

ISTORIJSKA GEOLOGIJA

Studijski program GEOGRAFIJA

Godina I, Semestar II

April, 2020.

(2 - Prekambrijum)

dr Slobodan Radusinović, naučni saradnik UCG

Predavanja pripremljena na osnovu:

OPŠTA GEOLOGIJA

Autori udžbenika

Prof. dr Nataša Gerzina, vanredni profesor

Prof. dr Ivana Carević, vanredni profesor

Izdavač

Univerzitet u Beogradu – Rudarsko-geološki fakultet, 2019

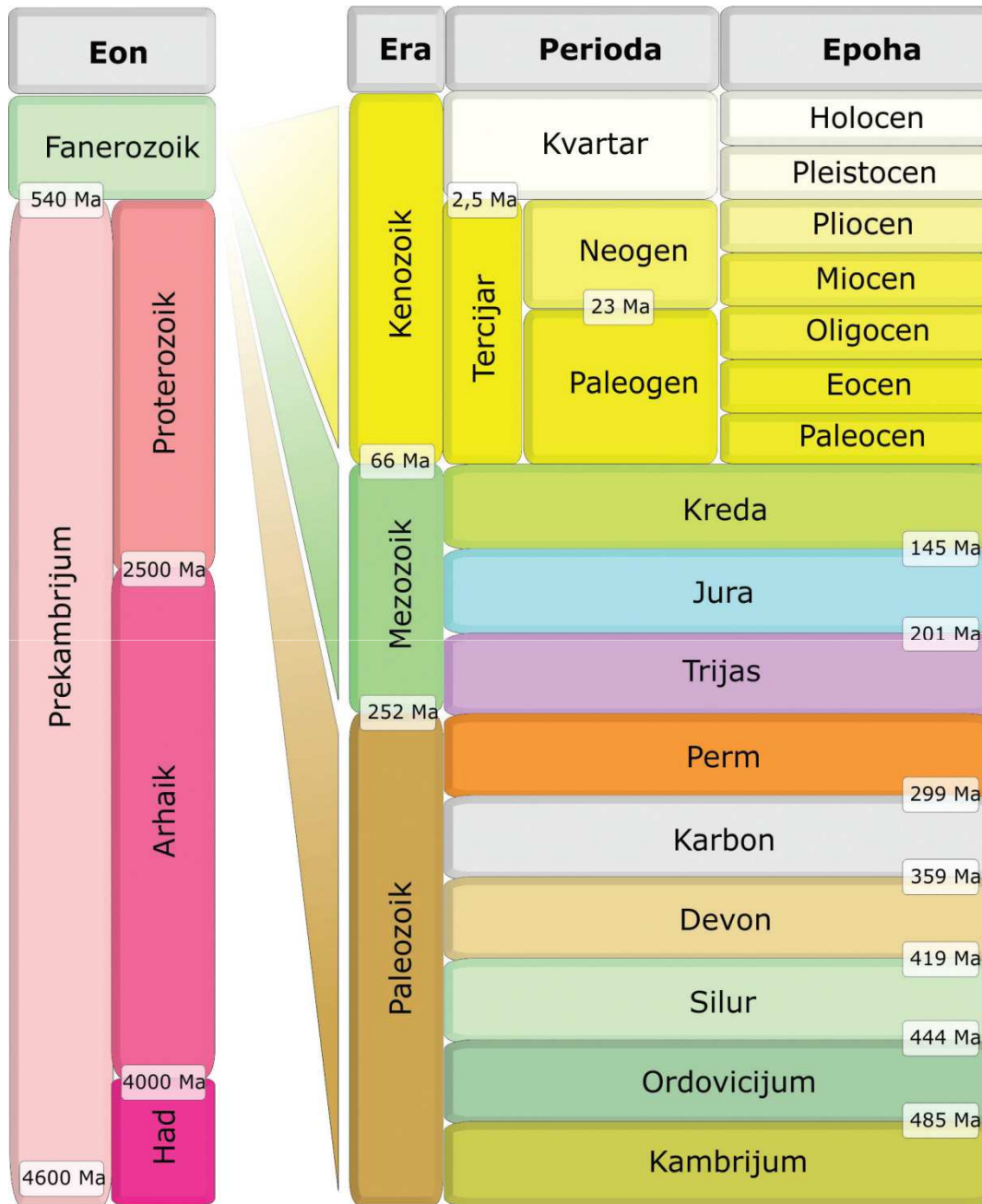
4. RAZVOJ ZEMLJE KROZ GEOLOŠKO VREME

Prekambrijum

Had

Arhaik

Proterozoik



SLIKA 3.26 Geohronološka skala

Izvor: Opšta geologija. Gerzina i Carević, 2019

ISTORIJSKA GEOLOGIJA - GEOLOŠKA VREMENSKA SKALA-

