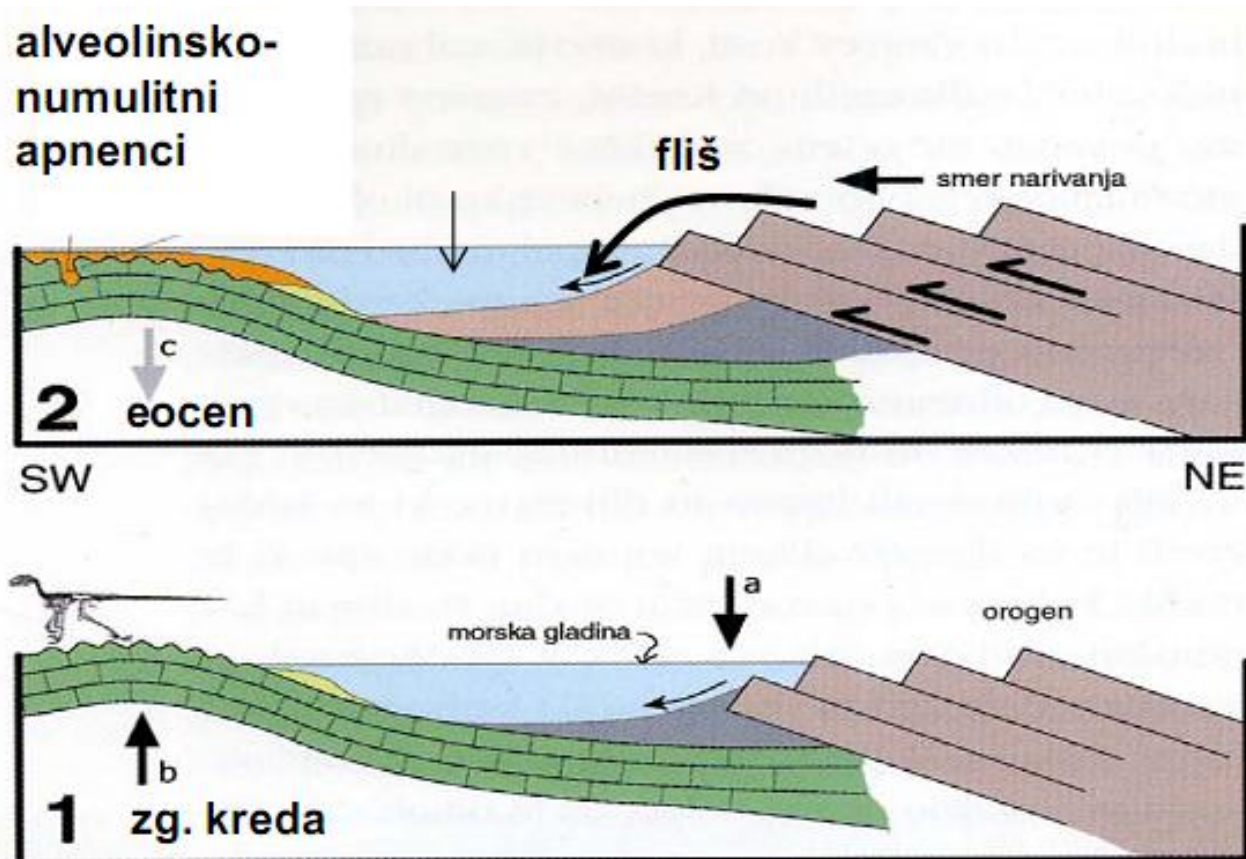
- v paleogenu pride do kontinentalne kolizije Jadranske in Evrazijske plošče (prehod iz 3. v 4. stopnjo wilsonovega cikla).





# Geologija Slovenije - kenozoik

- V paleogenu se sedimentirajo fliši, ki počasi napredujejo od severa proti jugu na območje Dinarske karbonatne platforme, ki se v paleogenu popolnoma potopi in preneha se sedimentacija apnencev
- Kolizija povzroči obsežno narivanje (zelo položni prelomi, ob katerih se oža prostor). Narivni sistem počasi napreduje v smeri od severovzhoda proti jugozahodu







# Geologija Slovenije - kenozoik



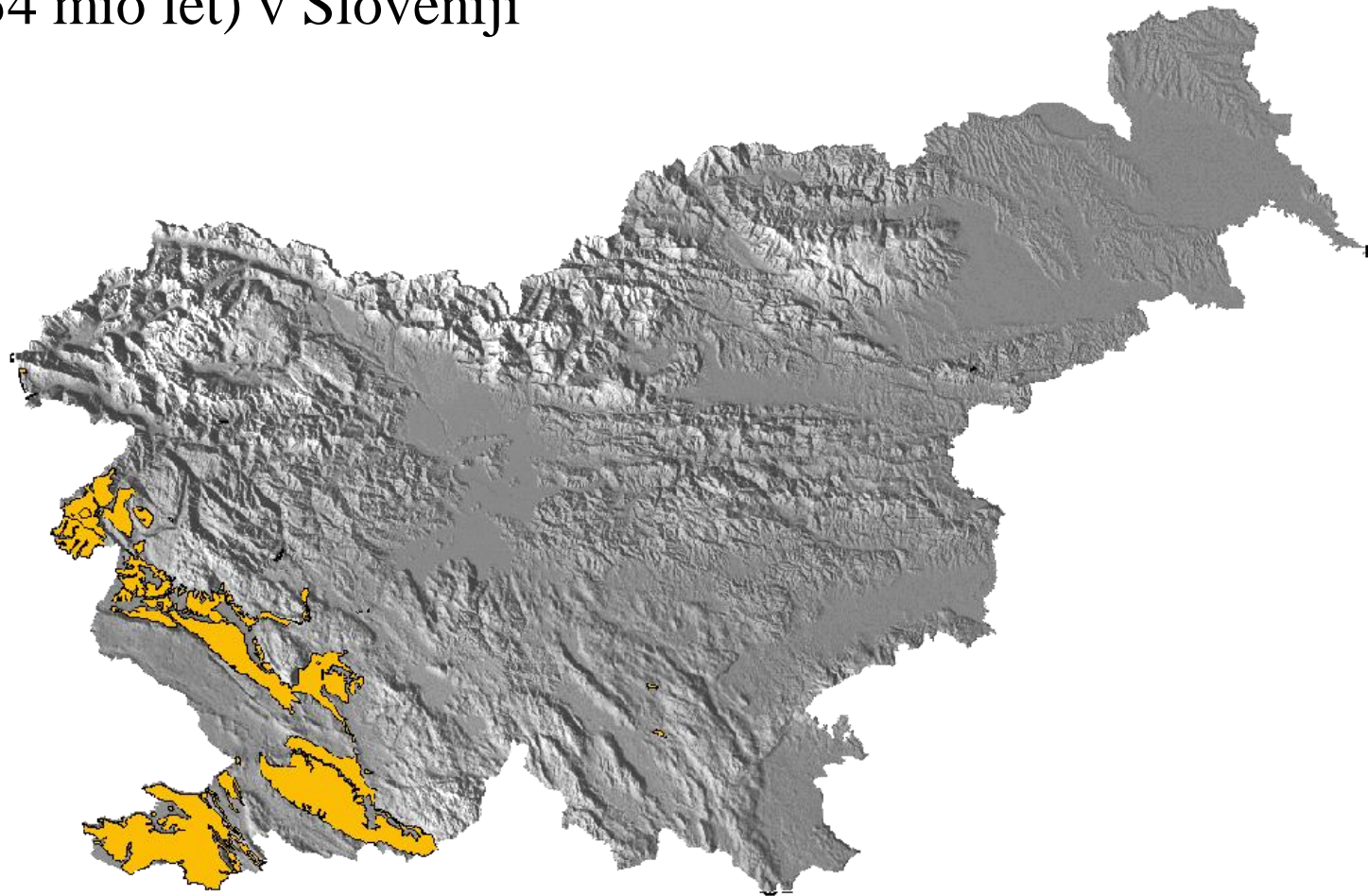
Fliš (eocenske = srednje paleogenske starosti) zelo lepo izdanja na klifih slovenske obale





# Geologija Slovenije - kenozoik

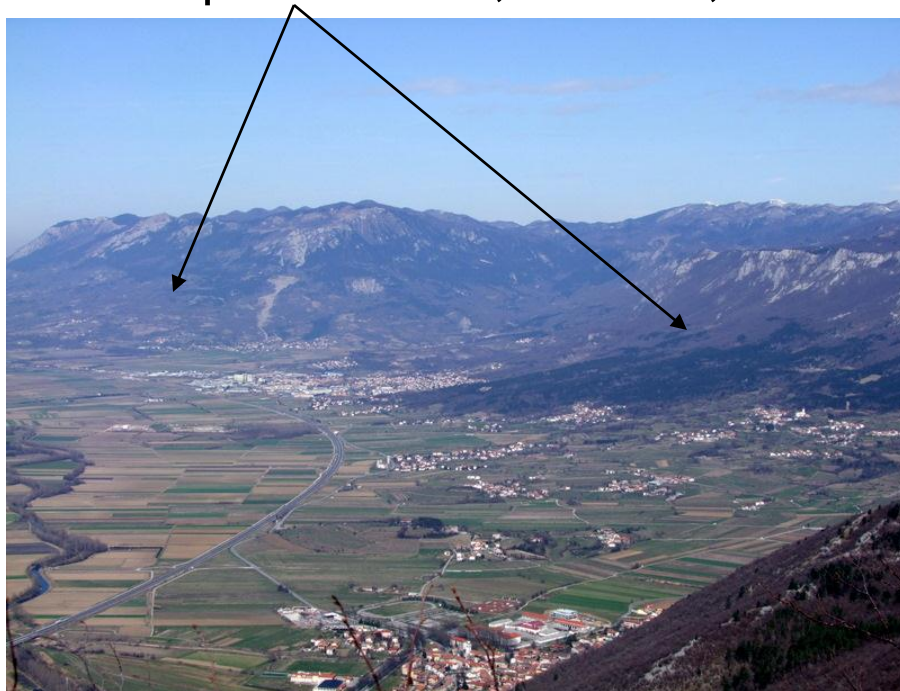
Spodnje in srednje paleogenske (paleocenske in eocenske) kamnine (65-34 mio let) v Sloveniji

