



***STRATIGRAFSKA
GEOLOGIJA***

STRATIGRAFSKA GEOLOGIJA

- **Stratigrafska geologija** daje prikaz glavnih stadija razvitka Zemlje kao cjeline, od njezina postanka (procijenjeno na 4,5 milijardi godina) kao samostalnog svemirskog tijela do danas
- Stratigrafska geologija obuhvaća **stratigrafiju u užem smislu, litostratigrafiju, biostratigrafiju, paleogeografiju.**
- određuje **relativnu i „apsolutnu“ (približnu) starost stijena litosfere.**
- proučavanja sukcesija vremenski i prostorno povezanih litoloških cjelina - **litostratigrafija.**
- prikaz vremenskog slijeda organizama geološke prošlosti, na taj način određujemo redoslijed stijena u kojima se nalaze - **biostratigrafija**
- fizičkogeografske promjene i stanja u geološkoj prošlosti - **paleogeografija**
- klimatske promjene - **paleoklimatologijom**

STRATIGRAFSKA GEOLOGIJA

- **Stijene** su **jedini dokument** geološke prošlosti dostupan istraživanju.
- **Aktualistički princip** - tijekom zemljine prošlosti na njezinoj površini i u unutrašnjosti djelovale pretežito iste one sile koje djeluju i danas
- **Relativna i apsolutna kronologija**
- **Relativna kronologija** određuje starost na temelju slijeda taloženja, odnosno na temelju redoslijeda zbivanja u Zemljinoj prošlosti.
- **Apsolutna kronologija** određujemo apsolutnu starost stijene, odnosno točnije, starost nastanka nekog minerala ili fosila koji je sadržan u stijeni

Određivanje relativne starosti stijena

- Za određivanje relativne starosti najviše se koriste podaci iz **sedimentnih stijena**
- Bilo koja geološka struktura ili tijelo koje **presijeca ili prodire** kroz stijensko tijelo mora biti **mlađe** od stijenske mase u koju je prodrla.

Za određivanje relativne starosti sedimentnih stijena primjenjuju se:

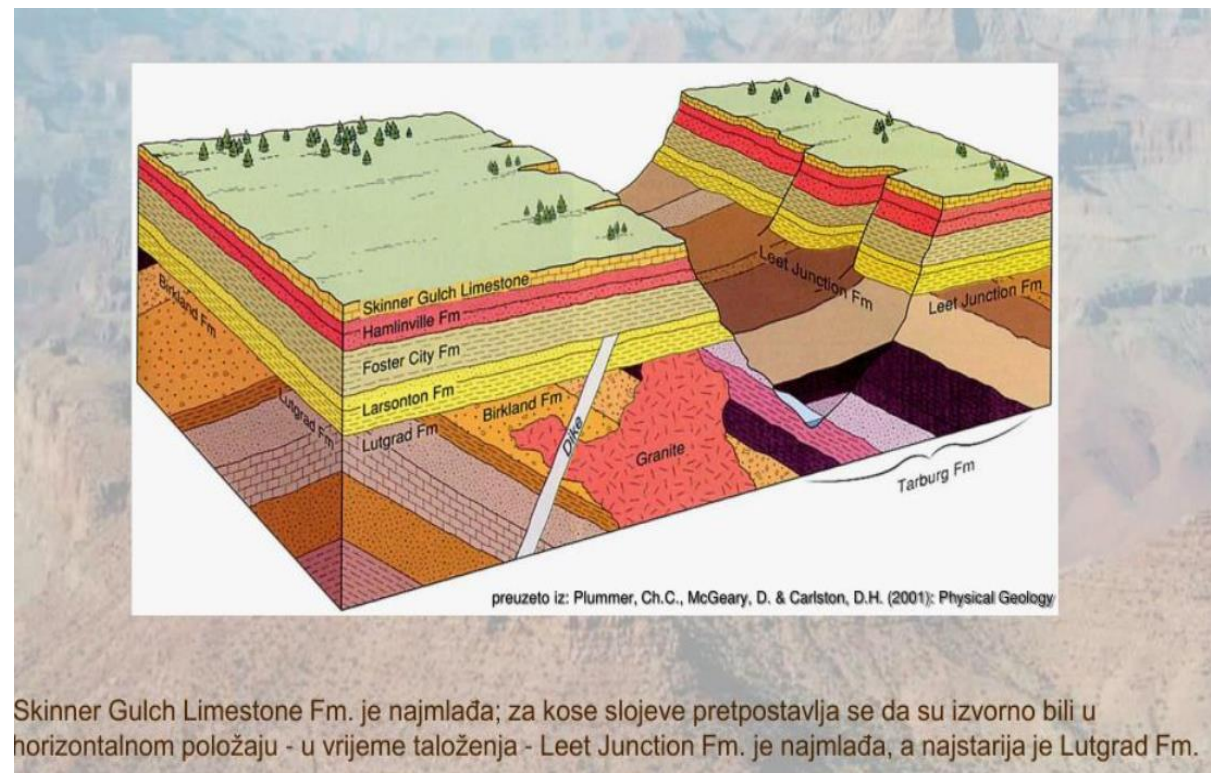
- 1. Metoda superpozicije**
- 2. Paleontološka metoda**
- 3. Litološka metoda**

Metoda superpozicije

- **Metoda superpozicije** - polazi od činjenice da su **mlađi slojevi taloženi iznad starijih**.
- Pravilo vrijedi kod neporemećenih slojeva, u ograničenom prostoru



























Sedimentne stijene su obično slojevite, a svi ti slojevi su se formirali u različitim razdobljima.



Skinner Gulch Limestone Fm. je najmlađa; za kose slojeve pretpostavlja se da su izvorno bili u horizontalnom položaju - u vrijeme taloženja - Leet Junction Fm. je najmlađa, a najstarija je Lutgrad Fm.

Paleontološka metoda

- starost stijena određuje se proučavanjem fosilnih ostataka organizama (biljaka i životinja) sačuvanih u stijeni
- služi **se načelom superpozicije** kao osnovom, i fosilnim ostatcima (fosilima ili okaminama) sačuvanima u stijeni
- Utvrditi jesu li organizmi živjeli u doba i u okolišu u kojem je sedimentna stijena nastala – jesu li primarni?
- provodni fosili

CENOZOIC ERA (Age of Recent Life)	Quaternary Period	<i>Pecten gibbus</i>		<i>Neptunea tabulata</i>	
	Tertiary Period	<i>Calyptrophorus velatus</i>		<i>Venericardia planicosta</i>	
	Cretaceous Period	<i>Scaphites hippocrepis</i>		<i>Inoceramus labiatus</i>	
MESOZOIC ERA (Age of Medieval Life)	Jurassic Period	<i>Perisphinctes tiziani</i>		<i>Nerinea trinodosa</i>	
	Triassic Period	<i>Trochites subbullatus</i>		<i>Monotis subcircularis</i>	
	Permian Period	<i>Leptodus americanus</i>		<i>Parafusulina bosei</i>	
PALEOZOIC ERA (Age of Ancient Life)	Pennsylvanian Period	<i>Dictyoclostus americanus</i>		<i>Lophophyllidium proliferum</i>	
	Mississippian Period	<i>Cactocrinus multibrachiatus</i>		<i>Prolecanites gurleyi</i>	
	Devonian Period	<i>Mucrospirifer mucronatus</i>		<i>Palmatolepus unicornis</i>	
	Silurian Period	<i>Cystiphyllum niagarensis</i>		<i>Hexamoceras hertzeri</i>	
	Ordovician Period	<i>Bathyrurus extans</i>		<i>Tetraraptus fructicosus</i>	
Cambrian Period	<i>Paradoxides pinus</i>		<i>Billingsella corrugata</i>		
PRECAMBRIAN					

Paleontološka metoda

- otisci organizama u sedimentu, tragovi njihove nekadašnje djelatnosti - **ihnofosili**



TRAGOVI DINOSAURA



TRAGOVI TRILOBITA

Litološka metoda

- Temeljena je na **litološkim značajkama stijena**, primjerice: boji, lomu, kemizmu i stupnju dijageneze
- Rezultati su manje - više pouzdani u slučajevima **uspoređivanja istodobno nastalih stijena s poznatim uvjetima postanka**,
- **ne primjenjivi** za uspoređivanje **na širim područjima**

Određivanje apsolutne starosti stijena

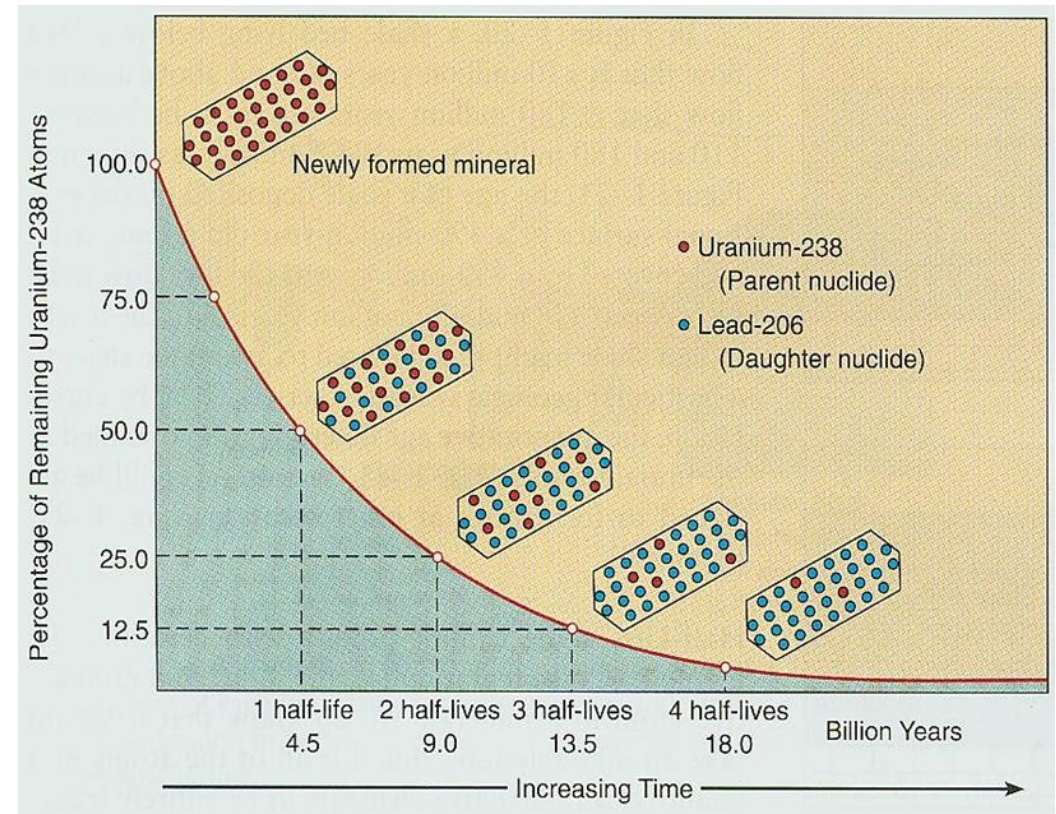
- Najraniji geolozi na tadašnjem su nivou mogli jedino **promatranjem** trajanja recentnih procesa u prirodi **kalkulirati o trajanju** istovrsnih procesa u geološkoj prošlosti
- Određujući trajanje evolucije nekih vrsta morskih mekušaca tijekom pleistocena, C. Lyell je pokušao **procijeniti i trajanje** evolutivnog razvoja njihovih predaka od početka kenozoika, čime je nastojao dobiti vrijeme početka kenozoika (80 milijuna godina)
- Debljina nekih naslaga samo podjeli s iznosom prosječne godišnje brzine taloženja u današnjim uvjetima, čime se može dobiti vrijeme taloženja tih naslaga (1 milijun do preko 1 milijarde godina)
- Edmund Halley (1656-1742) – ako se zna današnja ukupna količina soli u oceanima, a i godišnji unos soli u njih, lako je izračunati starost Zemlje (John Joly 1899 – 90 milijuna godina)
- William Thomson (lord Kelvin) – starost Zemlje na temelju vremena koje je bilo potrebno da se Zemlja ohladi iz prvobitno užarenog i otopljenog do današnjeg stanja (24 – 40 milijuna godina)
- Otkrićem radioaktivnosti (Henri Becquerel, 1896.) dobiven je alat za točnu odredbu starosti stijena od kojih je građena Zemlja

Određivanje apsolutne starosti stijena

- Apsolutna starost pojedinih stijena litosfere pokušava se odrediti većim brojem metoda temeljenih na proučavanju prirodnih radioaktivnih izotopa i produkta njihova raspadanja - **radiometrijske (izotopne) metode**.
- Ovako određena starost izražava se u milijunima godina
- Apsolutna starost se određuje iz **analize izotopa u stijeni**
- **Radioaktivnost** je pojava raspada nestabilnih izotopa nekih kemijskih elemenata na atome manjeg kemijskog broja, odnosno atomske mase, čime nastaju novi kemijski elementi
- Vrijeme **početka raspada** nekog elementa, odnosno vrijeme nastanka neke stijene koja sadrži taj radioaktivni element, moguće je odrediti **poznavanjem vremena njegova poluraspada**.
- **Vrijeme poluraspada** je vrijeme potrebno da se prvotna količina nekog radioaktivnog elementa smanji napola.