Geološka vremenska skala

predstavlja sveukupno vrijeme od postanka Zemlje do danas – 4,6 milijardi godina.

Podijeljena je na: **eone**, eoni na **ere**, ere na **periode**, periode na **epohe**, epohe na **katove**.

“Prekambrijum” obuhvata tri eona: **had**, **arhaik** i **proterozoik** (sufiks **“zoik”** označava prisustvo životinjskog svijeta) – vrijeme od nastanka Zemlje do prije 540 Ma, odnosno do pojave **“vidljivog života”** na Zemlji.

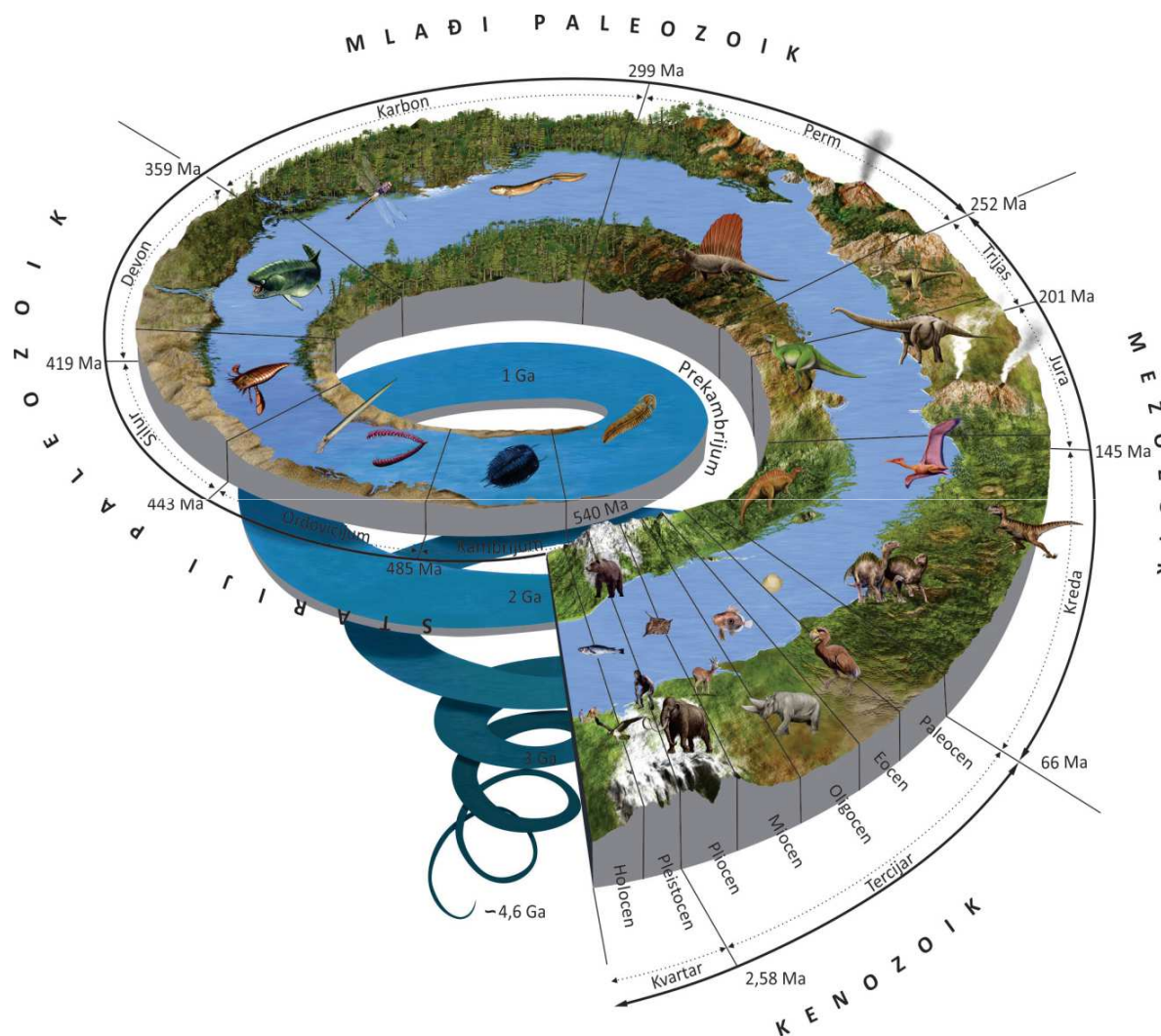
Fanerozoik – poslednji eon u geološkoj istoriji Zemlje zraje poslednjih 540 Ma i podijeljen je na tri ere: **paleozoik**, **mezozoik** i **kenozoik**.

