



# Kratek življenjepis vode



Mihael Brenčič

Oddelek za geologijo, NTF, UL

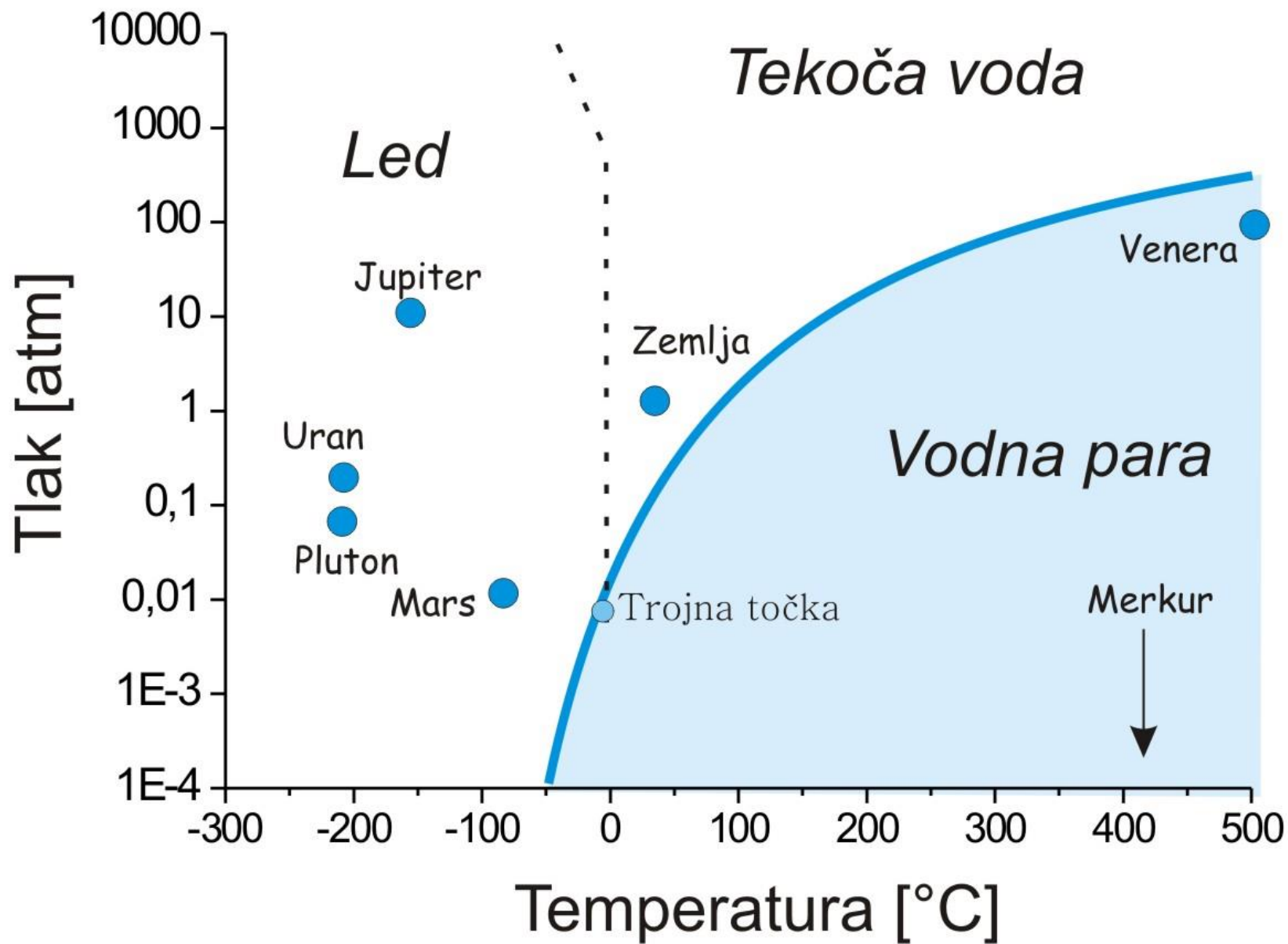
Oddelek za hidrogeologijo. GeoZS



# Pregled predavanja

- Voda
- Pojavljanje vode na Zemlji
- Teorije o izvoru vode na Zemlji
- Trenutni znanstveni pogled na vodo v zgodovini Zemlje
- Razvoj hidrološkega kroga
- Plitvi in globoki vodni krog