Određivanje apsolutne starosti stijena

- npr.: vrijeme poluraspada ^{238}U je 4,5 milijardi godina, što znači da ako se u istraživanoj stijeni nalazi 50 % ^{238}U i 50 % ^{206}Pb , stijena je stara 4.5 milijardi godina. Tih 50 % ^{238}U i dalje se raspada, pa će u stijeni nakon još jednog vremena poluraspada od 4.5 milijardi godina, tog urana biti još samo 25 %, a olova će biti 75 %, čime će se u budućnosti ustanoviti starost te stijene od 9 milijardi godina.

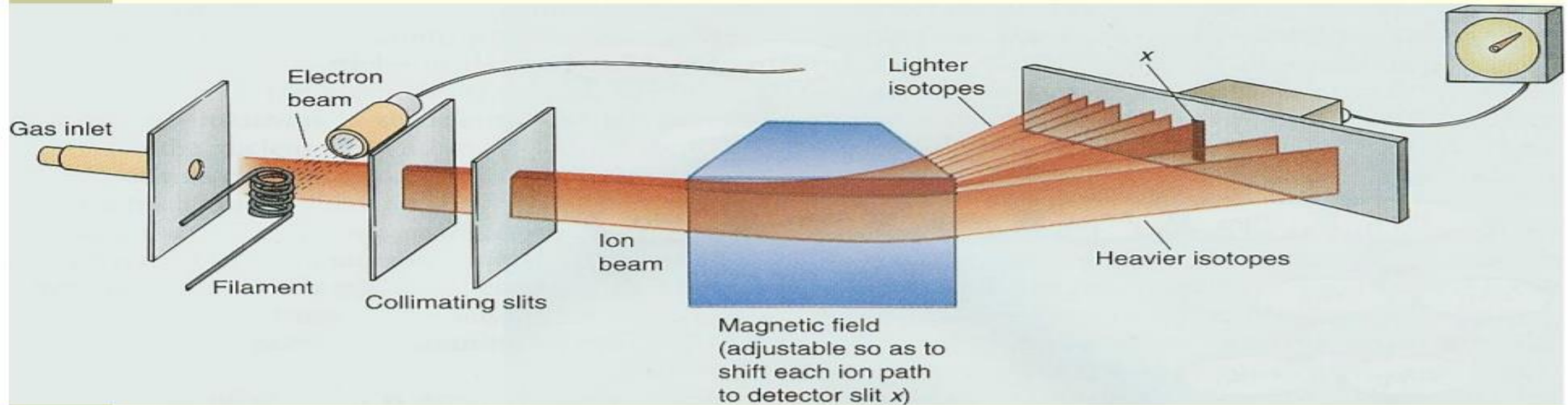


Određivanje apsolutne starosti stijena

- Među radioizotopnim metodama određivanja starosti stijena najviše se primjenjuju:
 - **Metoda uran-olovo** ($^{235}\text{U}/^{207}\text{Pb}$; $^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$) – najstarije stijene (Mesec, meteoriti)
 - **Metoda uran-torij** ($^{234}\text{U}/^{230}\text{Th}$) – koraljni grebeni
 - **Metoda kalij-argon** ($^{40}\text{K}/^{40}\text{Ar}$) – stijene koje sadrže K (magnatske stijene – feldspati)
 - **Metoda rubidij- stroncij** ($^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$)
 - **Radiokarbonatna metoda** (radiokarbon ili ugljik) – mlađih stijena i života

Određivanje apsolutne starosti stijena

Maseni spektrometar – određuje odnos količine radioaktivnog elementa i produkta njegova raspada u nekoj stijeni.



Princip rada: uzorak stijene se isparava i para se **bombardira elektronima**. Bombardiranjem atomi raznih elemenata prisutnih u stijeni ostaju bez elektrona, tj. postaju pozitivno nabijeni, prolaze kroz magnetsko polje koje ih **skreće pod kutem** koji **ovisi o njihovoj masi**. Tako različito teške atomske jezgre “udaraju” u različita mjesta mjernog polja u masenom spektrometru, gdje se njihove količine bilježe ili foto ili elektronskom metodom.

Stratigrafska klasifikacija

- Bazirala se na litološkim značajkama naslaga
- Geološka vremenska ljestvica izgrađivala se postupno i sistematski
- Nove jedinice bile su imenovane kako su bile otkrivene i opisivane, a imena su dobivale nekad po geografskim lokalitetima gdje su istraživane, a nekad po nekim pradavnim plemenima, a nekad po tipu naslaga koje ih izgrađuju
- Prva opisana, te karakteristična razvijena jedinica naziva se standardni profil ili **stratotip**
- Napretkom znanosti, tijekom 19. stoljeća, američki i engleski geolozi ustanovili su mnogo jedinica različitih naziva, kategorija, vremenskih pozicija i trajanja

Stratigrafska klasifikacija (razredba)

- 1833 god. Charles Lyell je prvi podijelio naslage kenozoika na pet manjih cjelina koje su se međusobno razlikovale po svom fosilnom sadržaju
- početak oblikovanja moderne Geološke vremenske ljestvice koja je sadržavala određene cjeline naslaga karakterističnog fosilnog sadržaja vertikalno poredane prema svojoj relativnoj starosti odozdo prema gore
- 1946. „*Sjevernoamerički stratigrafski kodeks*” – sadržane definicije i nazivlje svih jedinica iz svih kategorija Stratigrafske klasifikacije

Era	Period	Lyellova Shema		Moderna Shema	(Vrijeme u Mil.)
KENOZOIK (1841)	KVARTAR (1829)	Sadašnje (vrijeme od prve pojave čovjeka)	KVARTAR (1829)	Holocen (1885)	0.01
		Novi pliocen (1833) 90% živućih vrsta		Pleistocen (1839)	
	TERCIAR (1860)	Stari pliocen (1833) 33-50% živućih vrsta	NEOGEN (1853)	Pliocen	1.8
		Miocen (1833) 18% živućih vrsta		Miocen	5.3
		Eocen (1833) 3.5% živućih vrsta	PALEOGEN (1866)	Oligocen (1854)	24.0
				Eocen	37.0
				Paleocen (1874)	58.0
				65.0	

Stratigrafska klasifikacija (razredba)

- definiranje **vremenskog raspona** i **slijeda nastanka** određenih naslaga, **događaja** i **pojava** u litosferi **s ciljem omogućavanja njihovog odvajanja i usporedbe**
- Odvajaju se litostratigrafske, biostratigrafske i kronostratigrafske jedinice koje su povezane i tvore **litostratigrafski, biostratigrafski, kronostratigrafski i geokronološki razredbeni sustav**
- **litostratigrafski razredbeni sustav** - razvrstava stijene nastale u jednakim uvjetima s ujednačenim sastavom lateralno i vertikalno
- osnovna jedinica - **formacija**
- niže jedinice - **članovi**
- dvije ili više srodnih formacija - **grupa**

Stratigrafska klasifikacija (razredba)

- **Biostratigrafski razredbeni sustav** proučava razlike u okamenjenim ostacima životinjskih i biljnih organizama geološke prošlosti i njihov razvitak u vremenu,
- osnovna jedinica - **zona (biozona)**
- Postoje različiti tipovi zona ovisno o kriteriju koji ih definira.
 - **Cenozona (zajednička zona)** obuhvaća slijed slojeva koji sadržavaju neku zajednicu fosilno sačuvanih organizama.
 - **Rasponska zona (akrozona)** sadržava fosile neke određene vrste od početka njezina nastanka pa do njezina izumiranja.
 - **Vršna zona (epibola)** obuhvaća slijed slojeva u kojim je očit maksimalni razvitak neke skupine organizama

Stratigrafska klasifikacija (razredba)

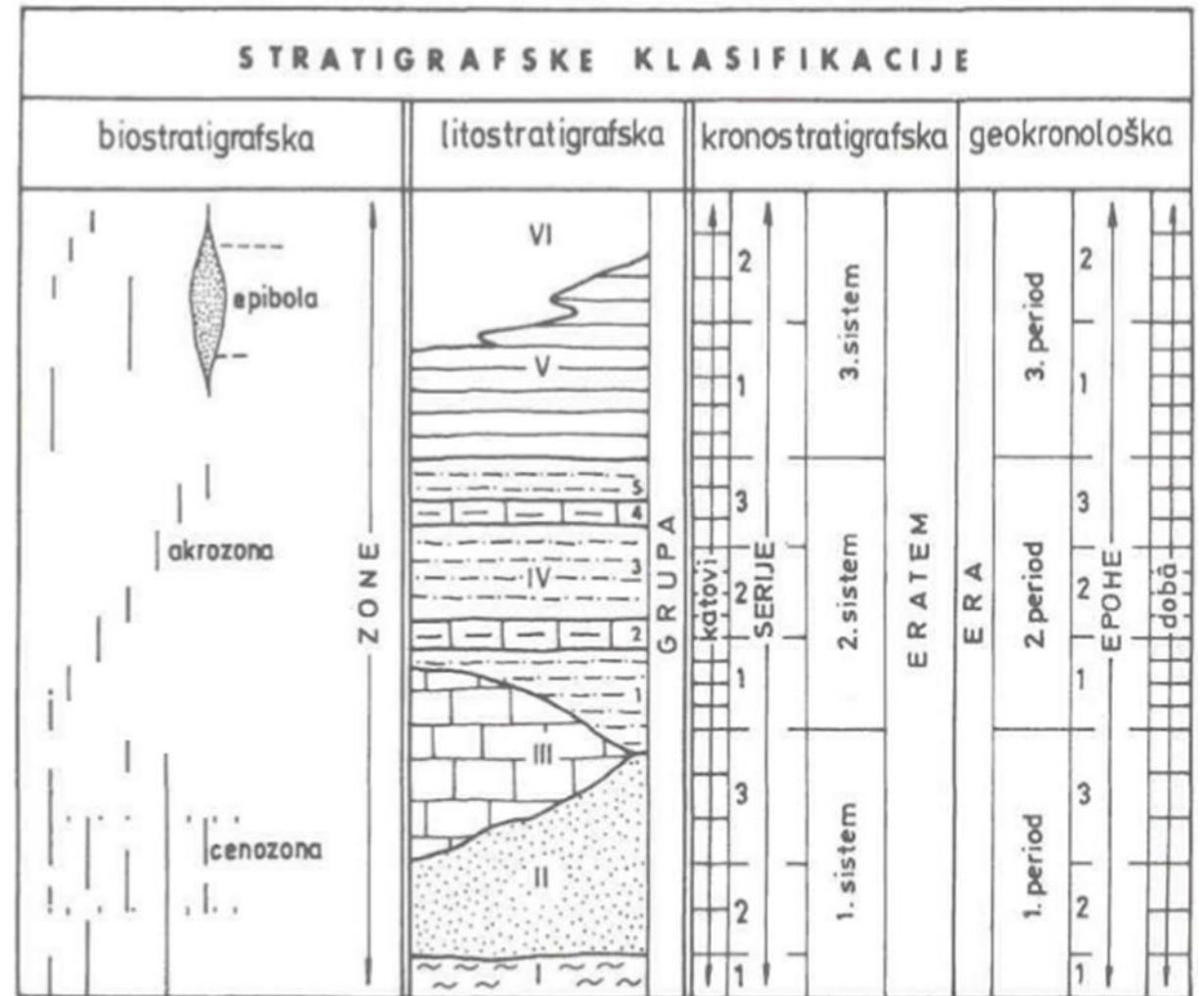
- **Kronostratigrafski razredbeni** sustav zasniva se na smještaju različitih litostratigrafskih i biostratigrafskih jedinica u jasan vremenski okvir u međusobnoj korelaciji.
- **Kronostratigrafske jedinice** predstavljaju naslage istaložene unutar određenog istog razdoblja, a **istodobnost** se određuje pomoću fosila, radionuklida, vremenski određenih graničnih horizonata.

kat → **serija** → **sistem** → **eratem** → **eonotem**

- **Geokronološki razredbeni sustav** sadržava sva razdoblja geološke prošlosti sa stupnjevima određenim kronostratigrafskim jedinicama,
- vremenski odsječak Zemljine prošlosti u kojima su se taložile neke stijenske jedinice nazivamo **geokronološke jedinice**.