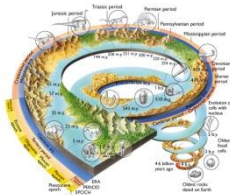




# Geologija Slovenije - kenozoik

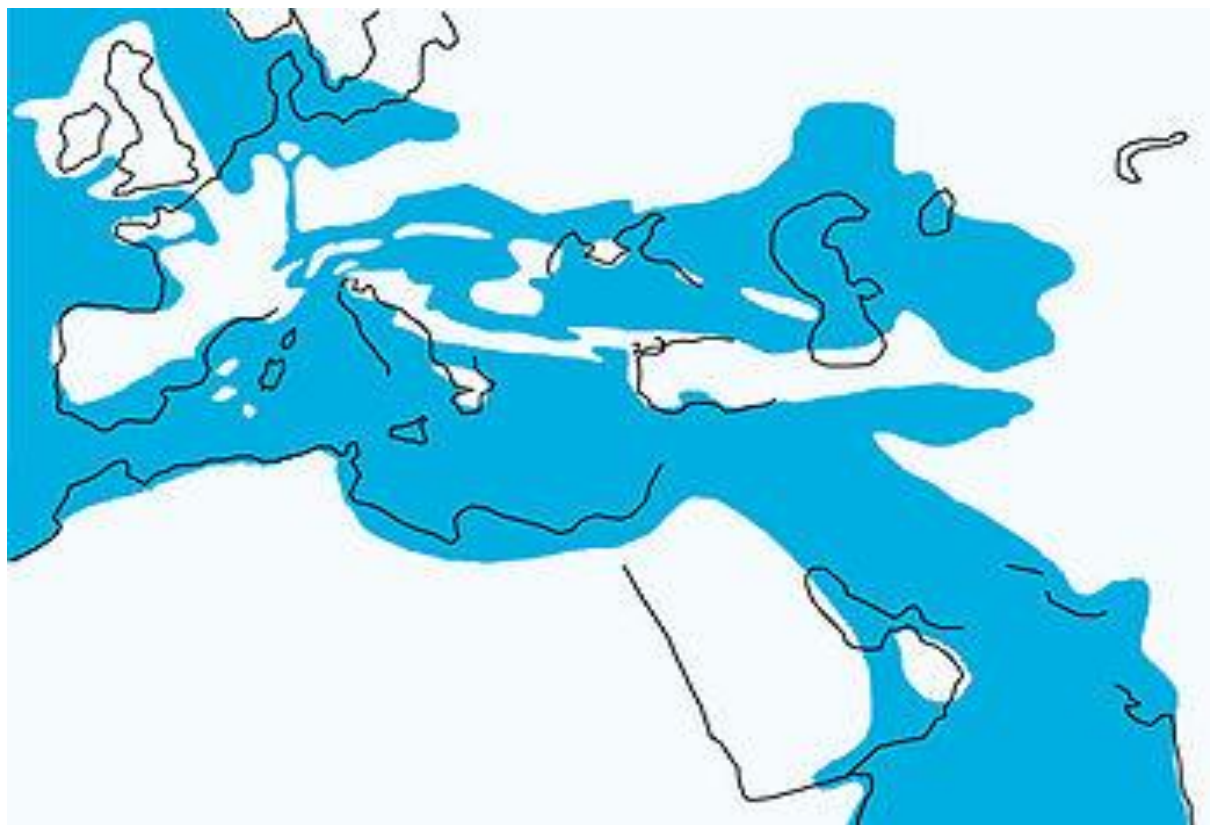
- Sedimentacijo fliša so v zadnji fazi prekinili narivi, ki so deformirali in delno prekrili flišne bazene.
- To fazo narivanja v smeri od SV proti JZ, ki je trajala do konca paleogena (oligocena) imenujemo Dinarsko narivanje.
- Dolžina narivanja je ocenjena na 30km.
- Narivna čela (kjer se končajo narivi) so zelo lepo vidna, kjer so mezozojski apnenci narinjani na paleogenske fliše
- v Vipavski dolini, Nanosu, Kraškem robu, v dolini reke Reke





# Geologija Slovenije - kenozoik

- Konec paleogena (v oligocenu) je nastajanje Alp, Dinaridov in Karpatov na ozemlju srednje in vzhodne Evrope izoliralo pritvo morje imenovano Paratetida, ki je pri nas obstajala do pliocena.
- Na našem območju so se na kraški površini še konec paleogena odložili kontinentalni konglomerati in premog, ki prehajajo v t.i. gornjegrajske plasti (apnenci in klastiti) in glino: sivico

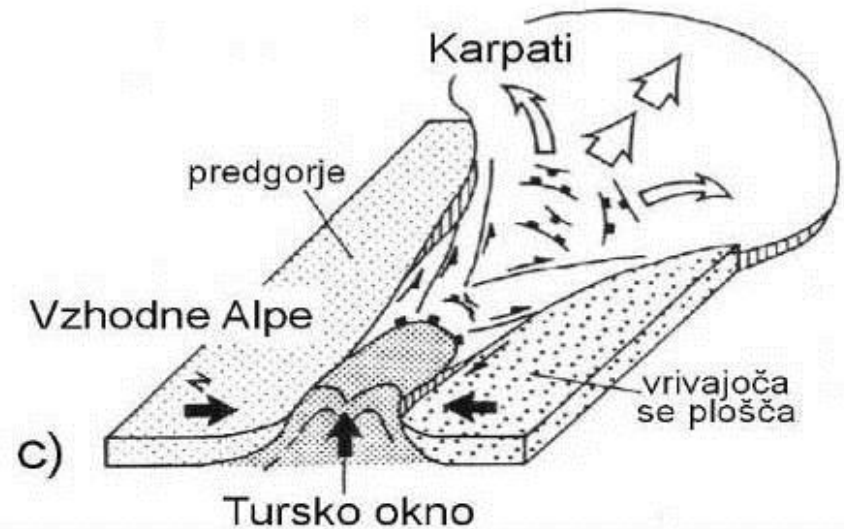






# Geologija Slovenije - kenozoik

- V oligocenu pri koliziji Jadranske in Evrazijske plošče nastane Periadriatski prelomni sistem, ob katerem pride do bočnega iztiskanja ozemlja Vzhodnih Alp (današnja Koroška, Pohorje in Prekmurje) proti vzhodu.
- Izstiskanje spremlja andezitni vulkanizem na današnjem območju Smrekovca, Radovljice, Celja in Rogaške Slatine. V tem času je nastalo tudi tonalitno telo pri Črni na Koroškem