# Pojavljanje vode na Zemlji

	Površina (10 <sup>6</sup> km <sup>2</sup> )	Volumen (km <sup>3</sup> )	Delež vse vode v %	Delež sladke vode v %
oceani	361,3	1.338.000.000	96,5	
podzemna voda				
sladka	134,8	10.530.000	0,76	30,1
slana	134,8	12.870.000	0,93	
vlaga v tleh	82,0	16.500	0,0012	0,05
polarni led	16,0	24.023.500	1,7	68,6
led in sneg	0,3	340.600	0,025	1,0
jezera				
sladka	1,2	91.000	0,007	0,26
slana	0,8	85.400	0,006	
močvirja	2,7	11.470	0,0008	0,03
reke	148,8	2.120	0,0002	0,006
biološka voda	510,0	1.120	0,0001	0,003
atmosferska voda	510,0	12.900	0,001	0,04
skupaj	510,0	1.385.984.610	100	
skupaj sveža voda	148,0	35.029.210	2,5	100

# Pojavljanje vode na Zemlji

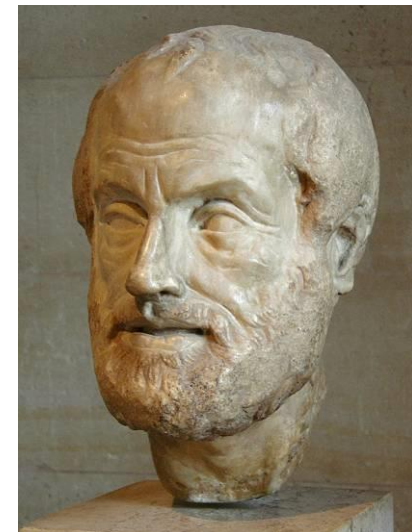
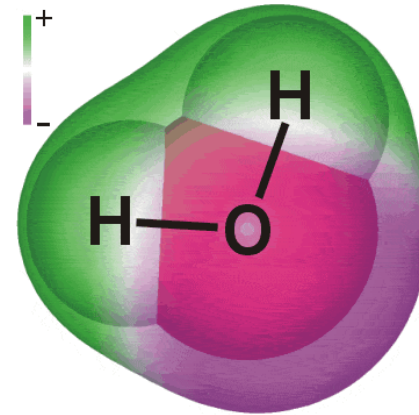
	Površina (10 <sup>6</sup> km <sup>2</sup> )	Volumen (km <sup>3</sup> )	Delež vse vode v %	Delež sladke vode v %
oceani	361,3	1.338.000.000	<b>96,5%</b>	
podzemna voda				
sladka	134,8	10.530.000	0,76	30,1
slana	134,8	12.870.000	0,93	
vlaga v tleh	82,0	16.500	0,0012	0,05
polarni led	16,0	24.023.500	1,7	68,6
led in sneg	0,3	340.600	0,025	1,0
jezera				
sladka	1,2	91.000	0,007	0,26
slana	0,8	85.400	0,006	
močvirja	2,7	11.470	0,0008	0,03
reke	148,8	2.120	0,0002	0,006
biološka voda	510,0	1.120	0,0001	0,003
atmosferska voda	510,0	12.900	0,001	0,04
skupaj	510,0	1.385.984.610	100	
skupaj sveža voda	148,0	35.029.210	2,5	100

# Pojavljanje vode na Zemlji

	Površina (10 <sup>6</sup> km <sup>2</sup> )	Volumen (km <sup>3</sup> )	Delež vse vode v %	Delež sladke vode v %
oceani	361,3	1.338.000.000	96,5	
podzemna voda				
sladka	134,8	10.530.000	0,76	30,1
slana	134,8	12.870.000	0,02	
vlaga v tleh	82,0	16.500	<b>1,7%</b>	0,05
polarni led	16,0	24.023.500		68,6
led in sneg	0,3	340.600	0,025	1,0
jezera				
sladka	1,2	91.000	0,007	0,26
slana	0,8	85.400	0,006	
močvirja	2,7	11.470	0,0008	0,03
reke	148,8	2.120	0,0002	0,006
biološka voda	510,0	1.120	0,0001	0,003
atmosferska voda	510,0	12.900	0,001	0,04
skupaj	510,0	1.385.984.610	100	
skupaj sveža voda	148,0	35.029.210	2,5	100