Granice između era su obilježene masovnim izumiranjem živog svijeta.

ISTORIJSKA GEOLOGIJA

- RAZVOJ ZEMLJE KROZ GEOLOŠKO VRIJEME -

Razvoj Zemlje traje već milijardama godina. Najveći dio vremena tokom geološke istorije Zemlja je predstavljala gotovo beživotnu planetu. Početkom fanerozoika nastaje pojava, a tokom njegovog trajanja dinamičan razvoj života na Zemlji. Različite biljne i životinske grupe su nestajale tokom masovnih izumiranja, a umesto njih su se pojavljivale nove, bolje prilagođene novonastalim uslovima.



SLIKA 3.1 Spiralna skala geološkog vremena
(Foto: Nicolas Primola/Depositphotos)

Izvor: Opšta geologija. Gerzina i Carević, 2019

ISTORIJSKA GEOLOGIJA

- RAZVOJ ZEMLJE KROZ GEOLOŠKO VRIJEME -

Planeta Zemlja stara je oko **4,6 milijardi godina**.

Tokom **prekambrijuma**, Zemlja je milijardama godina bila gotovo beživotna planeta, a onda je krenuo nagli razvoj različitih formi života prije nešto više od **540 miliona godina**.

To vrijeme, koje predstavlja manje od 15% ukupne evolucije Zemlje nazivamo **fanerozoikom**.

PREKAMBRIJUM

Prekambrijum je neformalna kategorija na geološkoj vremenskoj skali.

Obuhvata vrijeme od nastanka Zemlje do pojave „vidljivog života” na Zemlji.

Prekambrijum je podijeljen na tri eona:

- HAD,
- ARHAIK i
- PROTEROZOIK.