# Geologija Slovenije - kenozoik

“mediteran” pred 25 milijoni let

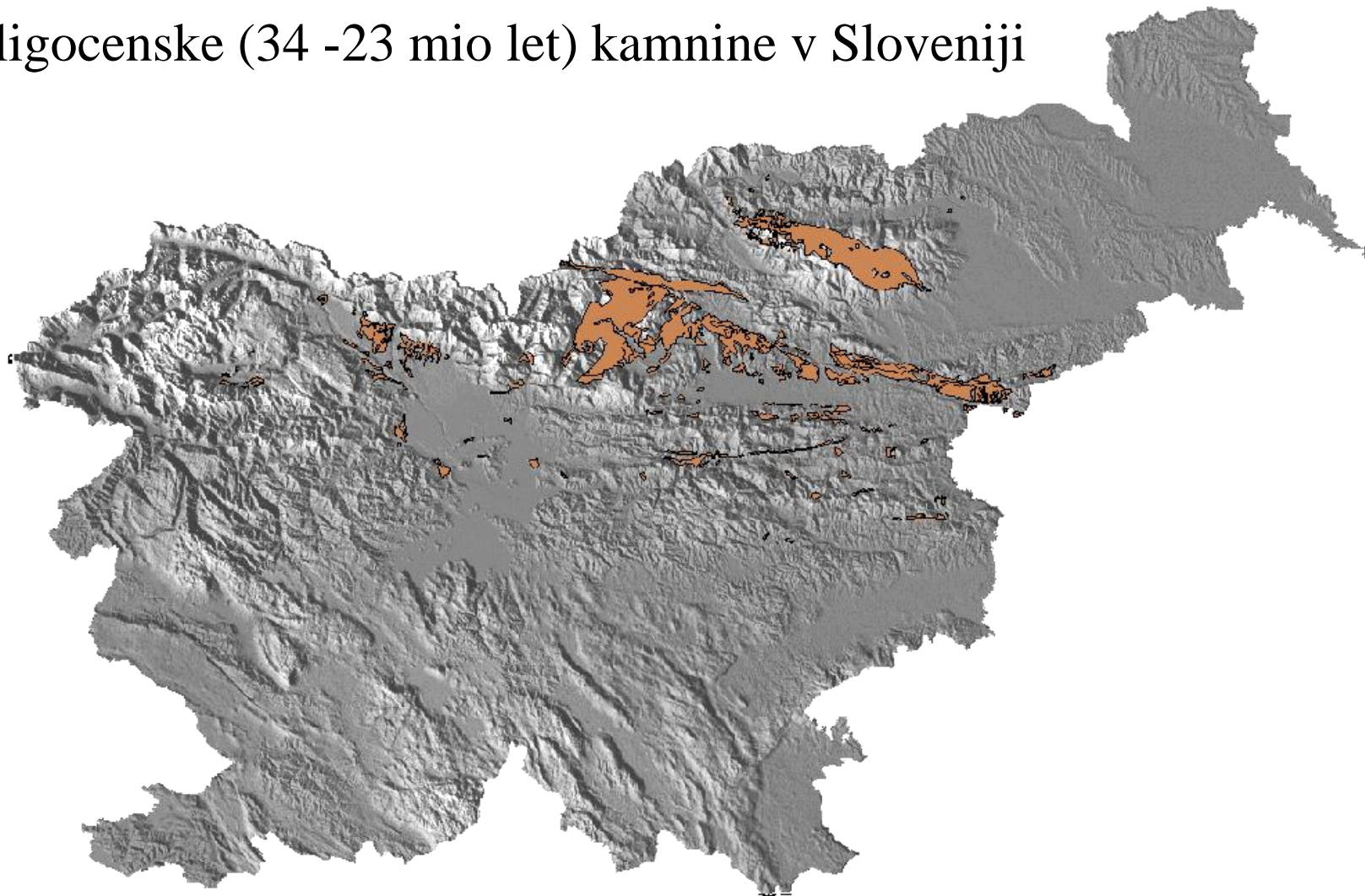






# Geologija Slovenije - kenozoik

Oligocenske (34 -23 mio let) kamnine v Sloveniji







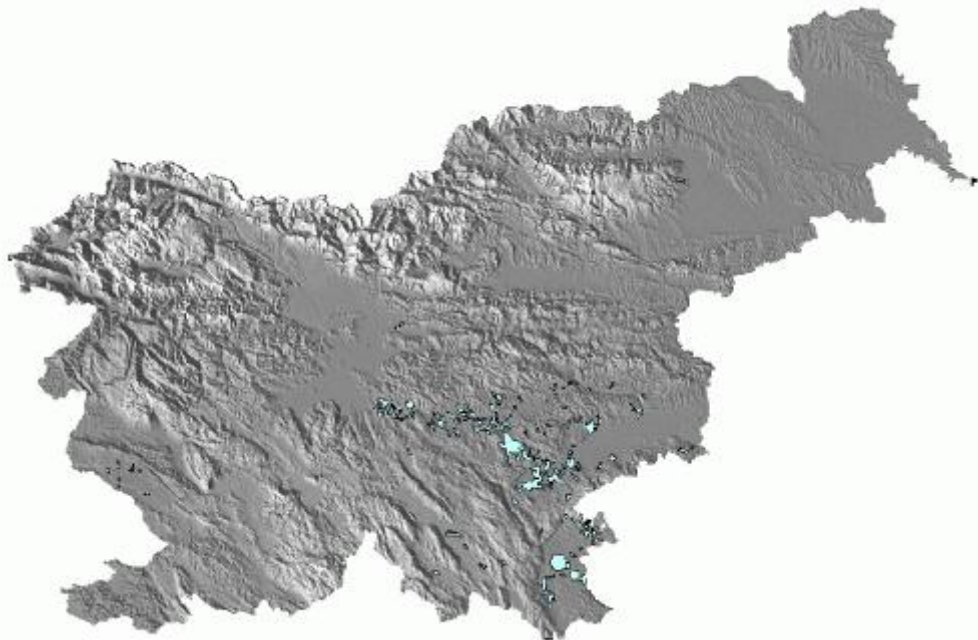
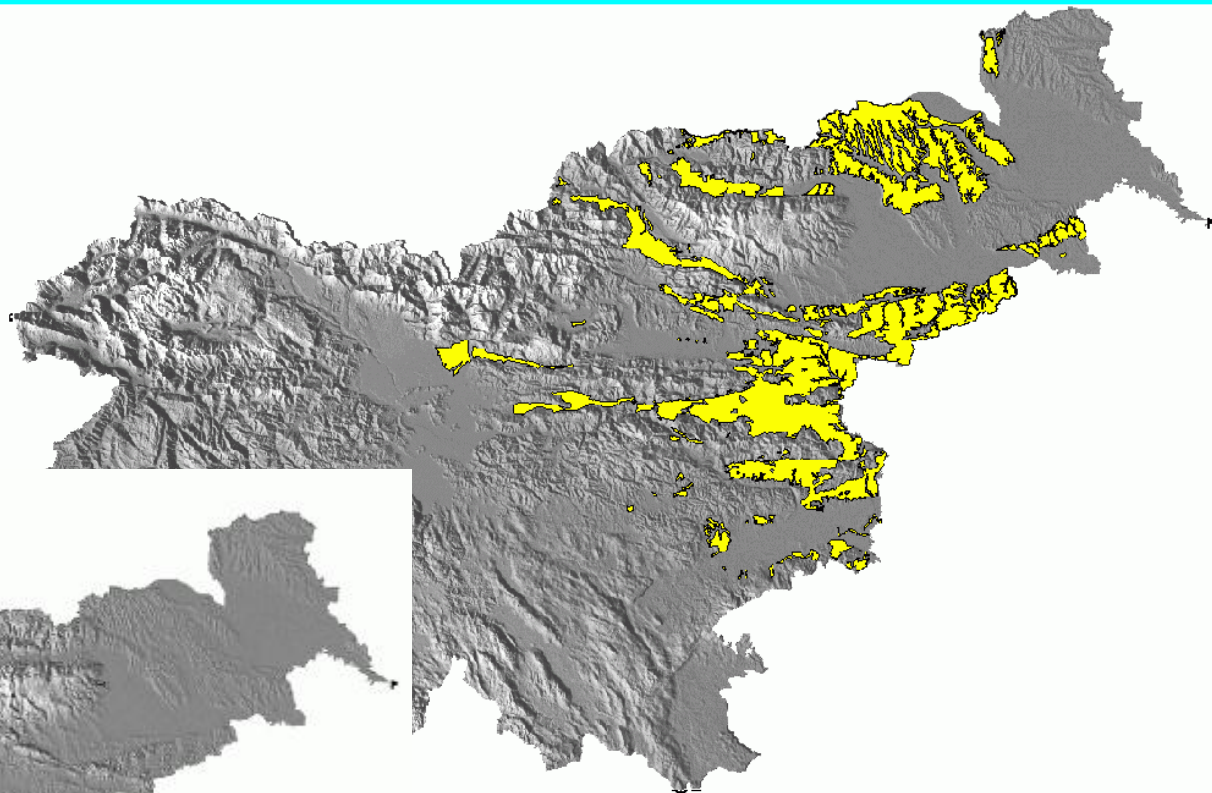
# Geologija Slovenije - kenozoik

- Neogen na območju vzhodne Slovenije označi zelo močno raztezanje in hitro ugrezanje. Nastalo je obsežno, tektonsko zapleteno območje, ki ga imenujemo Panonski bazen (del Paratetide)
- V Panonskem bazenu se odloži več kilometrov klastičnih kamnin in sedimentov ter apnencev s številnimi ostanki rdečih alg in koral.



# Geologija Slovenije - kenozoik

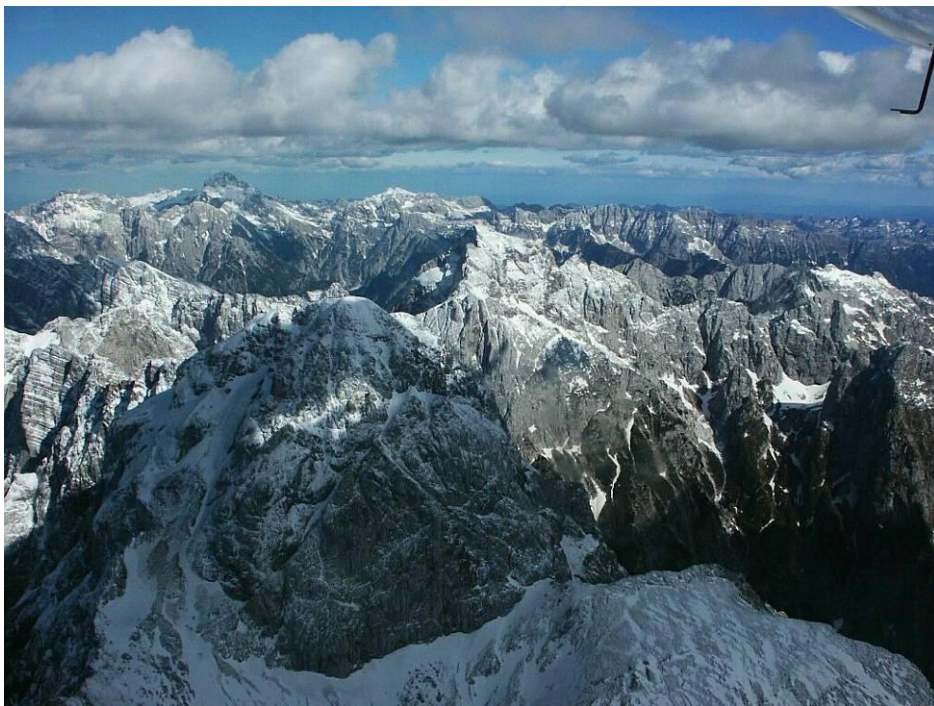
- neogenske kamnine



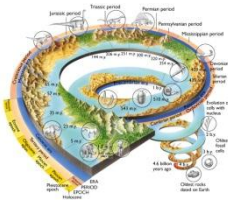


# Geologija Slovenije - kenozoik

- Sočasno s pogrezanjem Panonskega bazena pa nadaljno krčenje našega ozemlja (v neogenu) v Alpah južno od Periadriatskega prelomnega sistema povzroči narivanje proti jugu
- Imenujemo ga Južnoalpsko narivanje in je glavni `krivec` za dvig Julijcev in Kamniško-Savinjskih Alp ter tudi Karavank
- Narivanje se je začelo v sr. miocenu in je do pliocena v glavnem zamrlo, na območju Julijskih Alp pa verjetno poteka še danes.
- Južnoalpsko narivanje je prekrilo in deformiralo starejše dinarske narivne strukture.