# Lastnosti vode

- Voda je izjemna spojina
  - Nenavadne lastnosti
  - Njene lastnosti so omogočile razvoj življenja na Zemlji
- Stari Grki so vodo obravnavali kot element







# Izvor vode na Zemlji

- Od kod prihaja voda na Zemlji?
- Kakšna je njena zgodovina?
- Kaj je privedlo do tega, da je Zemlja prekrita z oceani?
- Kaj je privedlo do nastanka vodnega kroga?

■

# Izvor vode na Zemlji

- Od kod prihaja voda na Zemlji?
- Kakšna je njena zgodovina?
- Kaj je privedlo do tega, da je Zemlja prekrita z oceani?
- Kaj je privedlo do nastanka vodnega kroga?
- **ZELO INTENZIVNO PODROČJE RAZISKAV**



# Teorije o izvoru vode


- Tri glavne skupine teorij o nastanku vode na Zemlji
  - Teorija o meteornem nastanku
  - Teorija o juvenilnem nastanku
  - Teorija o zunaj zemeljskem nastanku







Wikipedia

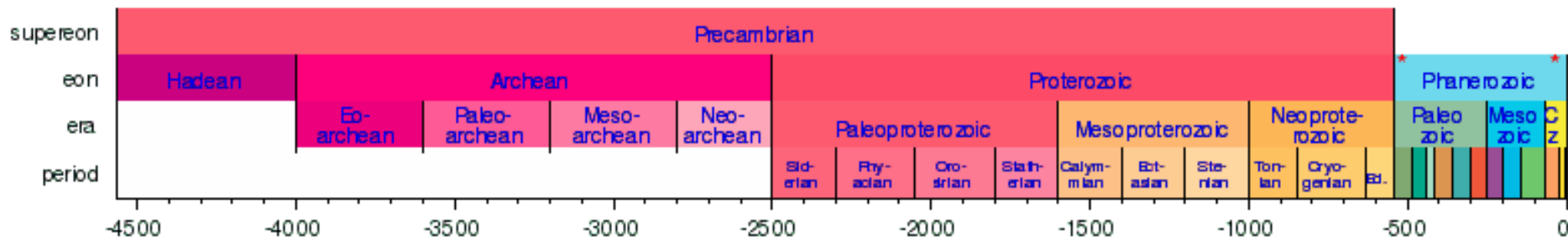


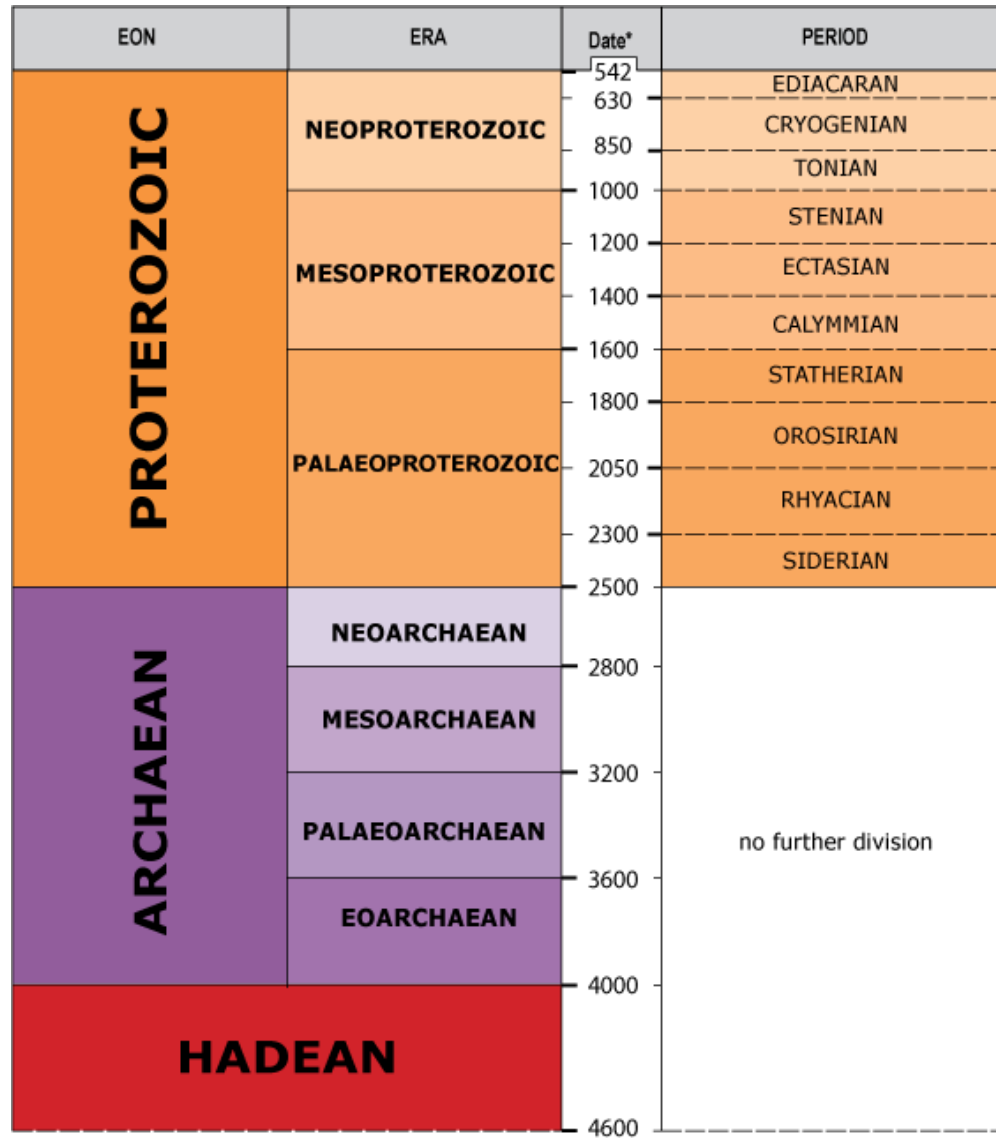
**KAJ O POJAVLJANJU VODE  
IN NASTANKU OCEANOV IN  
VODNEGA KROGA PRAVI  
SODOBNA ZNANOST?**



# Globina časa

- Čas v preteklosti Zemlje razdelimo na različna obdobja
  - Zelo podrobna delitev
    - Predkambrij od 4,571 Ma do 0,541 Ma
    - Fanerozoik od 0,541 Ma do danes





# Globina časa

Starost [Gyr]	Dogodek	
4,57	Nastanek sonca in akrecijskega diska	Akrecija Zemlje, začetek nastajanja jedra. Verjetno je prisotna zelo vroča atmosfera, ki deluje kot zelo zaprta topla greda
4,56	Nastanek nekaterih diferenciranih meteoritov	
4,54	Končana je akrecija Marsa	
4,51	Nastanek Lune	
4,51	Izguba prvotne atmosfere	Ohlajanje površine
4,47	Konec akrecije Zemlje, nastanek jedra in razplinjenje	