ISTORIJSKA GEOLOGIJA

- RAZVOJ ZEMLJE KROZ GEOLOŠKO VRIJEME -

PREKAMBRIJUM

HAD

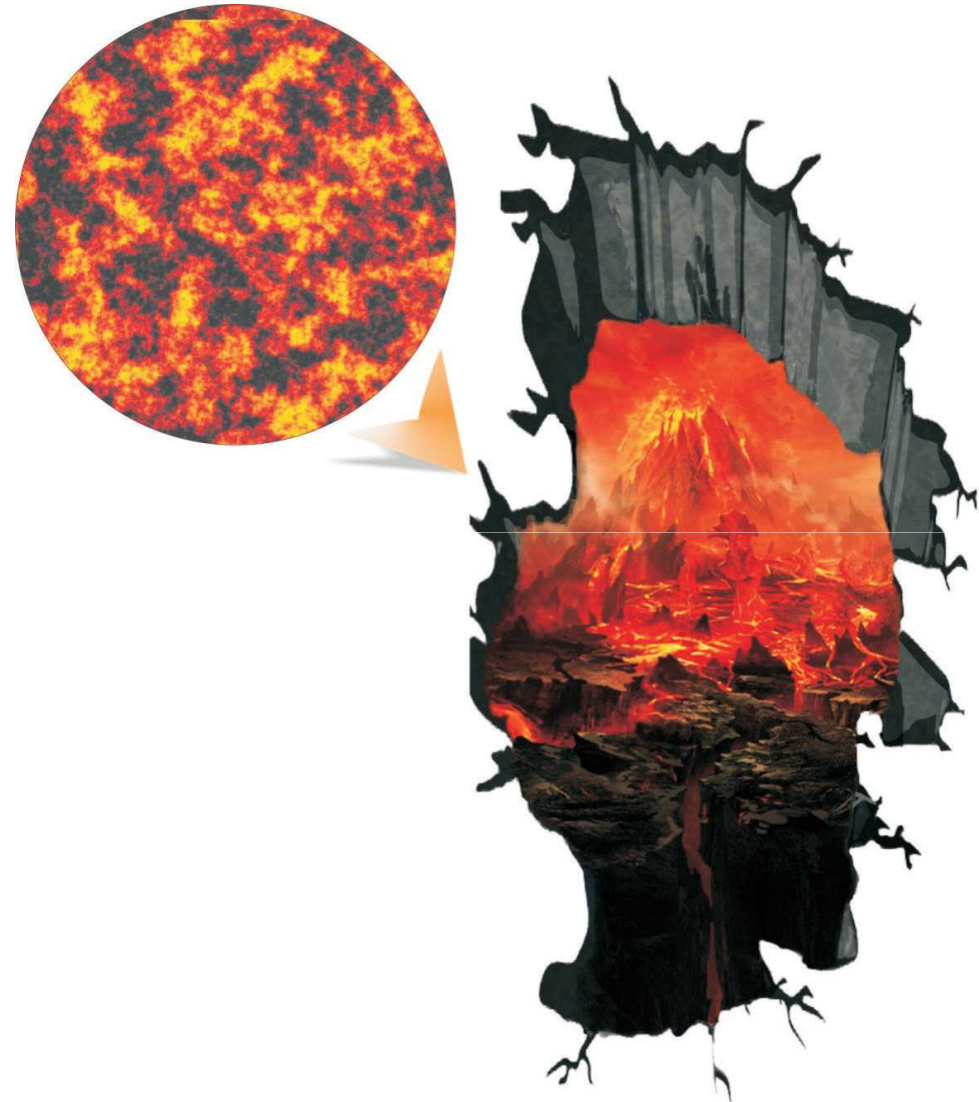
Najstariji period u evoluciji Zemlje.

Trajavao je od nastanka Zemlje do formiranja Zemljine kore.

To je prvi eon na geološkoj vremenskoj skali.

Had ne smatramo geološkim periodom (u pravom smislu) jer je tada Zemlja bila još uvek stopljena i kora nije bila formirana (SLIKA 4.1).

Nedostatak kore, odnosno nepostojanje stijena hadske starosti je glavni razlog što had ne smatramo pravim geološkim periodom.



SLIKA 4.1 Hipotetička rekonstrukcija izgleda Zemlje tokom hada (Foto: pngtree.com)

ISTORIJSKA GEOLOGIJA

- RAZVOJ ZEMLJE KROZ GEOLOŠKO VRIJEME -

PREKAMBRIJUM

ARHAIK

Prva prava geološka era je **arhajska era** ili **arhaik**.