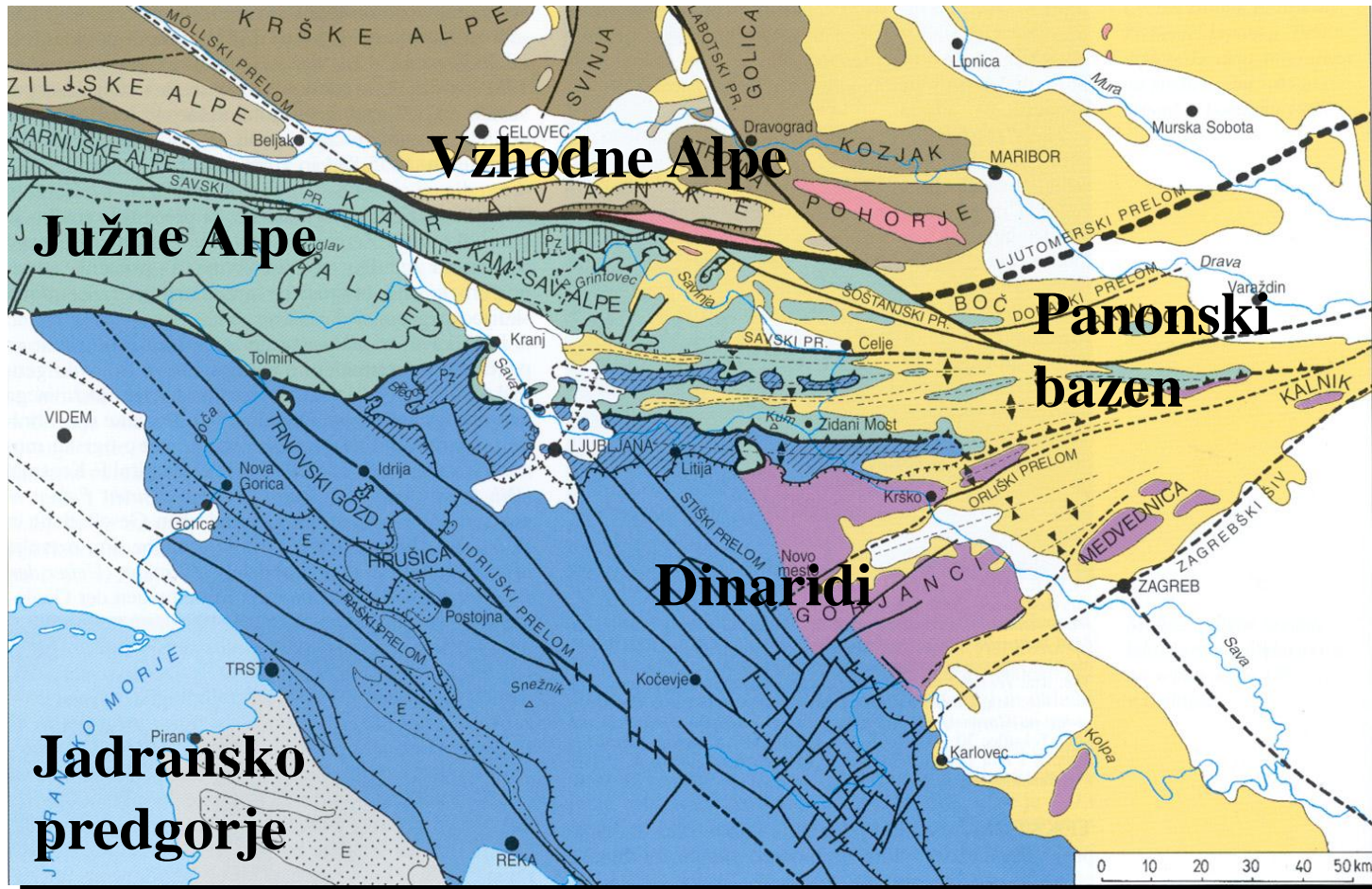






# Geologija Slovenije - kenozoik

- Severno od Periadriatske prelomne cone pa se je narivanje vršilo proti severu (čeprav so ti narivi že starejši pa so bili verjetno dodatno deformirani v spodnjem neogenu)
- Na ta način se že v neogenu formirajo vse pglavitne enote današnje Slovenije

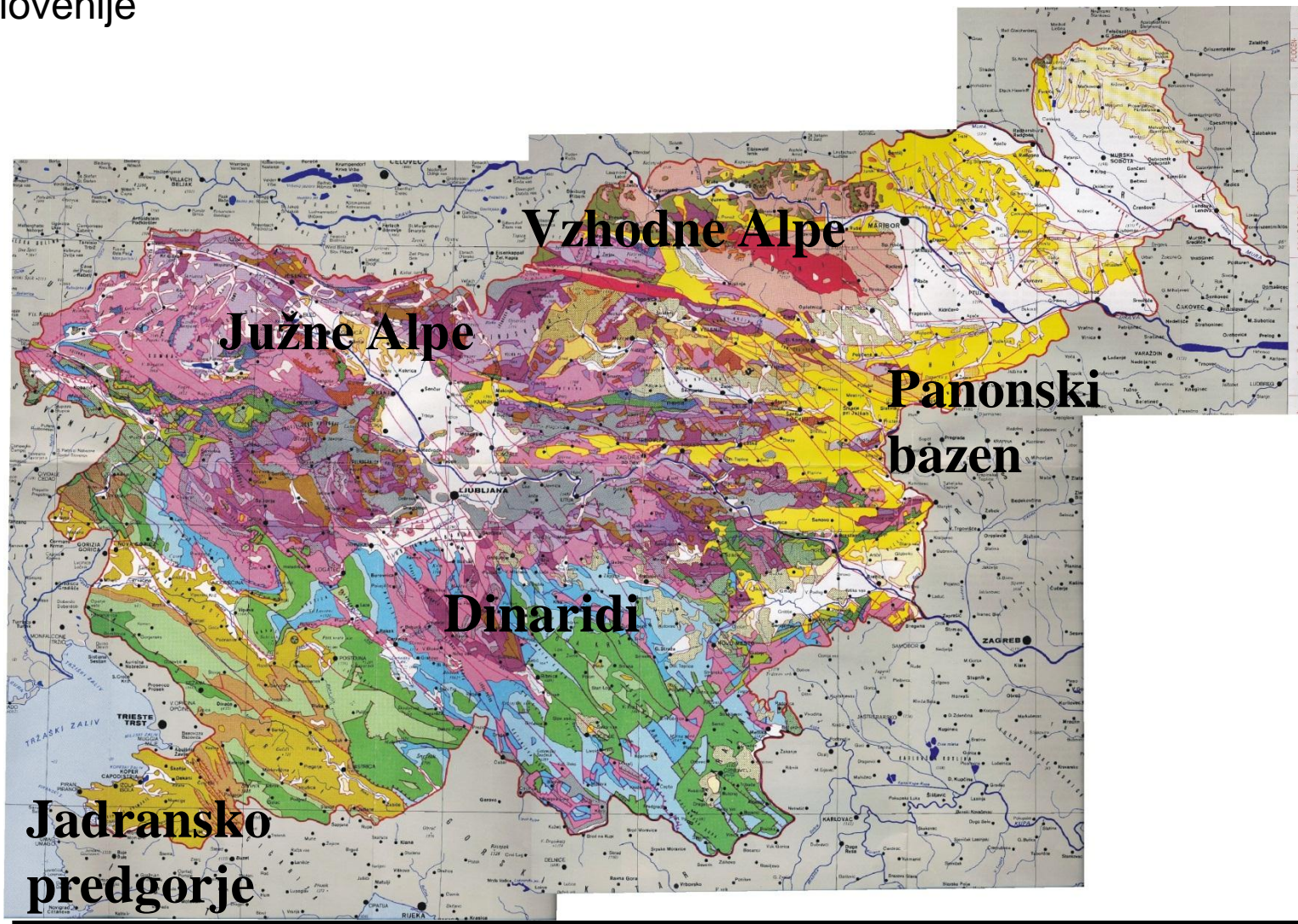






# Geologija Slovenije - kenozoik

- Ta razdelitev je pri natančnejšem pogledu vidna tudi na bolj natančni geološki karti Slovenije





# Geologija Slovenije - kvartar

- Večji del pripada pleistocenu (se začne pred 2,6Ma)
- Pleistocen je obdobje v katerem poznamo več ohladitev podnebja oz. ledenih dob z vmesnimi toplejšimi obdobji. Zadnja poledenitev se je končala pred 11.700 leti. Od takrat traja holocenska doba.