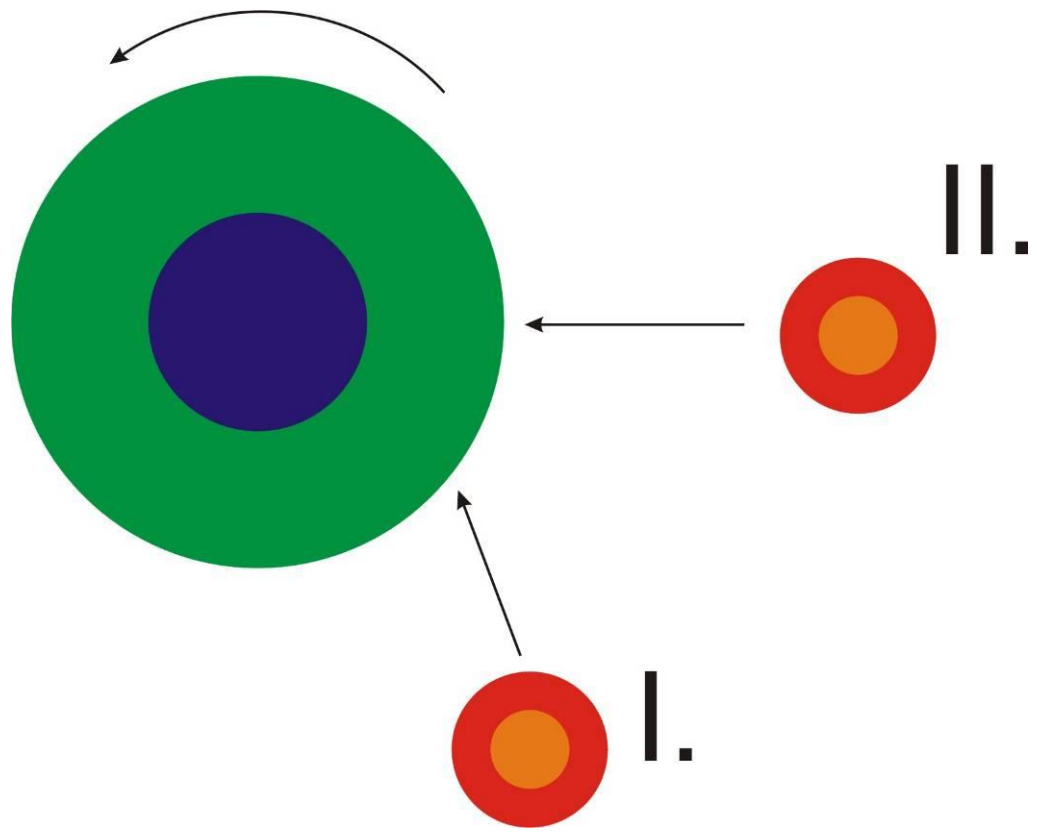
# Globina časa

Starost [Gyr]	Dogodek	
4,57	Nastanek sonca in akrecijskega diska	Akrecija Zemlje, začetek nastajanja jedra. Verjetno je prisotna zelo vroča atmosfera, ki deluje kot zaprta topla greda
4,56	Nastanek nekaterih diferenciranih meteoritov	
4,54	Končana je akrecija Marsa	
4,51		
4,51	izguba prvotne atmosfere	zmanjšanje površine
4,47	Konec akrecije Zemlje, nastanek jedra in razplinjenje	

**Nastanek Lune**

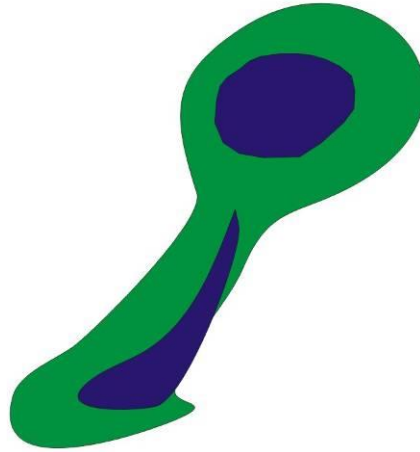


Wikipedia

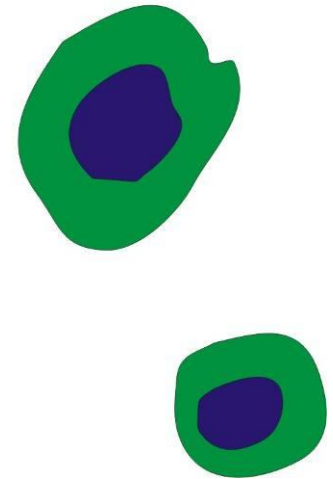


## I. Starejša teorija

A)

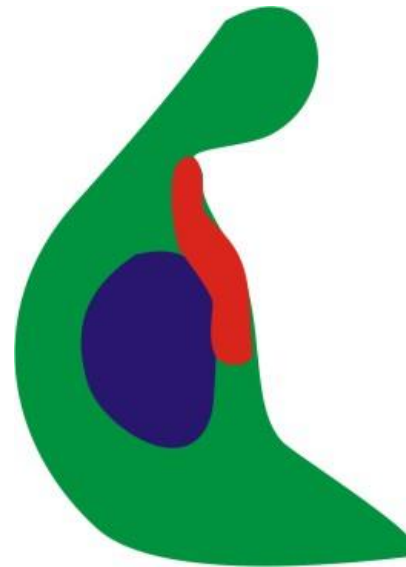


B)