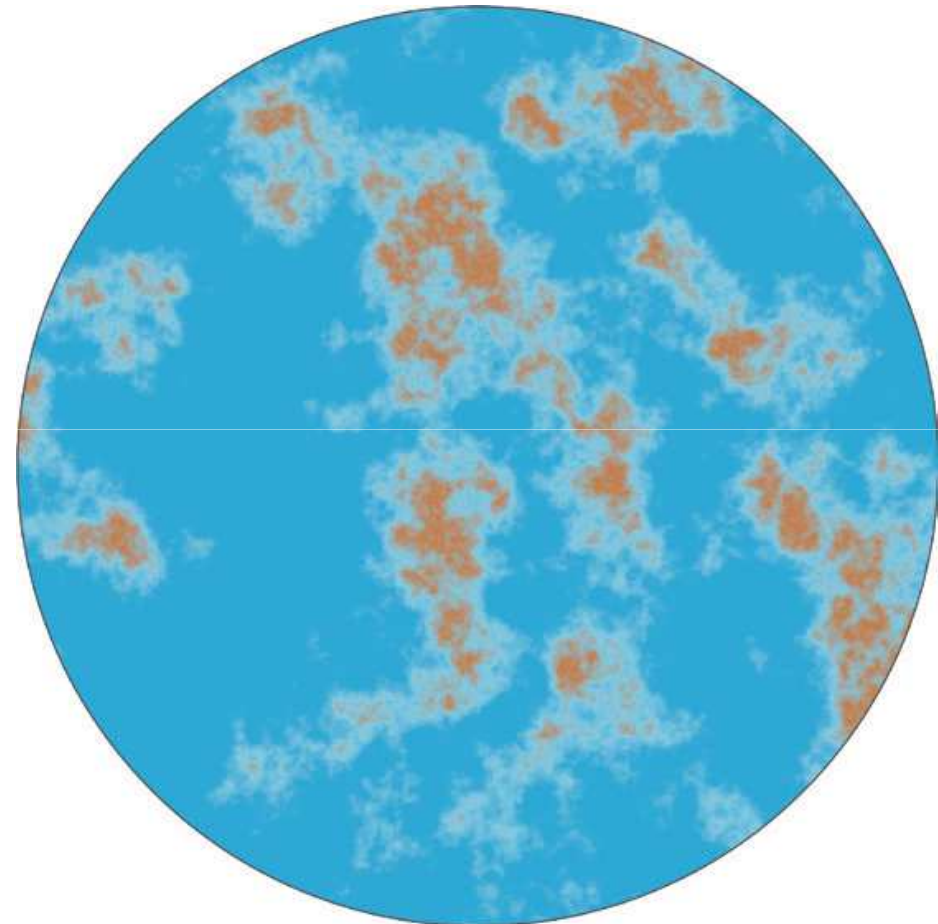
Arhaik je trajao skoro 1,5 milijardi godina (~4–2,5 Ga).

Izgled Zemlje je tokom arhaika znatno izmijenjen.

Formirana je prva kora (SLIKA 4.2), koja je bila okeanskog tipa.

Unutrašnjost Zemlje u arhaiku bila je nekoliko puta toplija nego danas.

Omotač je bio mnogo fluidniji, a kora mnogo tanja, što je rezultiralo veoma brзом evolucijom okeanskih basena, odnosno **brzim stvaranjem nove i subdukovanjem stare okeanske kore**.



SLIKA 4.1 Hipotetička rekonstrukcija izgleda Zemlje tokom arhaika

ISTORIJSKA GEOLOGIJA

- RAZVOJ ZEMLJE KROZ GEOLOŠKO VRIJEME -

PREKAMBRIJUM

ARHAIK

Prvobitna kora je bila izlomljena na brojne male ploče, čijom je konvergencijom stvarano mnoštvo **vulkanskih ostrva** i **ostrvskih lukova**.