# Geologija Slovenije - kvartar

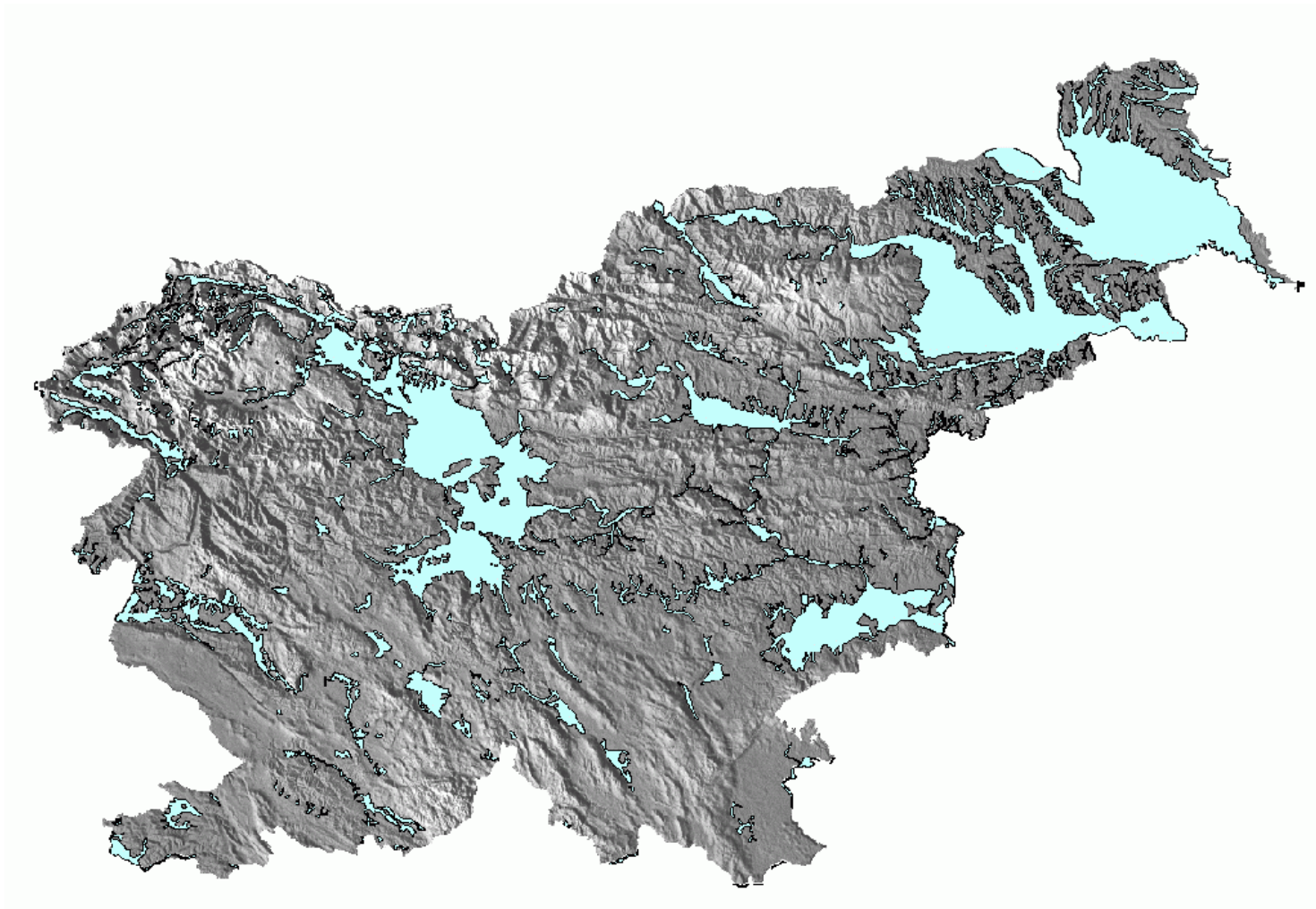
- V pleistocenu so na slovenskem ozemlju ledeniki, ki segajo z Julijskih in Kamniško-Savinjskih Alp ter Karavank v predgorje.
- V Sloveniji se nahaja verjetno najjužnejši evropski ledenik Snežnik
- Nižine se zapolnjujejo z rečnimi in jezerskimi sedimenti
- Sediment prinašajo iztekajoče vode (reke) ob topljenju ledenikov (predvsem v medledenih = toplejših dobah)
- V kvartarju se izoblikuje sedanja pokrajinska podoba Slovenije.





# Geologija Slovenije - kvartar

- Kvartarni sedimenti

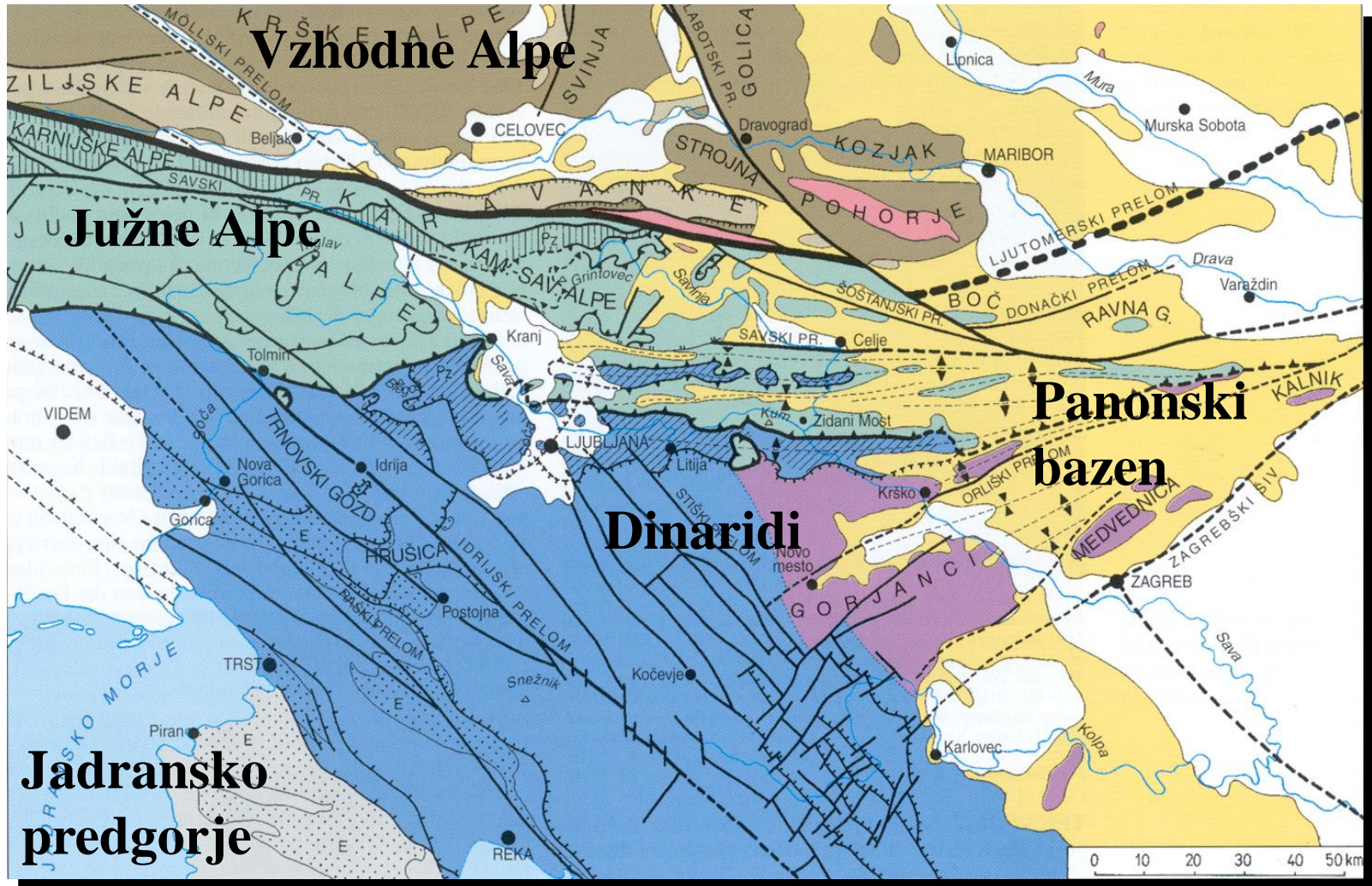




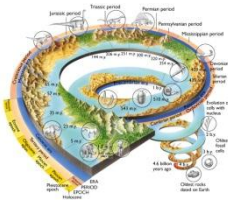


# Geologija Slovenije - tektonika

- Omenili smo že, da se generalne tektonske enote Slovenije formirajo že konec neogena in v neogenu