Stratigrafska klasifikacija (razredba)

- Geokronološka jedinica Zemljine prošlosti dijeli se na:
 - eon (eonotem),
 - eru (eratem),
 - period (sistem),
 - epohu (seriju) i
 - doba (kat)



Osnovni klasifikacijski sustavi u stratigrafskoj geologiji (I-VI: formacije)

Stratigrafska klasifikacija (razredba)

- Odnos geokronoloških i kronostratigrafskih jedinica mogu se prikazati na primjeru fenerozoiskog eona

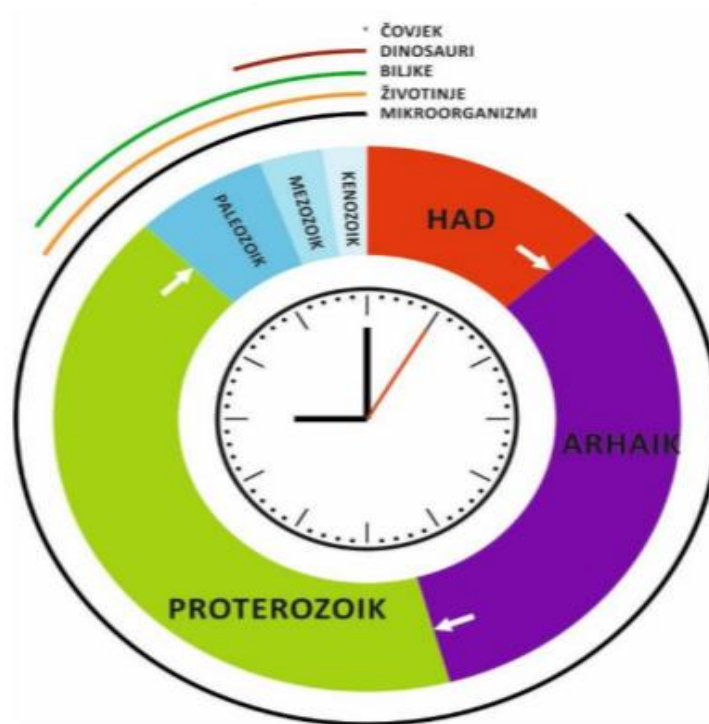
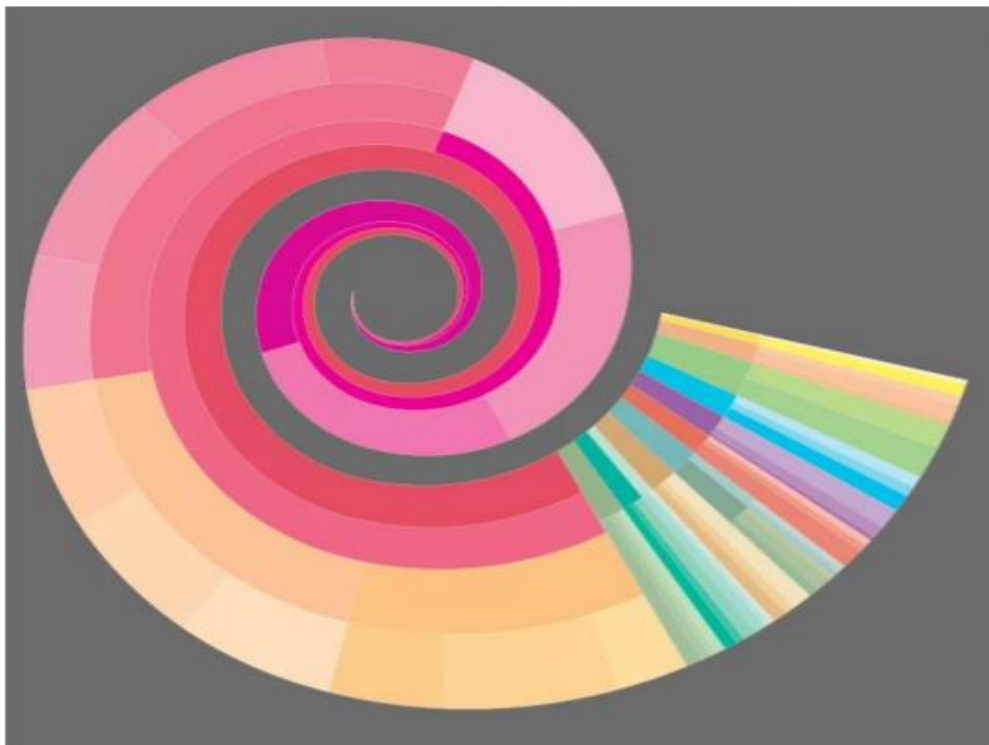
Tablica: Odnos geokronoloških i kronostratigrafskih jedinica

Geokronološka jedinica	Kronostratigrafska jedinica	Primjer
Eon	Eonotem	Fanerozoik
Era	Eratem	Mezozoik
period	Sistem	Jura
Epoha	Serija	Donja jura
doba	kat	hntagij

Stratigrafska klasifikacija (razredba)

Eon	Era	Period	Epoha	T*	Prva pojava	
Fanerozoik	Kenozoik	Kvartar	Holocen	0,01	Rod <i>Homo</i>	
			Pleistocen			
		Tercijar	Neogen	Pliocen	1,8	Ljudi
				Miocen	5,3	Čovjekoliki majmuni
			Paleogen	Oligocen	23,0	Recentni redovi biljaka i životinja
				Eocen	33,9	
				Paleocen	55,8	
	Mezozoik	Kreda	Gornja	145	Cvjetnice	
			Donja			
		Jura	Gornja	200	Ptice Procvat gmizavaca	
			Srednja			
			Donja			
		Trijas	Gornji	252	Golosjemenjače Sisari Dinosauri	
			Srednji			
			Donji			
		Paleozoik	Perm	Gornji	299	Sisaroliki gmizavci
				Donji		
	Karbon		Gornji	318	Šume sjemenjača Gmizavci	
			Donji			
	Devon		Gornji	359	Vodozemci Insekti Biljke	
			Srednji			
			Donji			
	Silur		Gornji	416	Ribe	
			Donji			
	Ordovicij		Gornji	444	Kolonizacija kopna	
			Srednji			
			Donji			
	Kambrij		Gornji	488	Većina koljena biljaka i životinja	
Srednji						
Donji						
Prekambrij	Proterozoik		542	Mekušci, Alge		
	Arhaik		2500			
	Hadean		4000			
				4560	Bakterije	

Stratigrafska klasifikacija (razredba)

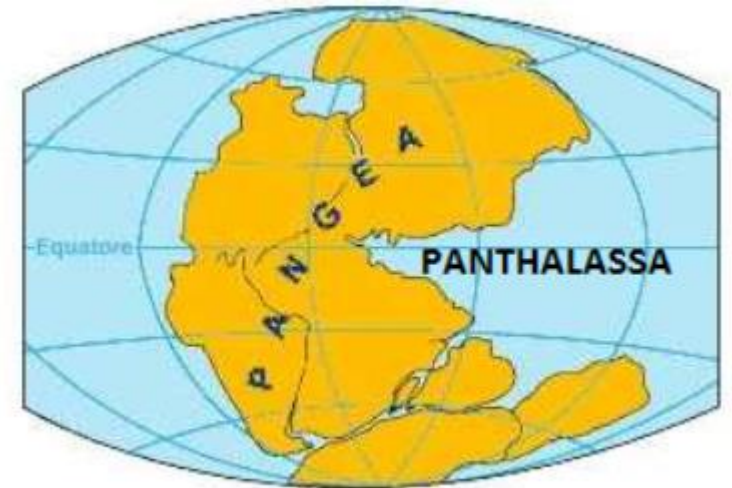


<https://youtu.be/rWp5ZpJAIAE>

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Continental_Drift_\(740_million-to-Today\).gif#/media/File:Continental_Drift_\(740_million-to-Today\).gif](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Continental_Drift_(740_million-to-Today).gif#/media/File:Continental_Drift_(740_million-to-Today).gif)

Prekambrij

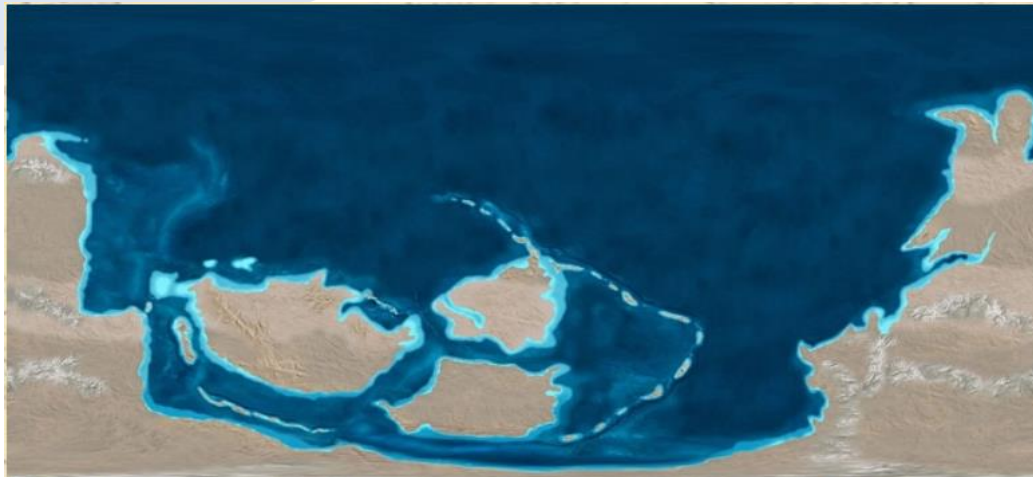
- Obuhvaće najveći dio geološkog vremena (četiri milijarde godina)
- Jednostavni oblici života u moru
- prve orogeneze - konsolidiranje kratona (štitova)
- nema života na kopnu, površina zemlje nalikuje pustinji ili mjesečevoj površini.
- Prema koncepciji kretanja ploča, na kraju proterozoika postojalo je jedinstveno kopno Pangea i ocean Pantalassa



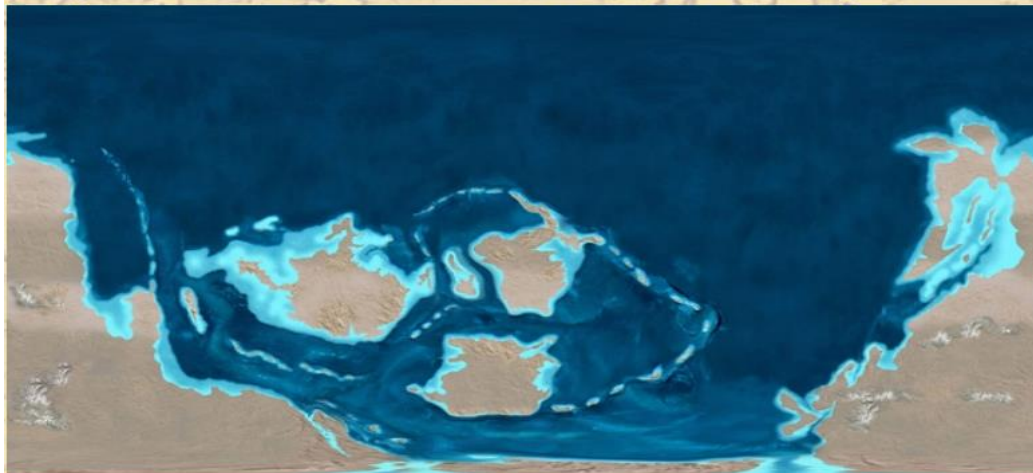
Paleozoik

- Palaeozoik (stari život) se dijeli na šest perioda: **kambrij, ordovicij, silur, devon, karbon i perm**
- Obuhvaća razdoblje od prve pojave rasprostranjenih, tvrdoljušturnih fosila do vremena kada su kontinentima počeli dominirati veliki i relativno sofisticirani reptili i relativno moderne biljke.
- nastavak orogenetskih aktivnosti započetih u prekambriju
 - Bajkalska orogeneza
 - Kaledonska orogeneza (Apalači, Kaledonidi),
 - Hercinska (Hercinidi)
- orogenezama prošireni postojeći kontinenti

Kambrij (započinje prije 542 milijuna godina)



Raspored kontinenata i oceana u ranom kambriju...