Za ove procese tokom arhaika karakterističan je intenzivan **ultrabazični vulkanizam (komatiti)** (SLIKA 4.3).

Za nastanak ultrabazične magme potrebna je visoka temperatura (1600 °C).

Od magmatskih stijena nastali su mali **protokontinenti** koji su tokom arhaika zauzimali svega 5–10% površine Zemlje.

Neki istraživači smatraju da su u jednom trenutku (prije oko 3 Ga) svi protokontinenti bili okupljeni u malu kopnenu masu koju nazivamo „**Ur**”25.

Danas se ova drevna kontinentalna kora nalazi u **kratonima, jezgrima kontinenata** u području Indije, Madagaskara i Australije.



SLIKA 4.1 Metamorfisani komatiti (~2,7 Ga), Kanada
(Foto: James St John/Flickr)

ISTORIJSKA GEOLOGIJA

- RAZVOJ ZEMLJE KROZ GEOLOŠKO VRIJEME -

PREKAMBRIJUM

ARHAIK

Vulkanskom aktivnošću formirani su oblaci bogati vodenom parom, u atmosferi sastavljenoj pretežno od **azota**, pa su se pojavile i prve kiše.

Početak arhaika (3,8 Ga) pojavila se voda na Zemlji i formirani su okeani.

Temperatura vode u tadašnjem okeanu je iznosila oko 70 °C, što je uz odgovarajući hemizam predstavljalo idealne preduslove za nastanak prvih oblika života na Zemlji.

Smatra se da izuzetno jednostavne bakterije (*Archaeobacteria*) predstavljaju najprimitivnije oblike života na Zemlji.

Ove bakterije žive u uslovima izuzetno visokih temperatura, pri čemu se hrane direktno metabolišući sumpor i sumporna jedinjenja.

Duboko okeansko dno arhajskih okeana, bilo je idealna sredina za razvoj ovih bakterija.

ISTORIJSKA GEOLOGIJA

- RAZVOJ ZEMLJE KROZ GEOLOŠKO VRIJEME -

PREKAMBRIJUM

ARHAIK

Najstarije danas poznate stijene (3,5 Ga) pronađene su u zapadnoj Australiji.

One sadrže **stromatolite** (SLIKA 4.4), sedimentne strukture koje predstavljaju slojevite akumulacije mulja prerađenog uz pomoć *cijanobakterija* (*modrozelenih algi*).

Cijanobakterije su primitivne bakterije koje su živjele u morskoj vodi i imale veoma važnu ulogu u razvoju atmosfere, jer su procesom fotosinteze povećavale količinu kiseonika u vazduhu, što je omogućilo dalji razvoj života na Zemlji.



SLIKA 4.4 Stromatoliti stari oko 3,5 milijarde godina, Pilbara kraton, zapadna Australija (Foto: Didier Descouens/Wikimedia)