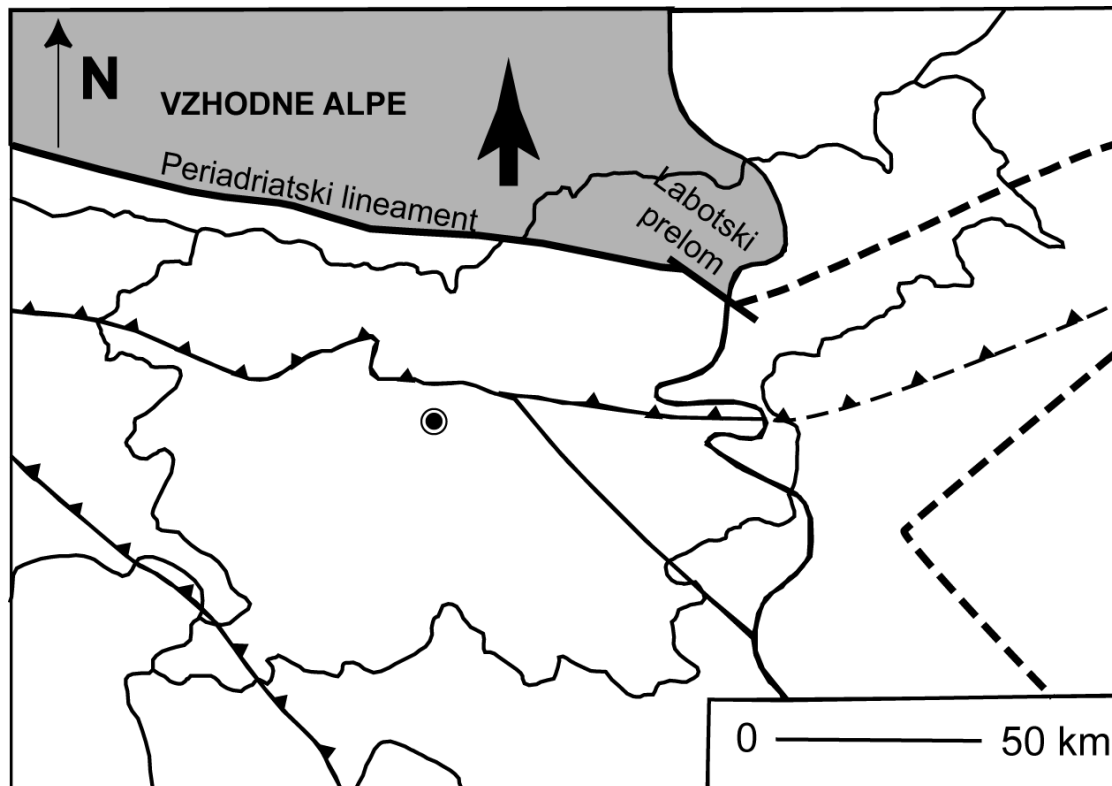


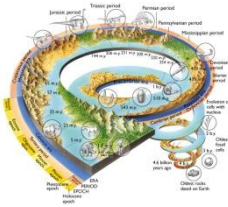




# Geologija Slovenije - tektonika

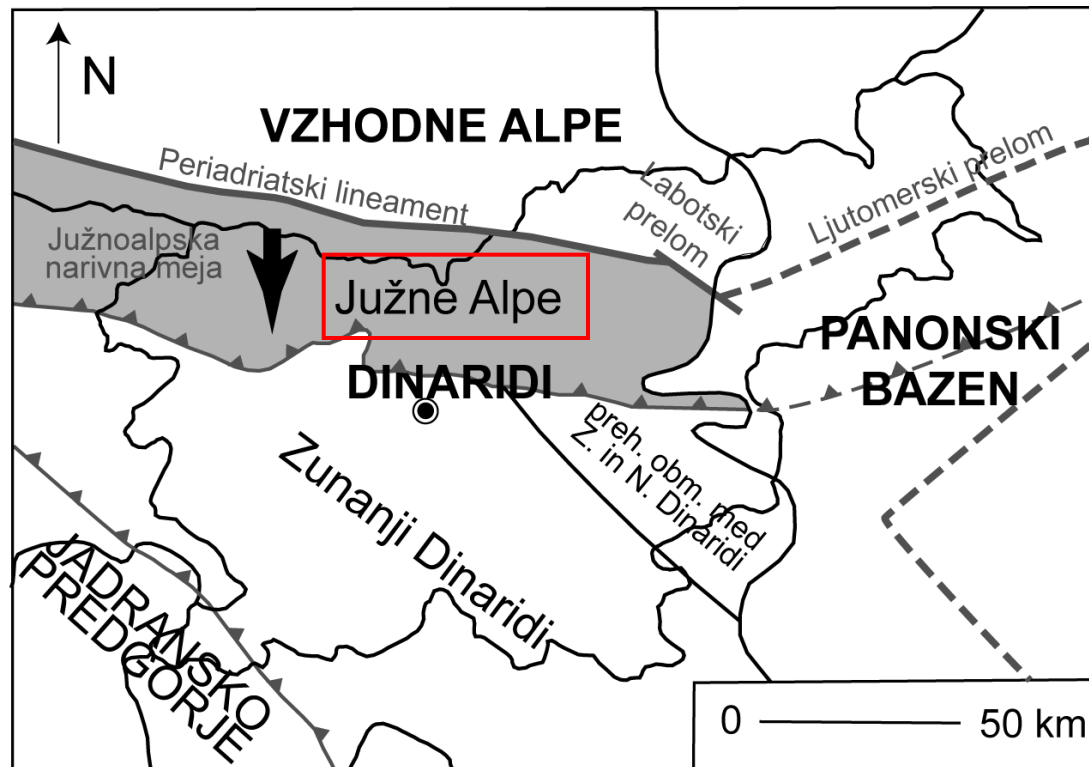
- Vzhodne Alpe dobimo na Koroškem in Pohorju ter Kobanskem
- Označuje jih narivanje proti severu
- Od Južnih Alp so ločene s Periadriatsko prelomno cono (lineament = star izraz).





# Geologija Slovenije - tektonika

- Južne Alpe obsegajo Južne Karavanke, Julijske in Kamniško-Savinjske Alpe, njihove vzhodne podaljške (Paški Kozjak, Konjiško goro, Boč in Donačko goro) ter alpsko predgorje ob Baški grapi in Selški Sori in severni del posavskega hribovja
- Označuje jih narivanje proti jugu
- Od Dinaridov jih loči Južnoalpska narivna meja



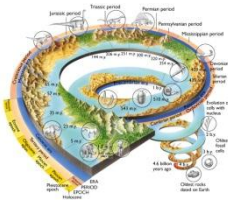


# Geologija Slovenije - tektonika

- Dinaridi obsegajo celotno ozemlje osrednje in južne Slovenije
- Označuje jih narivanje proti jugozahodu
- Od Jadranskega pregorja jih loči Zunanjedinarska meja
- Delimo jih ba Zunanje (prevladujejo mezozojske plitvovodne kamnine) in Prehodno območje med Zunanjimi in Notranjimi Dinaridi (mezozojske kamnine so sprva plitvovodne navzgor pa vse bolj globokovodne)



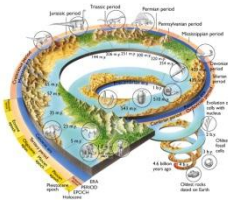




# Geologija Slovenije - tektonika

- Jadransko predgorje obsega večji del Istre in obale
- Sestavljajo ga iste kamnine kot Zunanje Dinaride, le da te niso bile narinjene

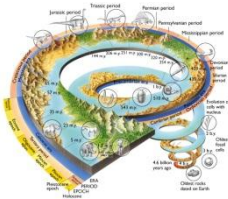




# Geologija Slovenije - tektonika

- Panonski bazen predstavlja severovzhodni del Slovenije.
- Meja ni strukturni element = narivi in prelomi (kot v ostalih primerih) ampak je definirana z razprostranjenostjo terciarnih kamnin in sedimentov.
- Podlago Panonskega bazena tvorijo vzhodno-severovzhodni podaljški vzhodnoalpskih, južnoalpskih in dinarskih geotektonskih enot, ki so pogreznjene pod terciarne sedimente.