...i na kraju kambrija
(<https://www2.nau.edu/rcb7/index.html>)

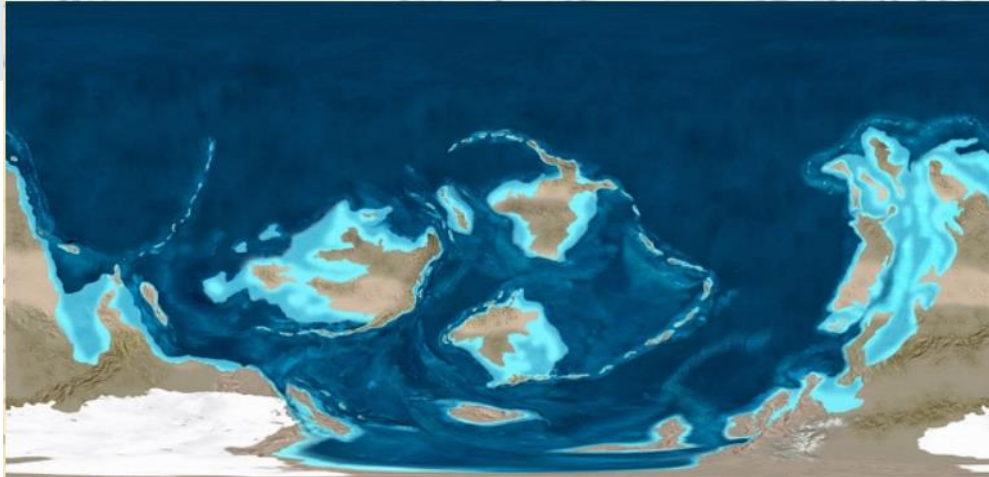
- Fosili sa skeletom, morski organizmi
- Trilobiti



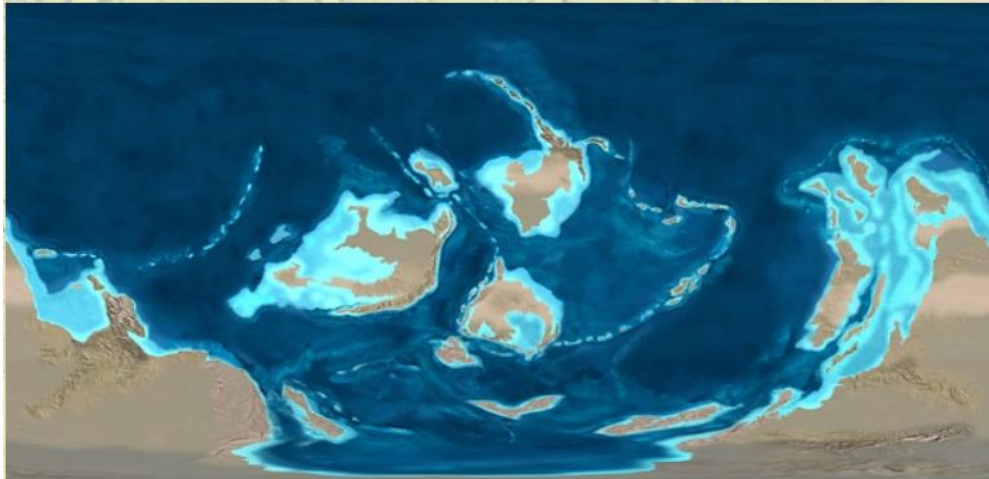
http://geol.pmf.hr/~jsremac/link/06_paleozoik.HTML

Ordovicij (prije 488,3 milijuna godina)

- topla klima, mora pokrivala većinu planeta, izdižu se planine
- alge, izrada grebena, koralji, spužve i mekušci



Raspored kontinenata i oceana u srednjem ordoviciju...

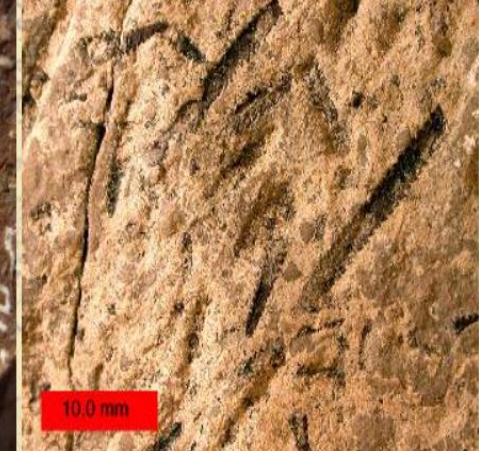


...i na kraju ordovicija

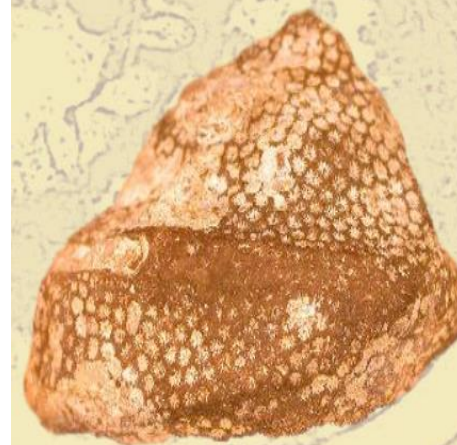
(<https://www2.nau.edu/rcb7/index.html>)



Mahovnjaci iz doba ordovicija



Graptoliti, planktonski organizmi iz doba ordovicija



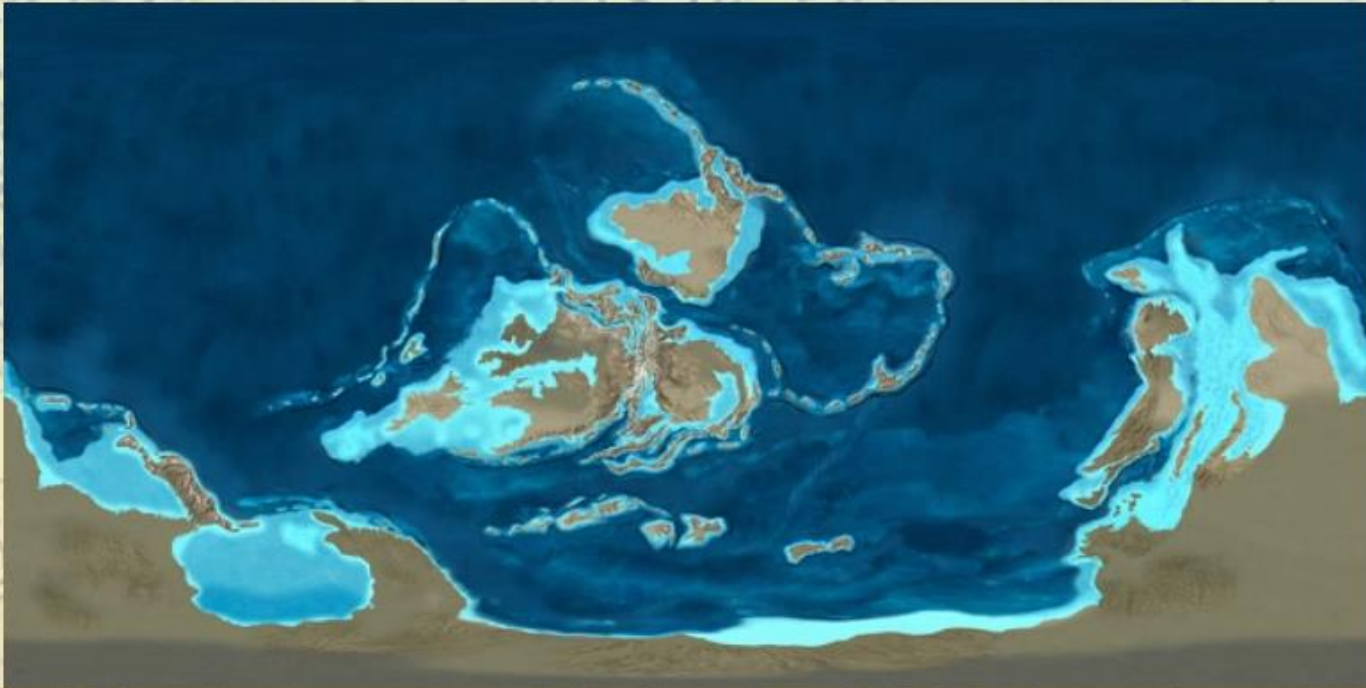
Ordovicijski kolonijski koralj



Ordovicijski ramenonožac

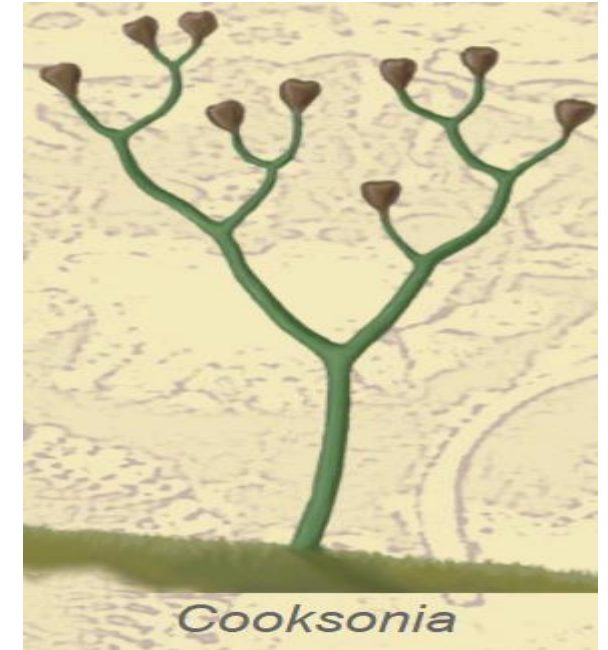
Silur (prije 443,7 milijuna godina)

- prve besčeljusne ribe, prvi kralješnjaci, život na kopnu, prve kopnene biljke papratnjače



Raspored kontinenata i oceana u siluru.
(<https://www2.nau.edu/rcb7/index.html>)

-krajem silura jaki orogenetski pokreti (kaledonska orogeneza) i izdizanje nove kontinentalne kore na području čitave današnje Europe, S. Amerike i srednje Azije

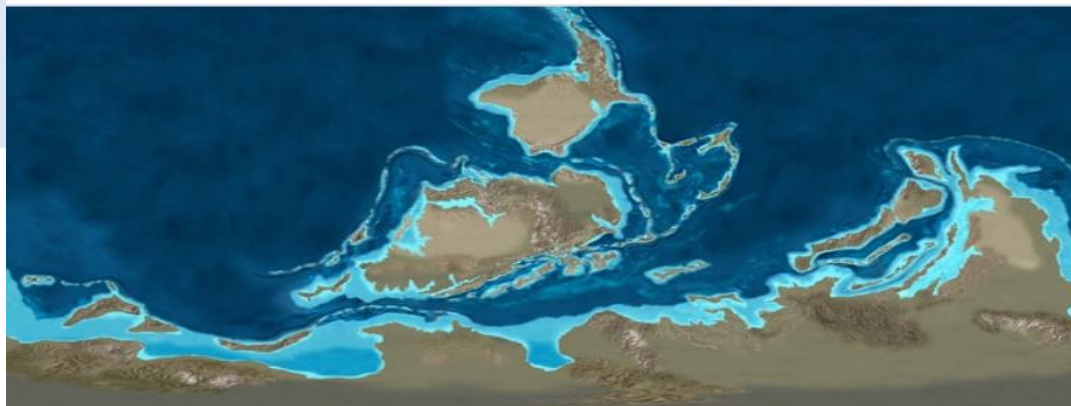


http://geol.pmf.hr/~jsremac/link/09_silur.HTML

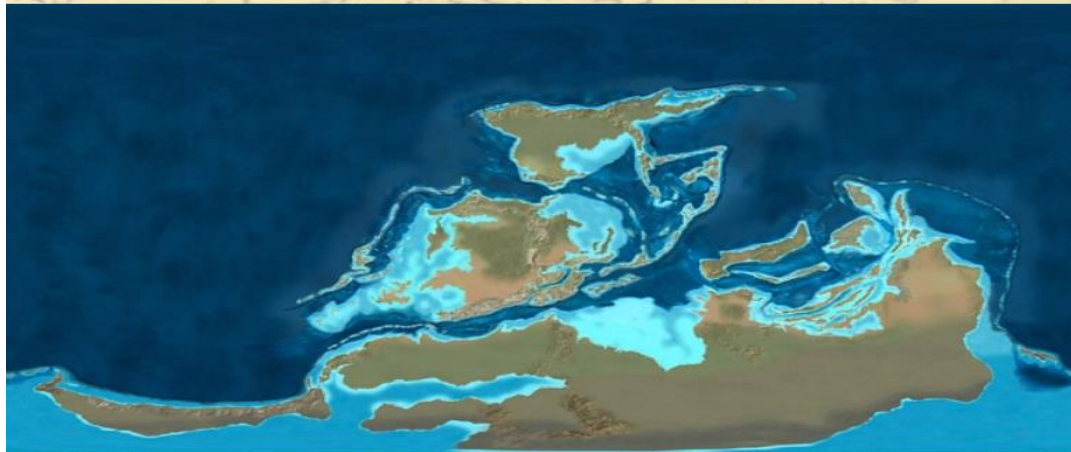


SLIKA 4.16 *Halysites* sp., silurski tabulatni koral (Foto: [Wilson44691/wikimedia](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wilson44691))

Devon (prije 416 milijuna godina)



Raspored kontinenata i oceana u doba ranog devona...