ISTORIJSKA GEOLOGIJA

- RAZVOJ ZEMLJE KROZ GEOLOŠKO VRIJEME -

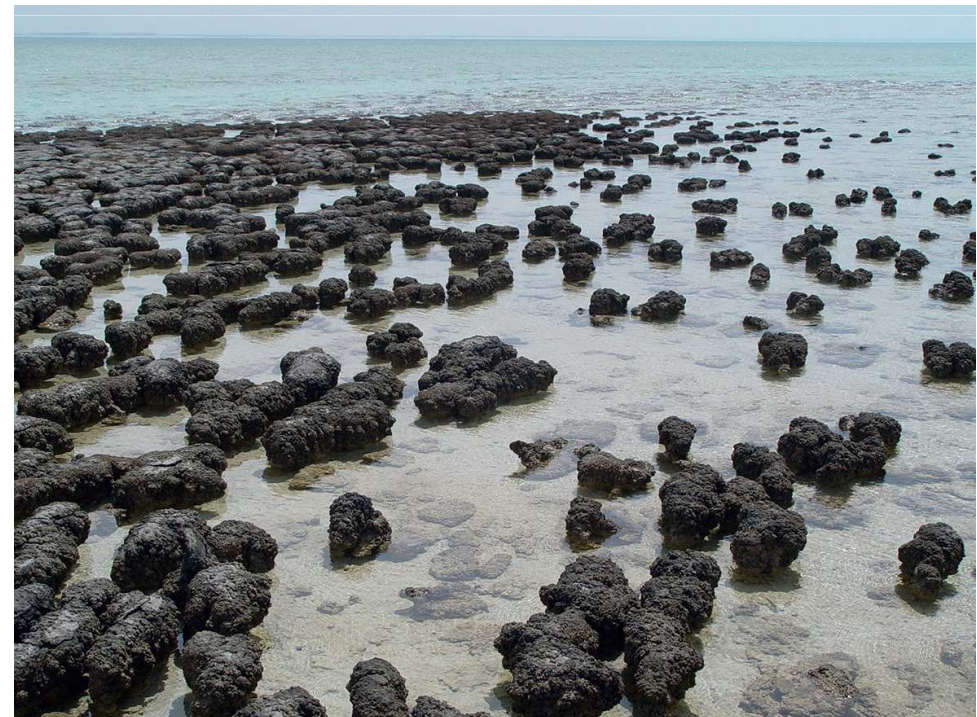
PREKAMBRIJUM

ARHAIK

Iako su modrozelenne alge danas prisutne u različitim sedimentacionim sredinama, produkti njihovog delovanja brzo bivaju uništeni od strane različitih životinja.

Stoga je formiranje stromatolita danas moguće samo u retkim sredinama u kojima vladaju ekstremni uslovi (visoki salinitet, visoka temperatura i sl.) koji ne dozvoljavaju razvoj višćelijskih organizama.

Jedan od najpoznatijih lokaliteta recentnih stromatolita je zaliv ajkula (*Shark Bay*) u zapadnoj Australiji (SLIKA 4.5).



SLIKA 4.5 Recentni stromatoliti u zalivu ajkula (Shark Bay), zapadna Australija (Foto: Paul Harrison/Wikipedia)

Izvor: Opšta geologija. Gerzina i Carević, 2019

ISTORIJSKA GEOLOGIJA

- RAZVOJ ZEMLJE KROZ GEOLOŠKO VRIJEME -

PREKAMBRIJUM

PROTEROZOIK

Vremenski period nakon arhaika, koji je trajao oko 2 milijarde godina (~2.500–540 Ma), pripada **proterozojskoj eri**, tj. **proterozoiku**.

Proterozoik karakteriše naglo povećanje kontinentalnih masa na Zemlji.

Sva kopnena masa je uglavnom bila koncentrisana oko ekvatora.

U **ranom proterozoiku**, formirane su velike šelfne oblasti na obodima kontinenata.

U uslovima tople klime, na plitkim šelfovima stvarane su **karbonatne platforme**, nalik na današnje Bahame.

Nastanak karbonata odvija se u prisustvu CO₂ koji se apsorbuje iz atmosfere.

Razvoj karbonatnih platformi dovodi do smanjenja količine CO₂ u atmosferi, čime se smanjuje efekat staklene bašte i dolazi do globalnog zahlađenja.

S druge strane, zahlađenje zaustavlja razvoj karbonatnih platformi, pa količina CO₂ u atmosferi ponovo raste.

Zato proterozoik karakteriše smjena izuzetno toplih i izuzetno hladnih perioda.