# Geologija Slovenije - tektonika

## Današnji tektonski režim:

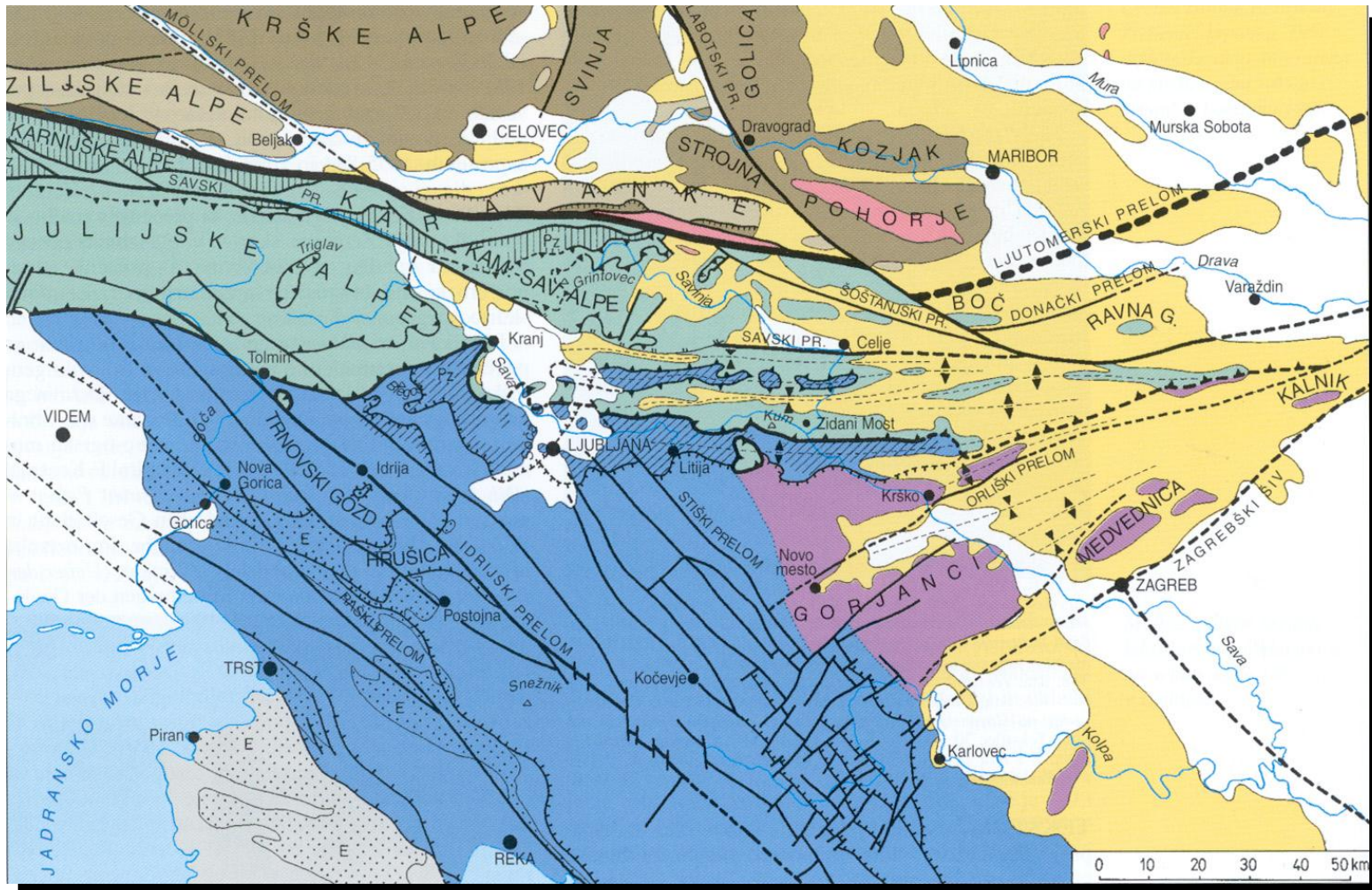
- Proti koncu (prehod iz miocena v pliocen) se je bočno iztiskanje Vzhodnih Alp ob Periadriatskem prelomnem sistemu ustavilo v veliki meri ustavilo.
- Nastal je nov tektonski režim, ki traja še danes. Dokončno se je ustavilo ugrezanje v Panonskem bazenu
- Jadranska plošča pa je začela rotirati v protiurni smeri.
  - Na severu je povzročila dvig in narivanje Karavnak, v osrednji Sloveniji pa nastanek zmičnih prelomov in krčenje ozemlja v smeri sever-jug.
  - Rotacija je povzročila dvigovanje, gubanje in erozijo terciarnih sedimentov v vzhodni Sloveniji (Posavske gube).

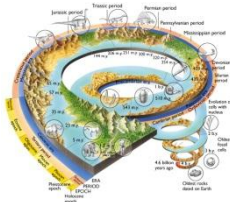




# Geologija Slovenije - tektonika

- Narivne strukture so presekane in premaknjene z mlajšimi vertikalnimi zmičnimi prelomi





# Geologija Slovenije - tektonika

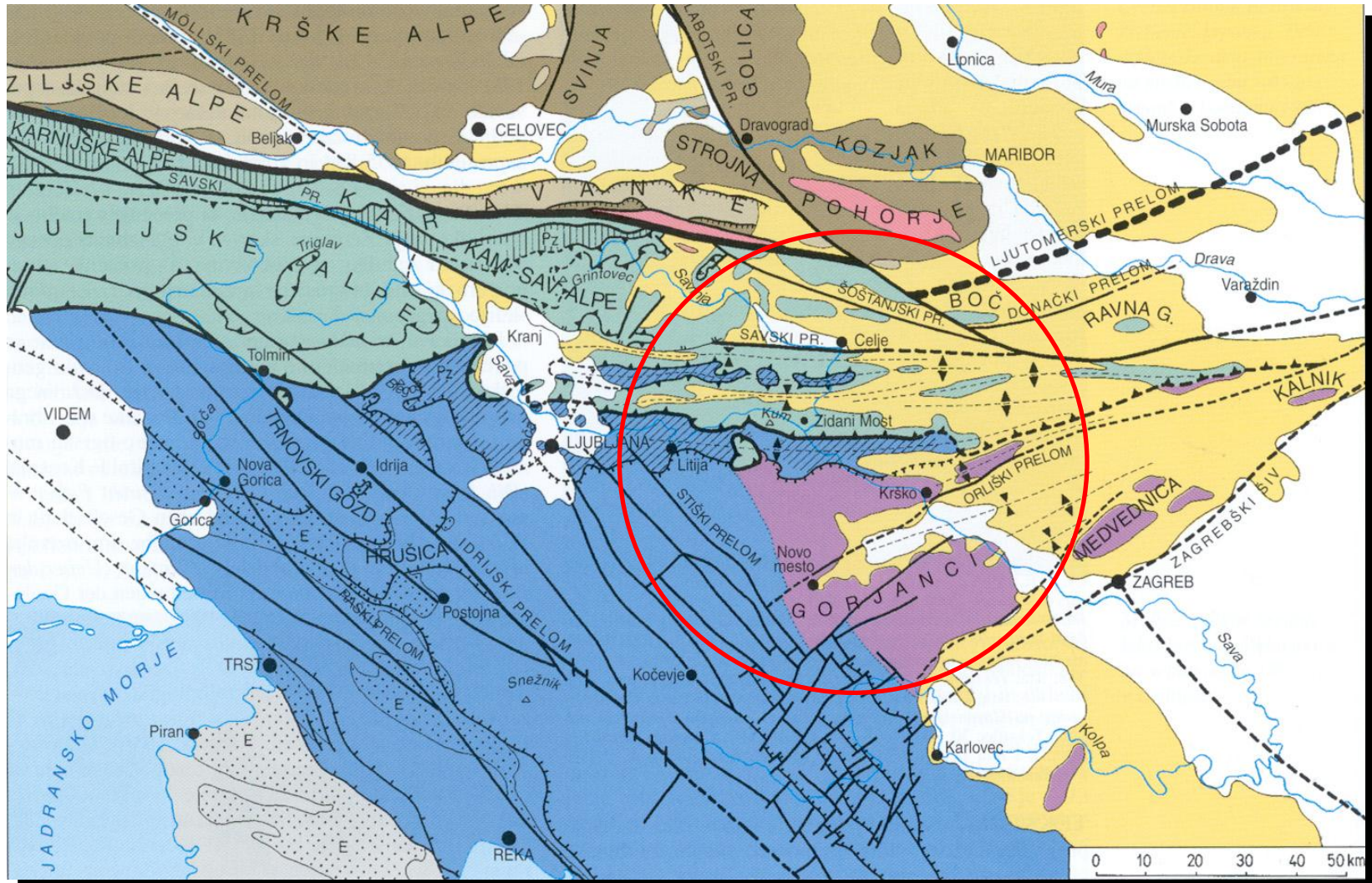
- Poznamo tri večje družine prelomov oziroma prelomnih sistemov
  - Najizrazitejši je Periadriatski prelomni sistem v smeri zahod–vzhod, omejena s Periadriatsko prelomno cono na severu in Savskim prelomom na jugu.
  - Druga obširna prelomna cona poteka v smeri zahodjugozahod–vzhodseverovzhod v širokem pasu med Zagrebom in Krškim proti srednji Madžarski (Srednjemadžarska tektonska cona).
  - Tretja je Idrijska tektonska cona, ki zajema prelome v smeri severozahod–jugovzhod v Zunanjih Dinaridih (t.i. **DINARSKI PRELOMI**).
  - Vse 3 tektonske prelomne cone sestavljajo trikotnik, v katerem so se razvile Posavske gube.





# Geologija Slovenije - tektonika

- območje Posavja, kjer se ti tri osnovni sistemi srečujejo kaže še eno geološko posebnost → posavske gube

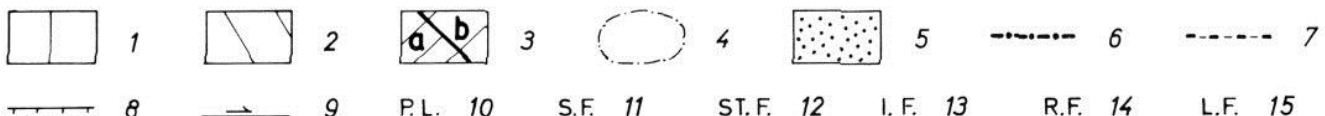
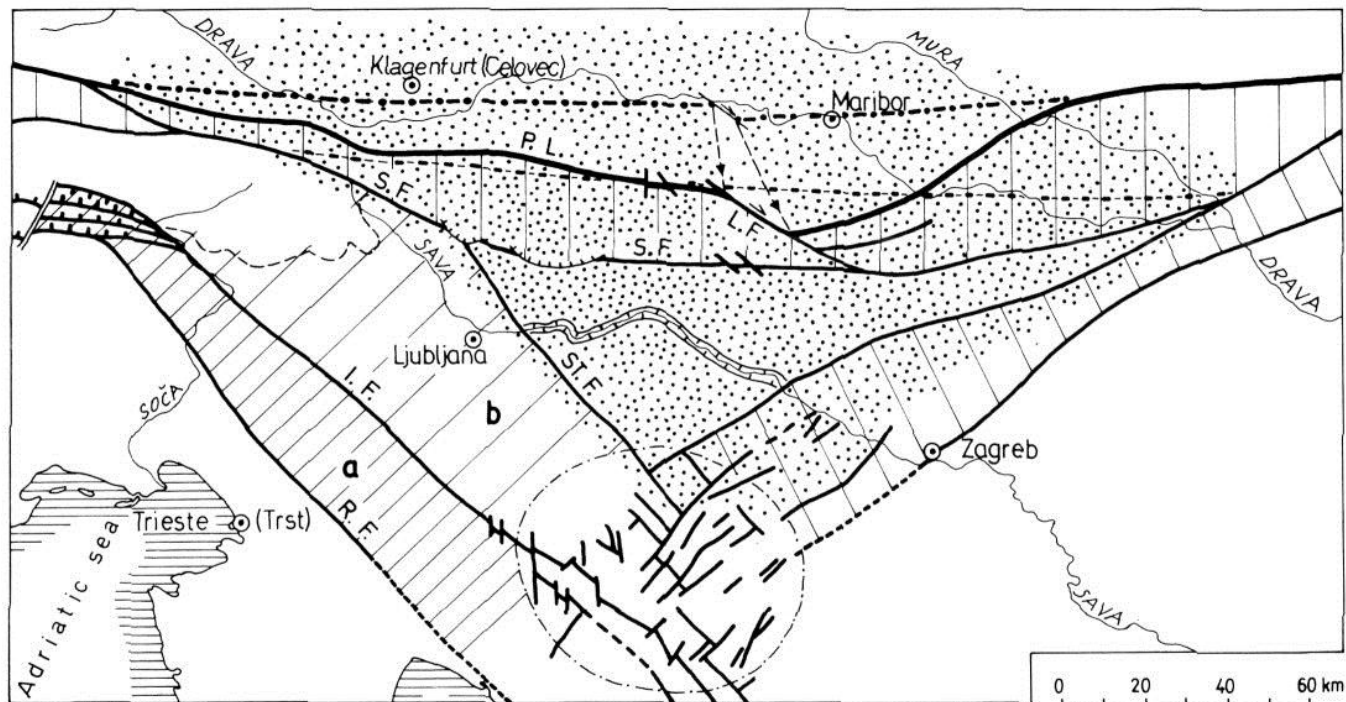