...i u srednjem devonu .

(<https://www2.nau.edu/rcb7/index.html>)

- izražena tektonska aktivnost, stvaranje superkontinenta Pange
- sušna klima
- ocean Pantalasa pokriva veliki dio planeta

- prve sjemenjače, stvaranja velikih šuma, školjkaši, puževi
- devon doba riba
- evolucija prvih kopnenih životinja, vodozemaca



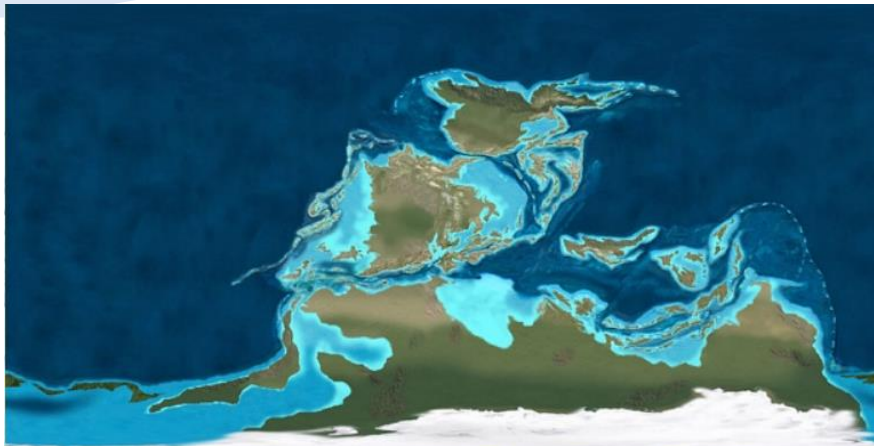
SLIKA 4.22 Skelet *Ichthyostega* u moskovskom Paleontološkom muzeju

(Foto:OlegTarabanov/Wikimedia)

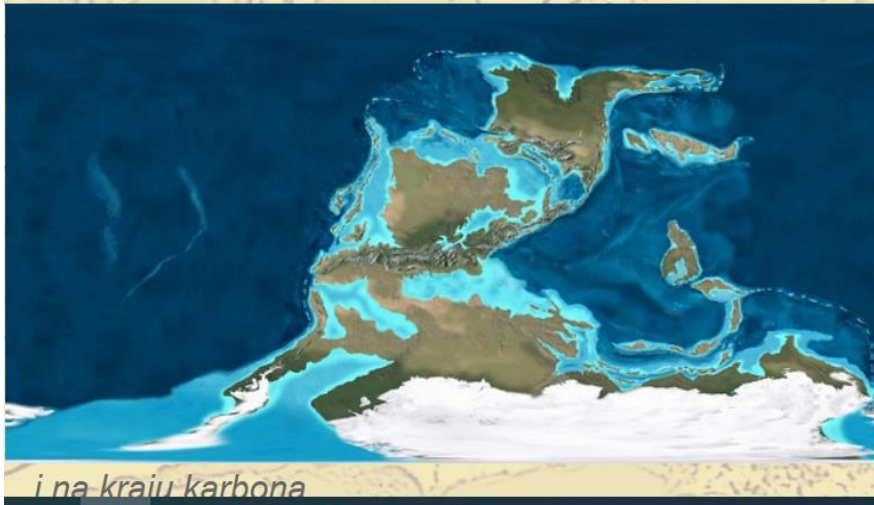
http://geol.pmf.hr/~jsremac/link/10_devon.HTML

Karbon (prije 359,2 milijuna godina)

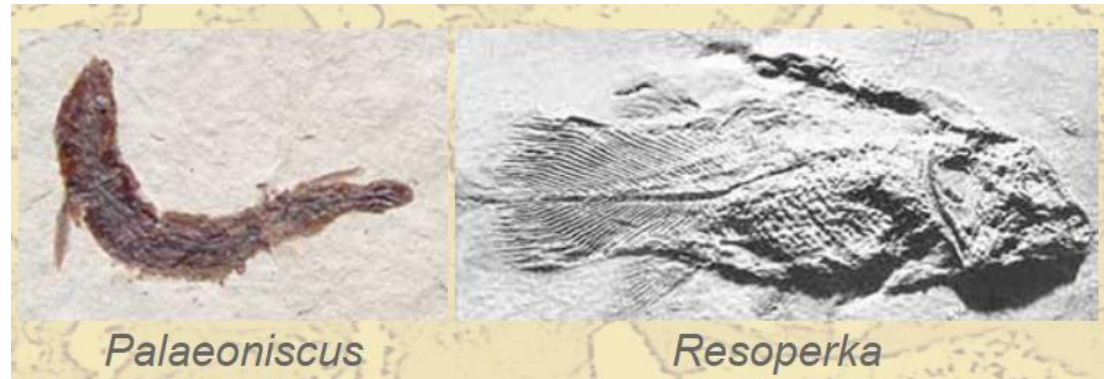
- globalni pad morske razine, nastavlja se stvaranje planina, nabiranja, vulkanskih aktivnosti
- nastaju velika ležišta ugljena
- prvi gmazovi
- naslage glinenih škriljavaca, lapora, konglomerata, pješčenjaci



Raspored kontinenata i oceana na početku karbona...



i na kraju karbona



Palaeoniscus

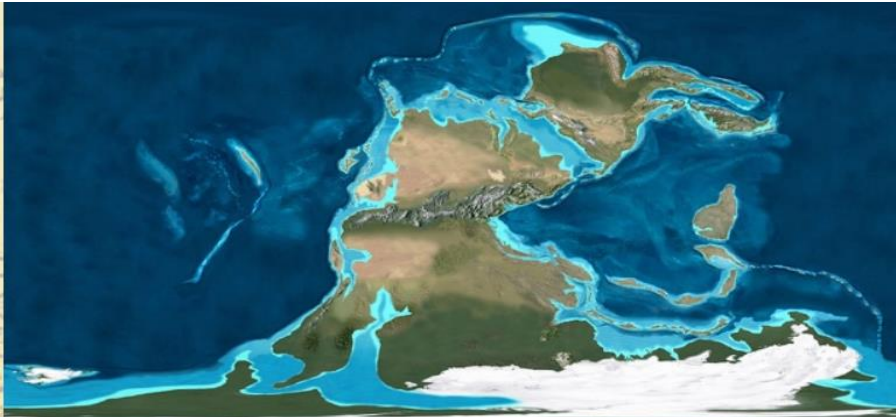
Resoperka



Rekonstrukcija Helicopriona (procijenjena dužina 3 - 4 m) i njegova fosilizirana zubna spirala

Perm (prije 299 milijuna godina)

- nastala Pangea spajanjem svih plutajućih kontinenata
- prevladavaju pustinje
- nastaju današnji kukci
- završava Paleozoik – stijene na području Medvednice, Papuka (metamorfne stijene), Kordun, Banija, Velebit i Lika



Raspored kontinenata i oceana na početku perma...



...i na kraju perma .

(<https://www2.nau.edu/rcb7/index.html>)



Dimetrodon (295 - 272 mil. godina). Bliži je predak modernim sisavcima nego gmazovima. Do sada je poznato dvadeset vrsta koje se razlikuju i po dimenzijama (duljine 1,7 - 4,6 m, težine 28 - 250 kg). Fosili su pronađeni u Sjevernoj Americi i Europi. Imali su veliko „jedro“ na leđima koje je vjerojatno koristilo za reguliranje tjelesne temperature.



Amonit u šejlu

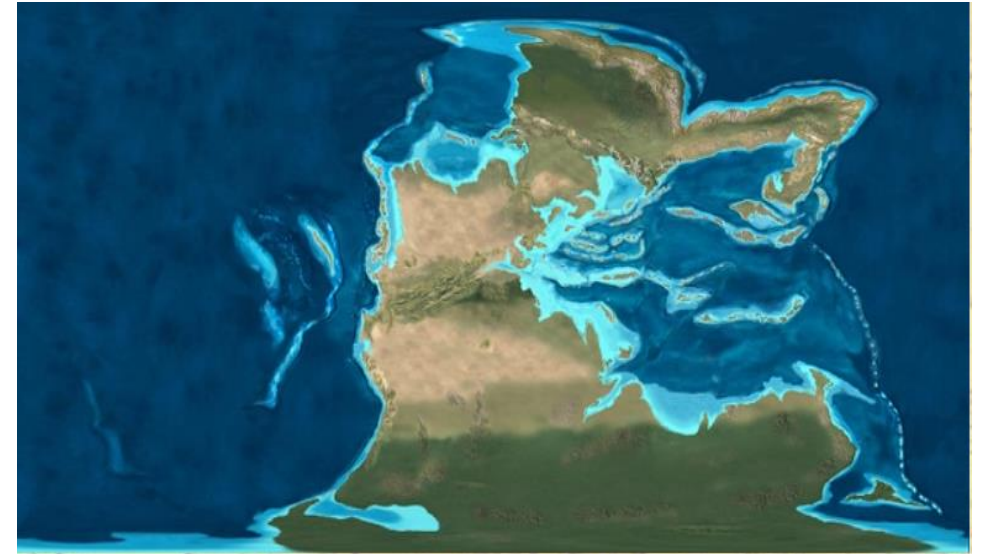
Gorski kotar

Mezozoik

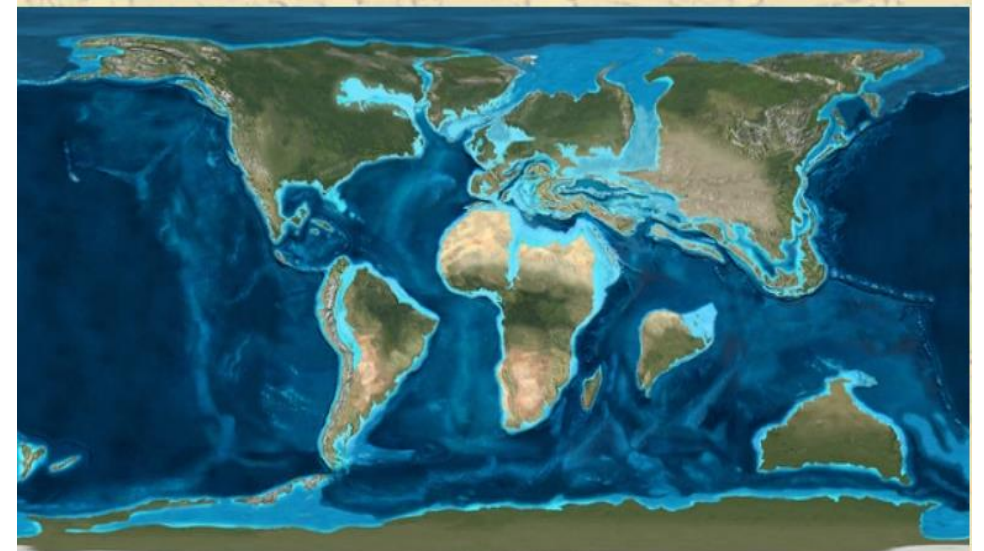
- Mezozoik (srednji život) ima tri perioda: **trijas, jura i kreda**
- Nastale su **ptice** i **dinosauri**, najdominantniji kralježnjaci na kopnu, pojavljuju se i **prvi sisavci**
- Razdoblje **golosjemenjača** nešto manje kritosjemenjača
- Znatni orogenetski pokreti na prelasku iz paleozoika u trijas poznati su kao **pflačka orogenetska faza**
- Pangea (jedinствeno kopno) i **Panthalassa** (jedinствeni oceanski prostor) postojali su do kraja trijasa

Mezozoik

- Otvara se novi oceanski prostor **Tethys** (Meditersko more), koji razdvaja Pangeu na Lauraziju (današnja Evropa, Azija i Sjeverna Amerika) i Gondwanu (Australiju, Afriku, Južnu Ameriku, Antartik i Indija)
- Krajem jure Gondwana se razdvaja na J. Ameriku, Afriku i Indiju.
- Krajem krede otvara se Indijski ocean koji razdvaja Australiju i Antartiku.