ISTORIJSKA GEOLOGIJA

- RAZVOJ ZEMLJE KROZ GEOLOŠKO VRIJEME -

PREKAMBRIJUM

PROTEROZOIK

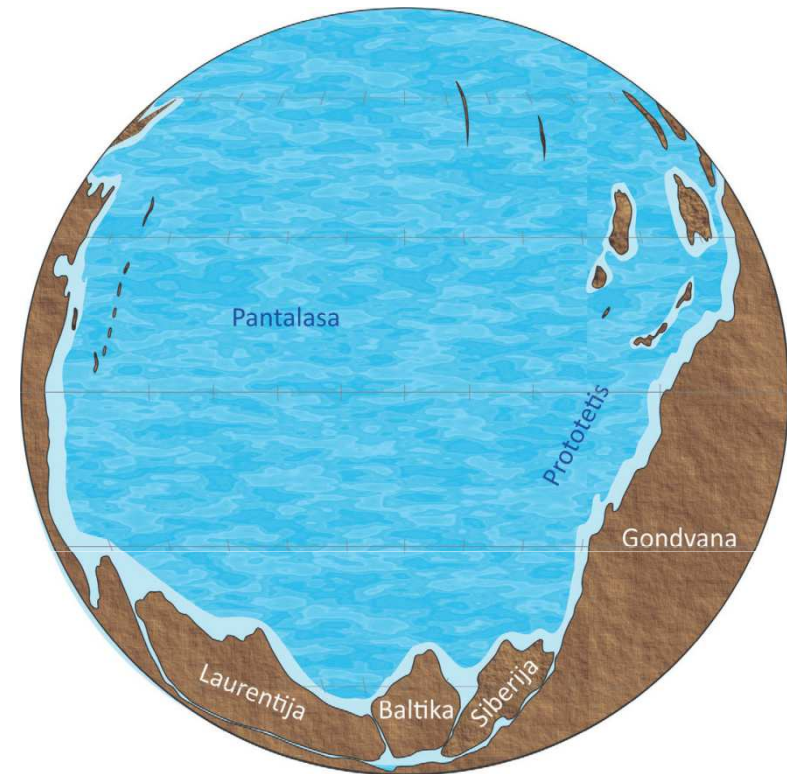
Smatra se da su tokom proterozoika **dva puta** sve kopnene mase bile okupljene u superkontinente.

Prije oko 1,8 milijardi godina, od protokratora koji su činili jezgra manjih kontinentalnih masa formiran je prvi „pravi“ superkontinent – **“Kolumbija”**.

Raspalom Kolumbije formirani su novi kontinenti koji su kasnije tokom proterozoika (~1,2 Ga) formirali još jedan superkontinent koji je nazvan **„Rodinija”**.

Raspalom Rodinije pred kraj proterozoika (~750 Ma) nastali su kontinenti koji će tokom paleozoika formirati poslednji superkontinent koji je nazvan **“Pangea”**.

Postoji i mišljenje da je između Rodinije i Pangee, u kratkom periodu pred sam kraj proterozoika, postojao još jedan superkontinent (**Panotija**) (SLIKA 4.6).



SLIKA 4.6 Hipotetička rekonstrukcija položaja kopnenih masa krajem proterozoika

ISTORIJSKA GEOLOGIJA

- RAZVOJ ZEMLJE KROZ GEOLOŠKO VRIJEME -

PREKAMBRIJUM

PROTEROZOIK

Količina i raznovrsnost stromatolita su se znatno povećale tokom proterozoika.

U tom periodu, živi svijet je od primitivnih prokariotnih bakterija evoluirao u eukariotne jednoćelijske (~1,8 Ga), a zatim u višćelijske organizme (~1,0 Ga) (SLIKA 4.7).

Raspad Rodinije bio je praćen intenzivnim vulkanizmom, čime je velika količina nutritivnih elemenata dospjela iz dubine Zemlje u okeanske basene.

Sav život se i dalje odvijao u okeanima ali se u atmosferi akumulirao kiseonik koji će kasnije omogućiti razvoj života na kopnu.

Sve pripreme su krajem prekambrijuma završene i Zemlja je bila spremna za eksploziju života u fanerozoiku.



SLIKA 4.7 Dickinsonia costata, predstavnik ediakara faune, prvih marinskih višćelijskih organizama (Foto: Verisimilus/Wikipedia)