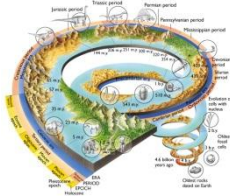


# Geologija Slovenije - tektonika

- Posavje je umeščeno v trikotnik med tri prej omenjene prelomne sisteme, ki se imenuje Savski kompresijski klin.
- Zanj je značilna tektonska kompresija v smeri N-S in posledično nastajanje gub z razširjanjem v prečni smeri (E-W)

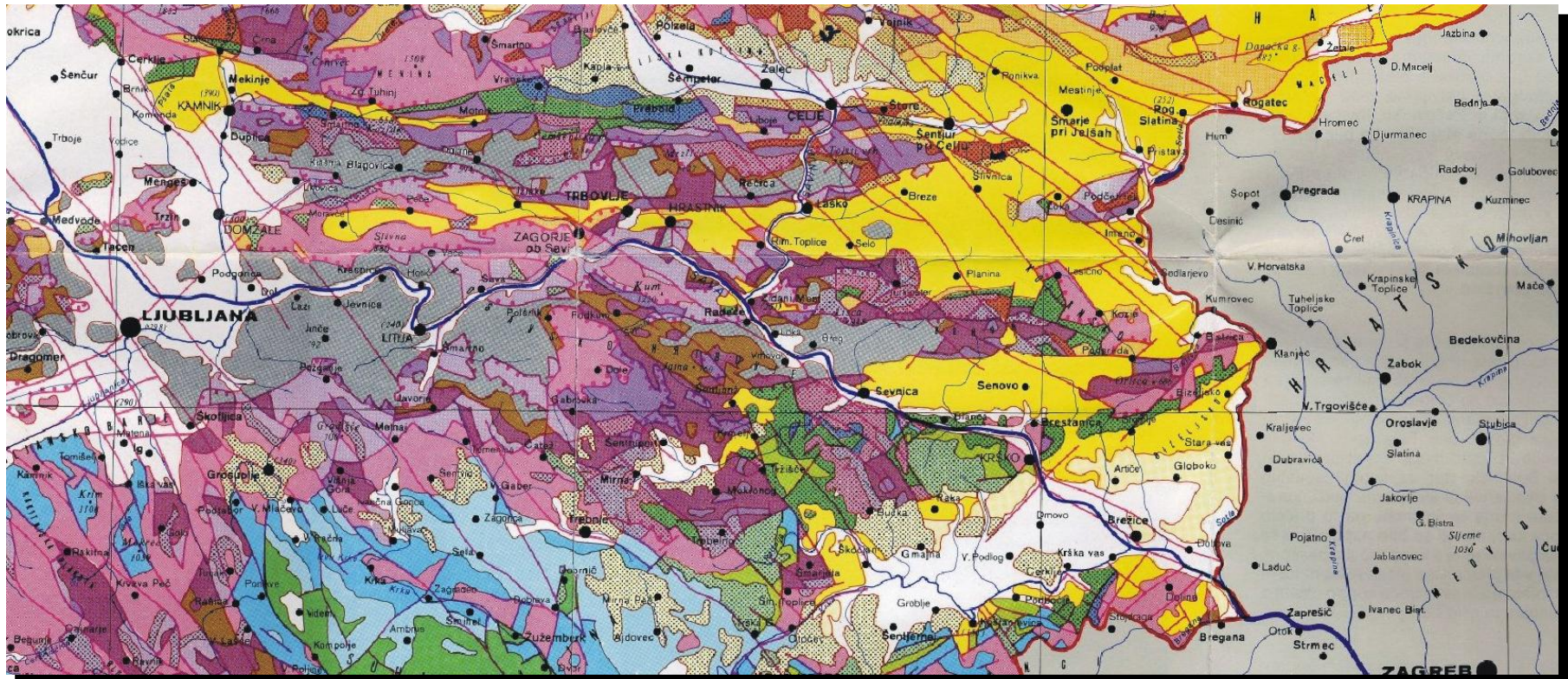






# Geologija Slovenije - tektonika

- gube vključujejo paleozojske in mezozojske kamnine Dinarske karbonatne platforme in Slovenskega bazena ter mlade neogenske sedimente Paratetide

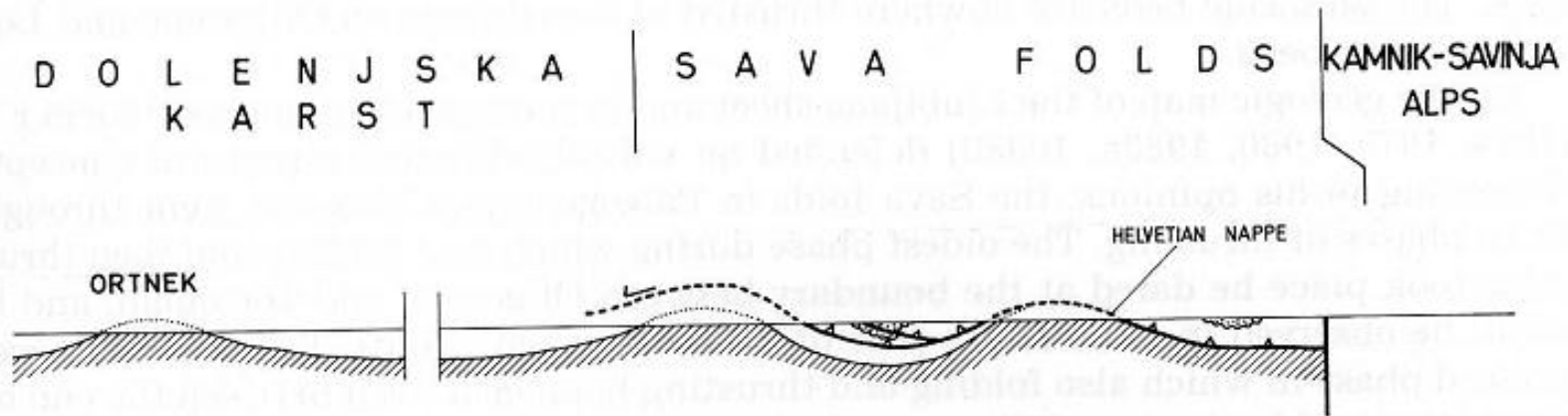






# Geologija Slovenije - tektonika

- Valovna dolžina je nekaj 100 m do 10 km in več
- amplituda gub je 2 km



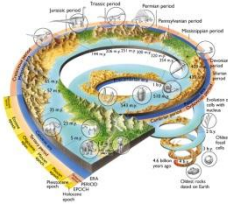




# Geologija Slovenije - tektonika

- poleg gubanja pride tudi do splošnega dviganja celotnega klina (okoli 450 m).
- zaradi gubanja se je kompresijski klin v smeri N-S skrčil za 20km
- gubanje in dvigovanje Posavskih gub se je začelo ob koncu miocena in je trajalo skozi cel pliocen. Lokalno ta stil deformacije še vedno poteka (dokazano s seizmiko).





# IZPIT

- Literatura na:

[http://www.geo.ntf.uni-lj.si/brozic/BIOLOGI\\_GEOLOGIJA\\_S\\_PALEONTOLOGIJO/](http://www.geo.ntf.uni-lj.si/brozic/BIOLOGI_GEOLOGIJA_S_PALEONTOLOGIJO/)

- Izpiti razpisani (lahko še kak rok prej)
- 3 sklopi vprašanj
- Obkroževanje (5 vprašanj –  $\frac{1}{4}$  izpita)
- Kratki odgovori (5 vprašanj –  $\frac{1}{4}$  izpita)
- Dolgi odgovori (2 vprašanji s podvprašanji -  $\frac{1}{2}$  izpita)