Raspored kontinenata i oceana u doba ranog mezozoika...

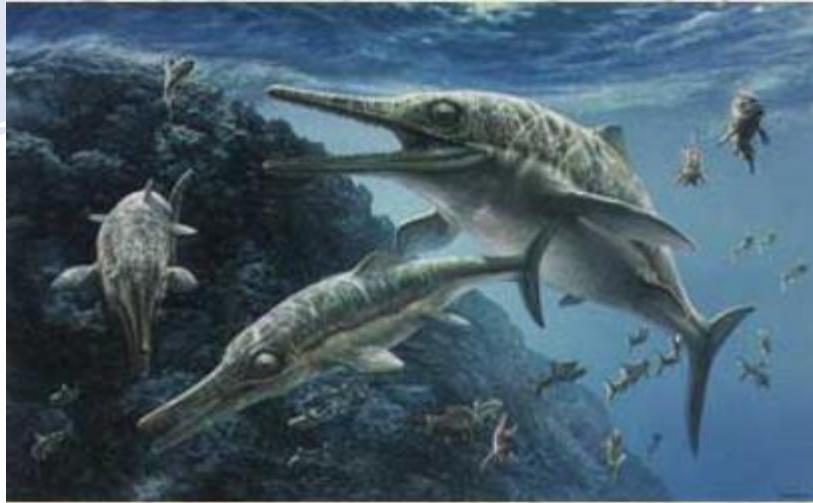


...i na kraju mezozoika.

(<https://www2.nau.edu/rcb7/index.html>)

Trijas

- prije 253, 9 m. g.
- počinje razvoj sisavaca
- nema vegetacije
- uz rijeke šume, paprati
- krokodili gmazovi,
- prvi dinosauri
 - golemi biljojedi



Prikaz morskog života u trijasu



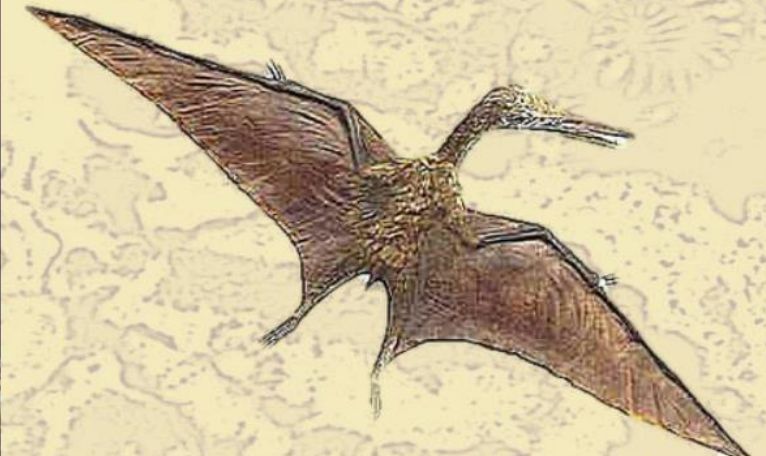
Postosuchus ("krokodil iz Posta") bio je primitivan arhosaur koji je tijekom perioda kasnog trijasa (prije između 228 i 202 miliona godina) nastanjivao Sjevernu Ameriku. Naziv tog arhosaura potiče od nalazišta Post, u kojem su pronađeni mnogobrojni ostaci jedinki tog roda. Živio je u tropskom staništu gdje je bio jedna od najvećih životinja u tom ekosistemu i lovio je biljojede poput *trilophosaurus*a i *typtothorax*a.

http://geol.pmf.hr/~jsremac/link/14_trijas.HTML

Coelophysis (oko 6 m) je jedan od prvih grabežljivaca. Pojavio se u srednjem trijasu. Po građi tijela je sigurno da je jedan od najbržih kopnenih životinja svog vremena. Bio je uspješan mesožder koji se hranio manjim reptilima i vodozemcima, a njegova jedina obrana od mnogo većih predatora, bila je agilnost i brzina.



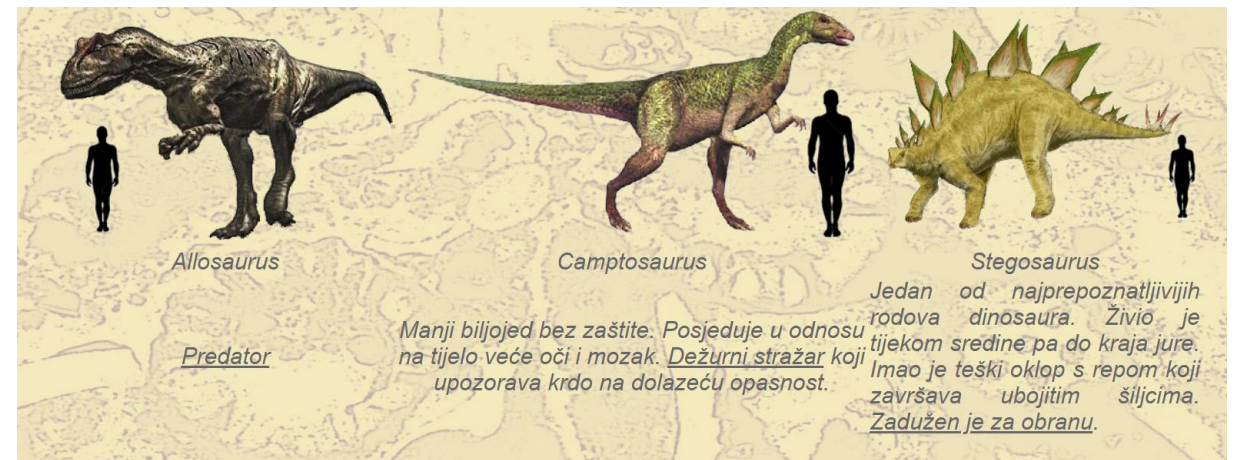
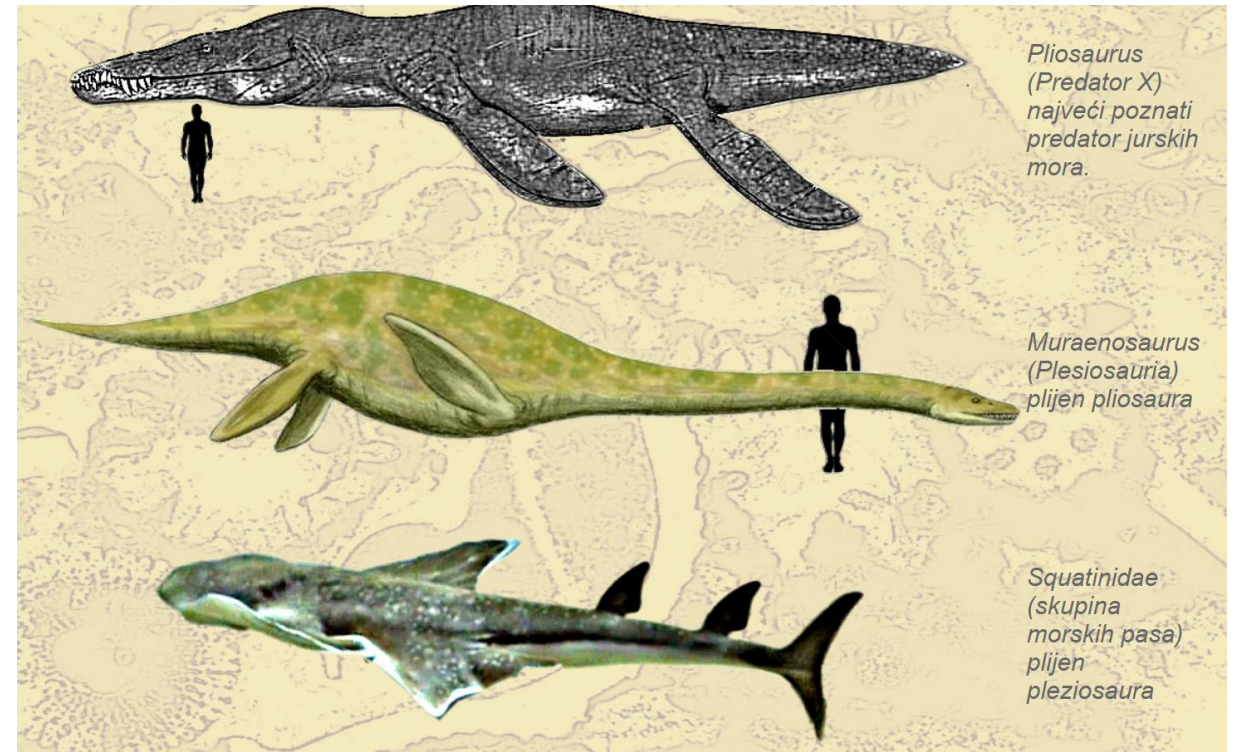
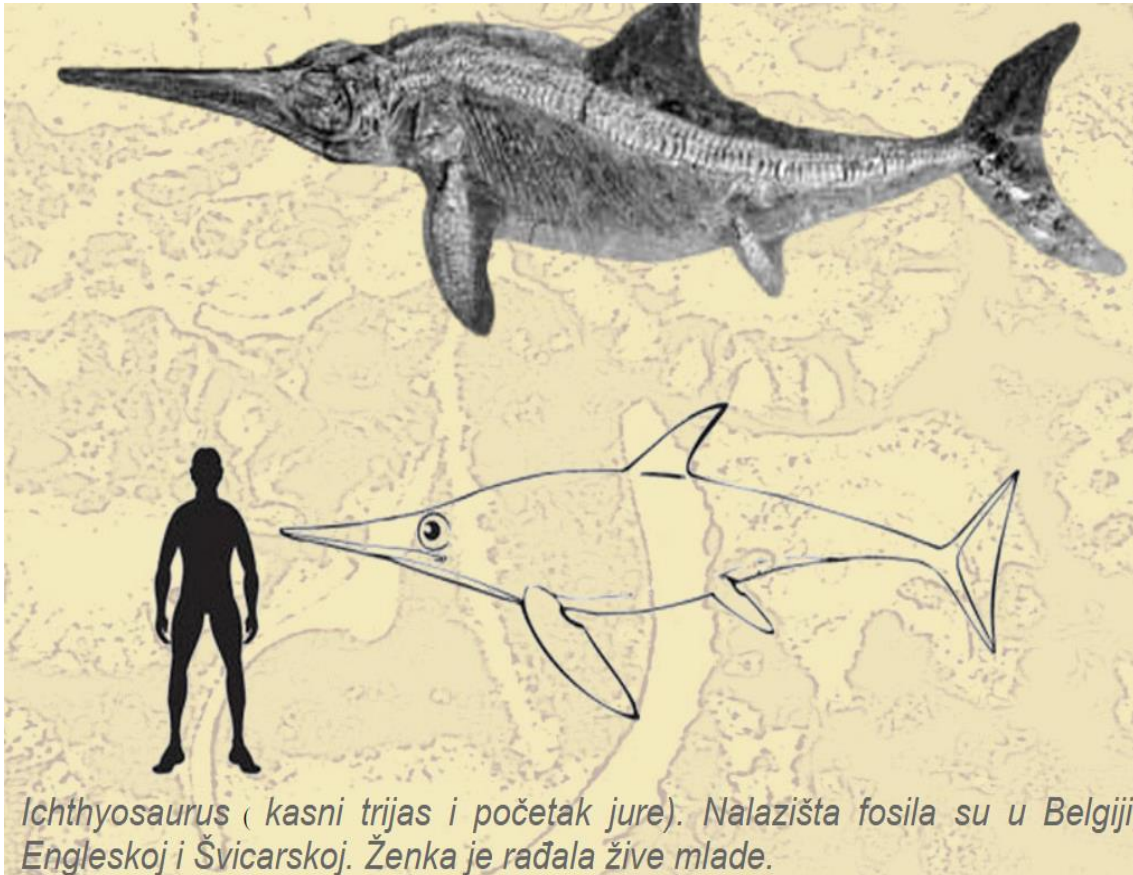
Plateosaurus je rod plateosauridnih dinosaura iz kasnog trijasa (prije 216-199 miliona godina), koji je živio na području današnje centralne i sjeverne Europe. Mislilo se da su dvonošci, no novi dokazi dokazuju da su prvenstveno četveronošci osim



Pterosaurus ("krilati gušter") živio je od kraja trijasa do kraja krede (prije 220-65 miliona godina). Oni su najraniji kralježnjaci koji su savladali tehniku leta. Krila su im od kožne membrane i mišića a kosti su šuplje što im je tijelo činilo lakšim za letenje.

Jura (prije 199,6 milijuna godina)

- vegetacija na zemlji,
- leteći gmazovi,
- preteče današnjih ptica,
- biljke cvejtjače
- ribe i morski reptili

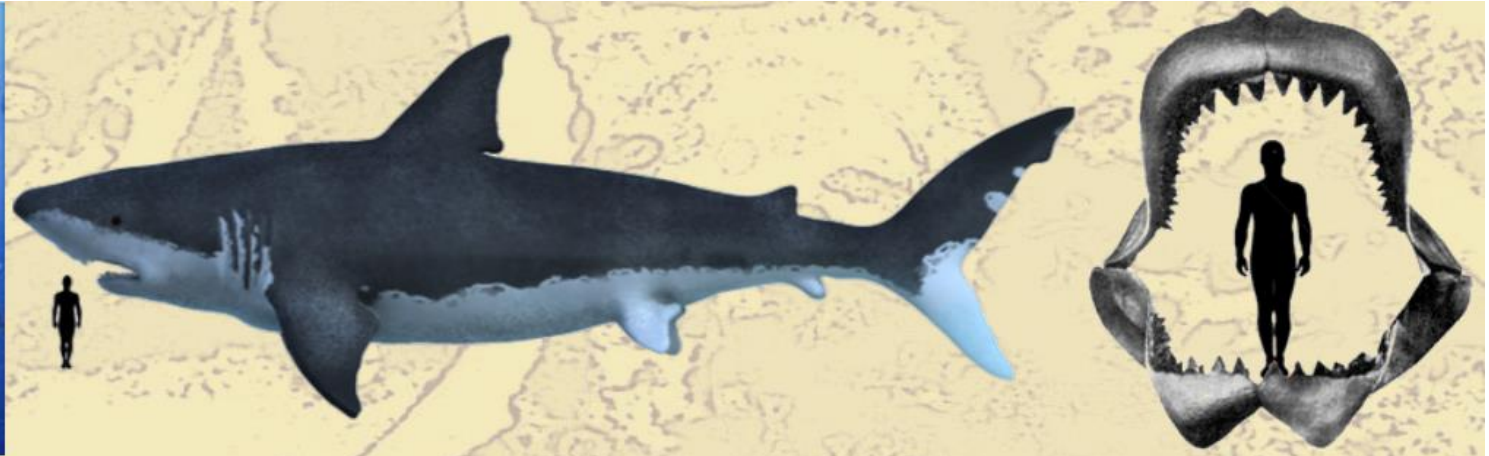


Kreda (prije 145, 5 milijuna godina)

- prva stabla (smokve, platane, magnolije)



Carcharodon megalodon



Megalodon u usporedbi s čovjekom. Procjenjuje se po ostacima zuba da je mogao doseći duljinu do 20 m.

Neki od uzroka izumiranja

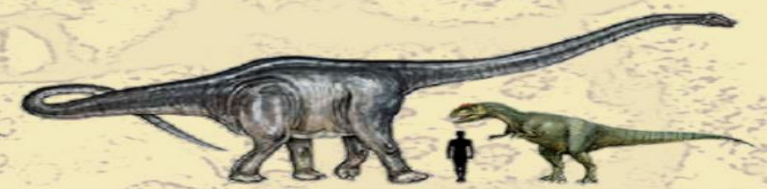
Uzorak koji se ponavlja: Na svakog golemog biljoždera dolazi jedan golemi grabežljivac koji živi u njegovoj blizini. Kad su golemi sauropodi izumrli, golemi su grabežljivci ostali bez glavnog izvora hrane pa su i sami bili osuđeni na propast.



*Ornithomimid (plijen, duljina 15-18m)
- Neovenator (predator, duljina 8m,
visina 3m, težina 3 tone.)*



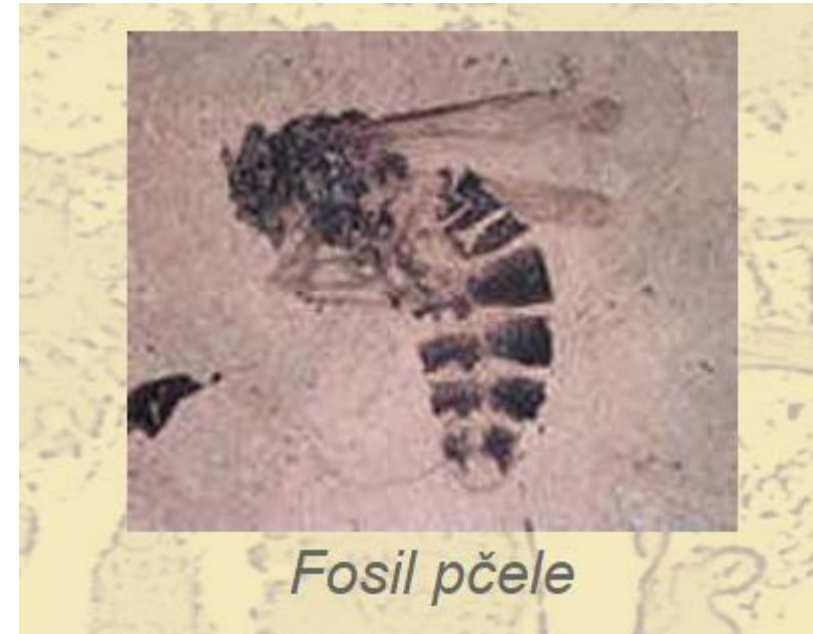
*Mamenchisaurus (plijen,
duljina 20-35m, visina 7-13m,
težina 18-56 tona) - Sinraptor
(predator, duljina 8m, visina
3m, težina 3 tone.)*



*Diplodocus (plijen, duljina 20m, težina
10-16 tona) - Allosaurus (predator,
duljina 9m, visina 3.5m, težina 4
tone.)*

Kreda

- izumiranje dinosaura
- mravi termiti, leptiri, školjke raže, morski psi

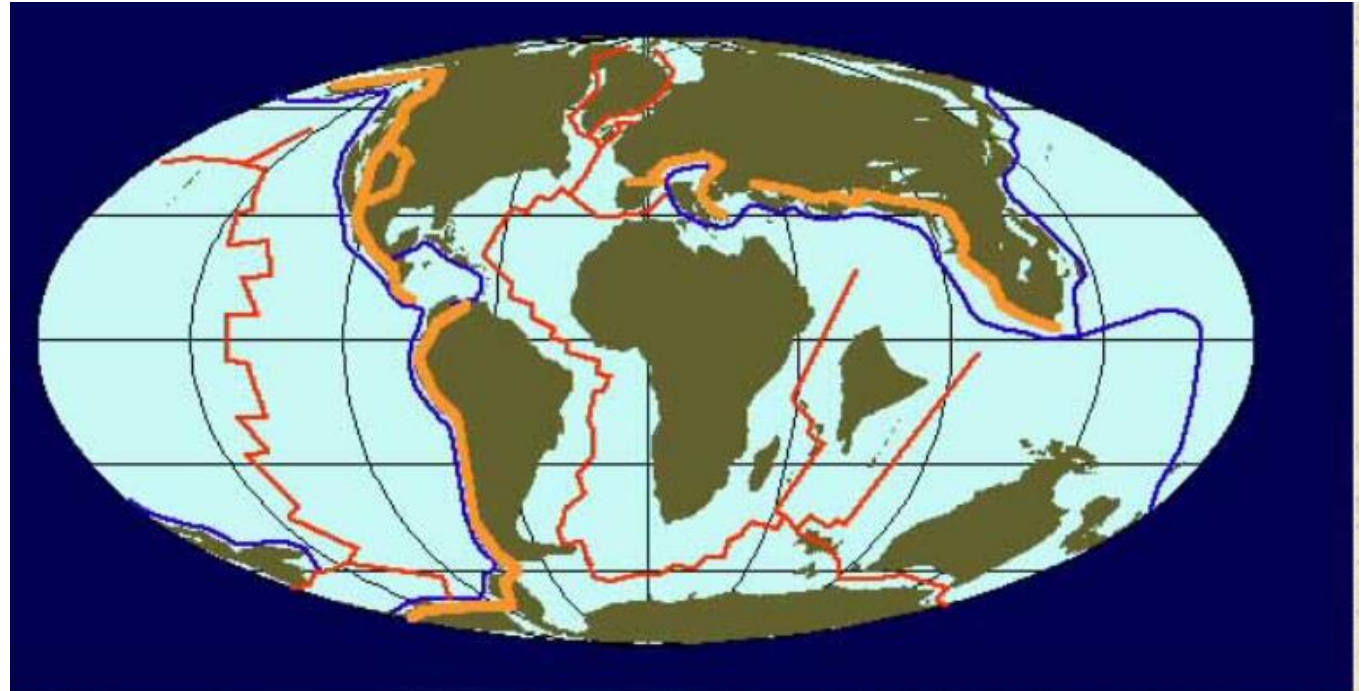


Kenozoik

- Kenozoik (novi život) čine **paleogen i neogen (tercijar), te kvartar**
- brzi razvoja sisavaca - „**doba sisavaca**“
- Kenozoiska era je razdoblje tijekom kojeg su kontinentalni prostori Zemlje poprimili današnji izgled i raspored
- Krajem kenozoika pojavili su se i **prvi ljudi**

Paleogen

- paleocen, eocen, oligocen
- kratoni i dalje u pokretu
- postoji kopnena veza između S. Amerike, Grenlanda i Europe
- prvi predstavnik konja
- prvi primati
- početak modernih sisavaca
- nastaje fliš (lapor, konglomerati, pješčenjaci, vapnenci u vertikalnoj izmjeni)

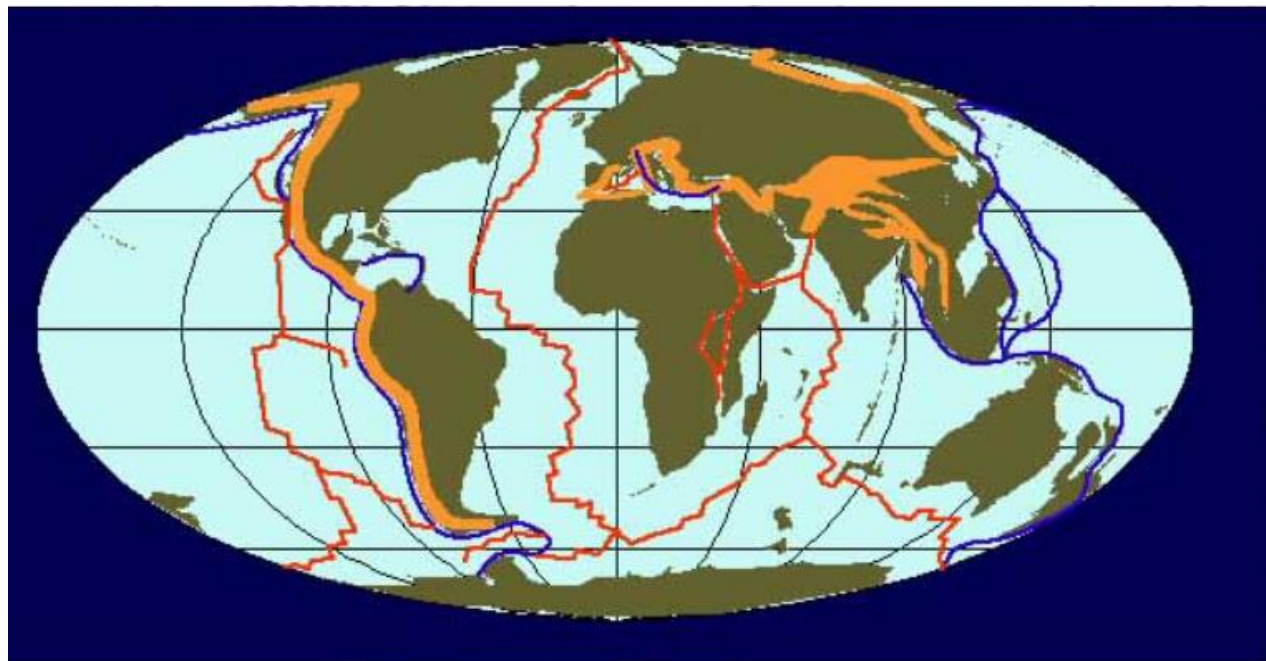


Zemlja u paleogenu

(http://hal.astr.ucl.ac.be/textbook/chapter5_node8.html)

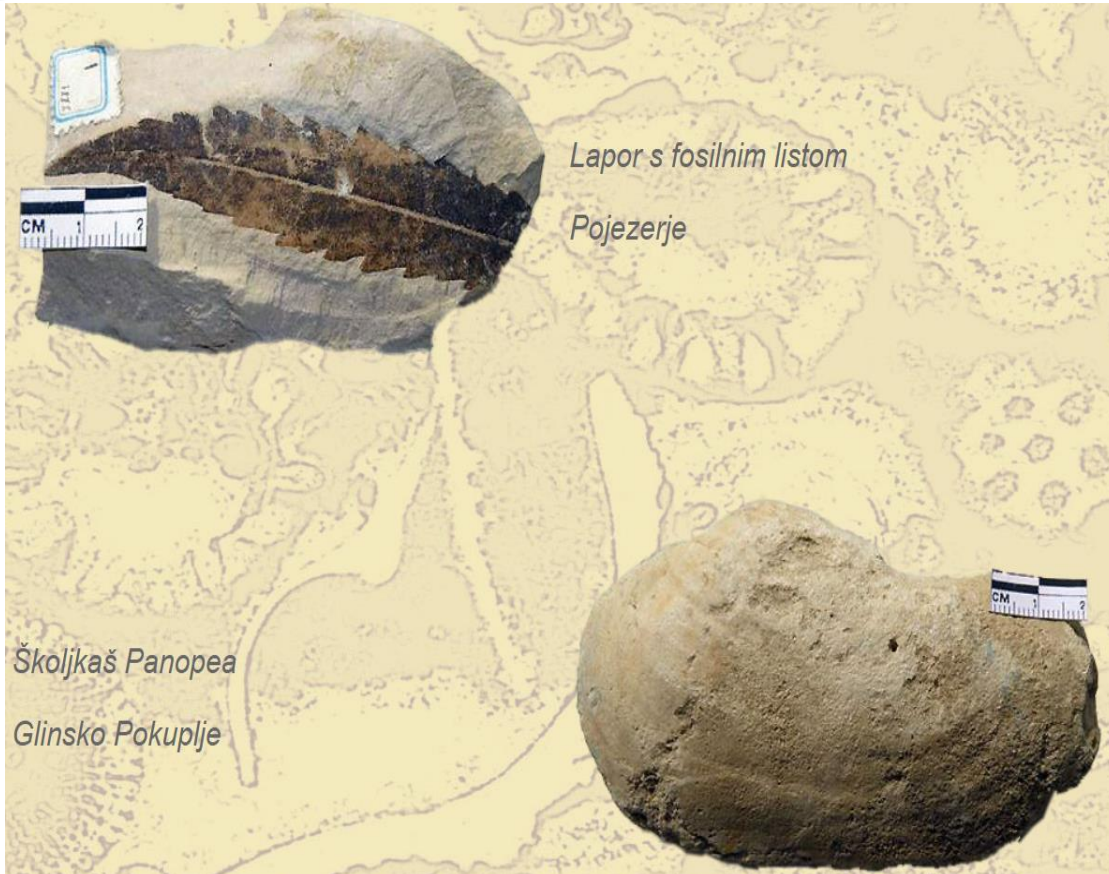
Neogen

- miocen i pliocen
- prekinuta morska veza između Mediterana sa Atlantikom
- zahlađenje klime
- evolucijski napredak kitova
- procvat žaba, miševa, zmija i ptica pjevica
- doba zeljastog bilja
- daljnji razvoj primata

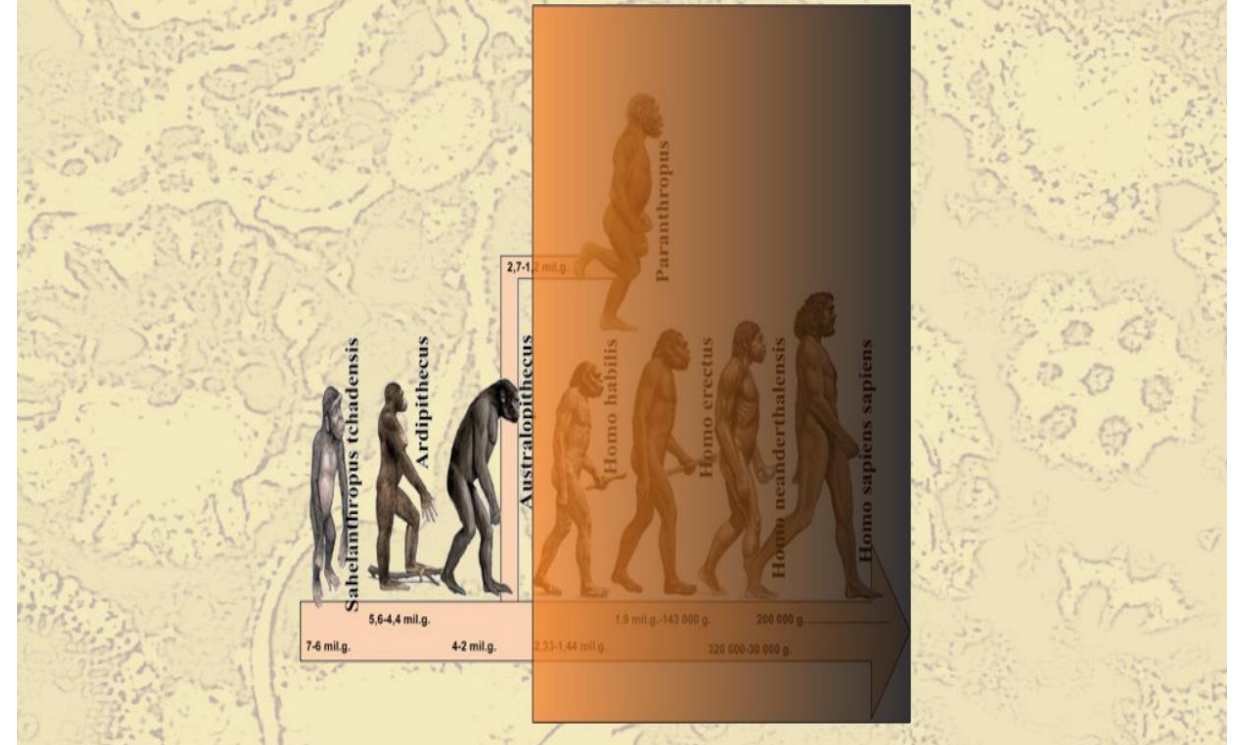


*Raspored kontinenata i oceana u neogenu
(http://hal.astr.ucl.ac.be/textbook/chapter5_node8.html)*

Neogen



Prema kraju razdoblja, u savanama Afrike pojavljuju se prvi hominidi, što se smatra jednim od najvažnijih događaja u neogenu.



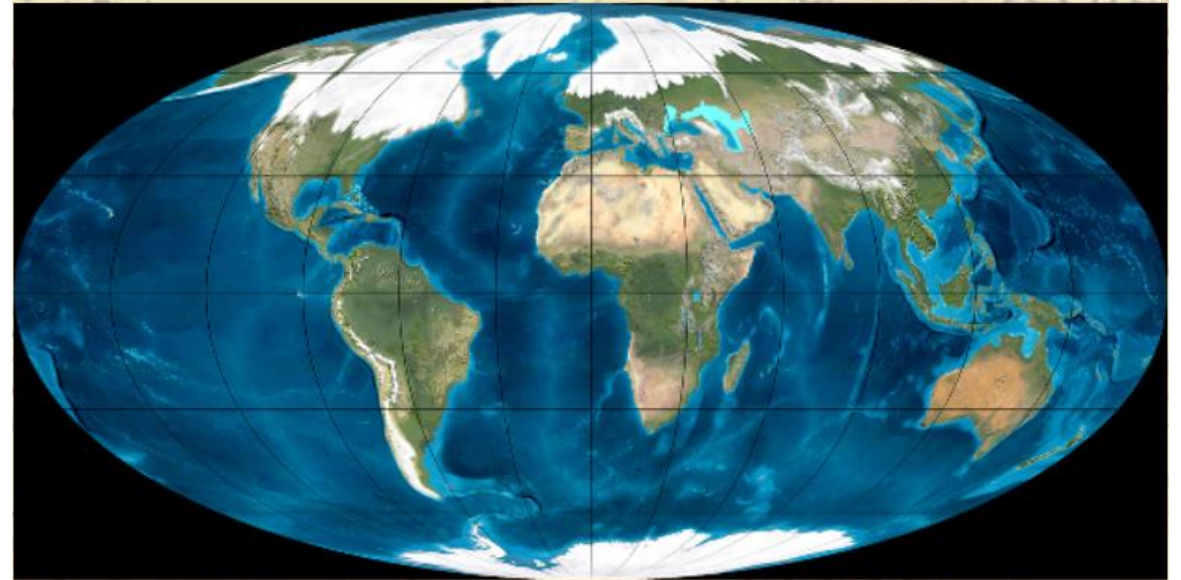
Kvartar

- **Kvartar** – prije 1,81 milijun godina, čine ga **pleistocen (diluvij) i holocen**.
- Razdoblje potpunog razdvajanja nekadašnje Pangee i oblikovanja kontinenata koji poprimaju današnji položaj.
- Razdoblja **glacijala - interglacijala** (oscilacija klime, 4 velike oledbe)
- Razdoblja ledenog doba (veće površine zemlje prekrivene ledom)
- Razdoblje formiranja rijeka i njihovo erozijsko djelovanje
- Sedimenti toga doba su **molase, glacijalni i fluviglacijalni materijali, te eolske taložine**.

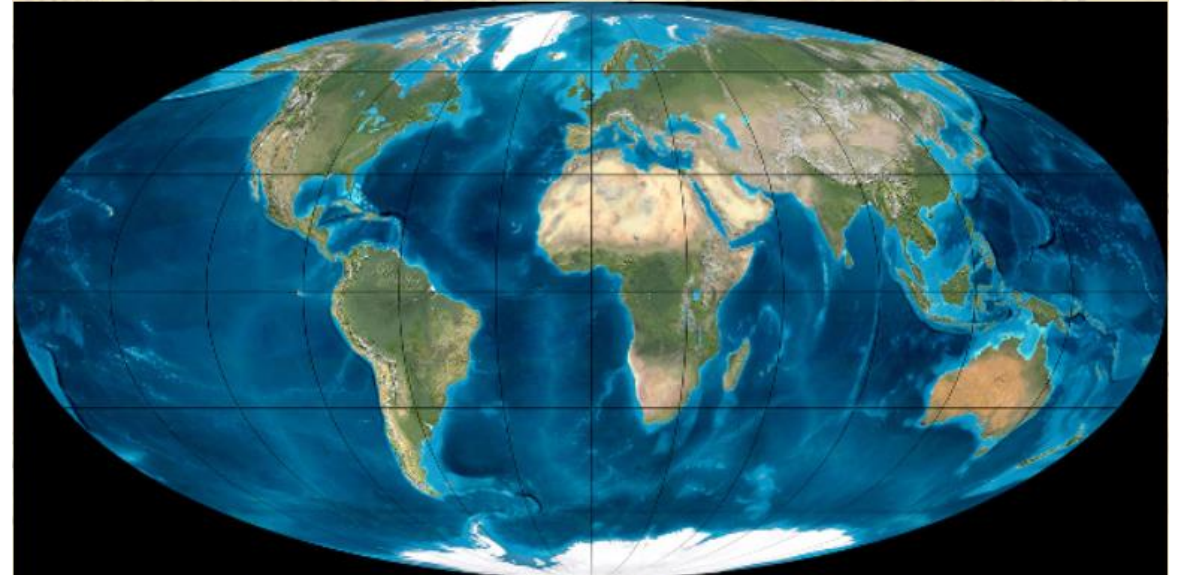
Holocen

- Holocen obuhvaća posljednjih 11700 godina i **traje još i danas.**
- Holocen označava razdoblje prevlasti najinteligentnije vrste sisavaca – ljudi,
- Razdoblje podizanja mora do 96 m
- Razdoblje u kojem je stabilizacija klime omogućila razvoj ljudske civilizacije.
- Početak holocena poklapa se s prelaskom paleolitika u mezolitik.

- Kenozoiske naslage – na velikom području Hrvatske
- Istra, Ravni kotari, Otoci, Velebit
- Neogenske naslage: lapori, pješčenjaci, vapnenci na sjeveru Hrvatske te organogeni-barski sedimenti, pijesci, šljunci i gline



Raspored kontinenata i oceana u doba ranog kvartara...



...i danas. (<https://www2.nau.edu/rcb7/index.html>)