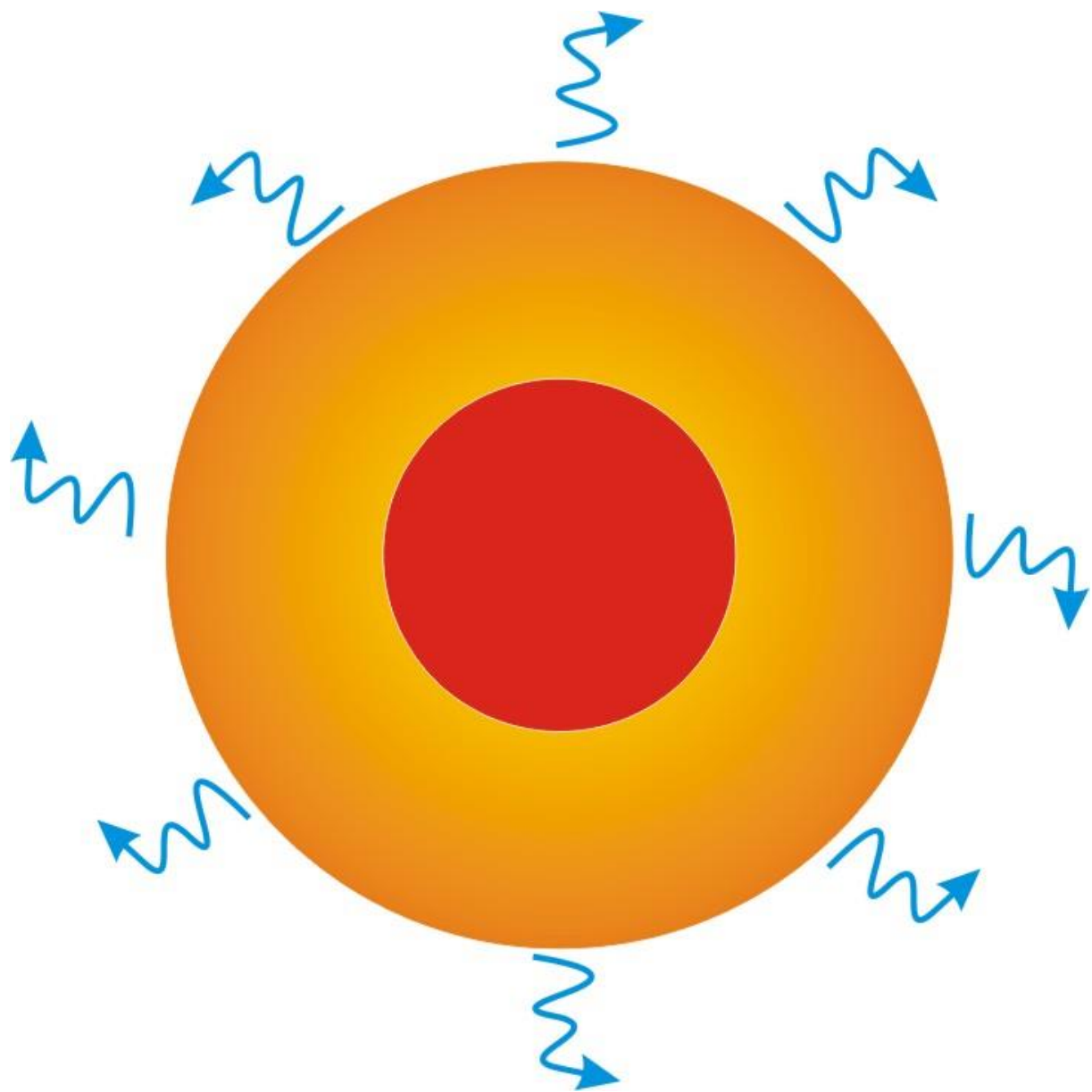


Canup, R. & Asphaug, 2001; Nature

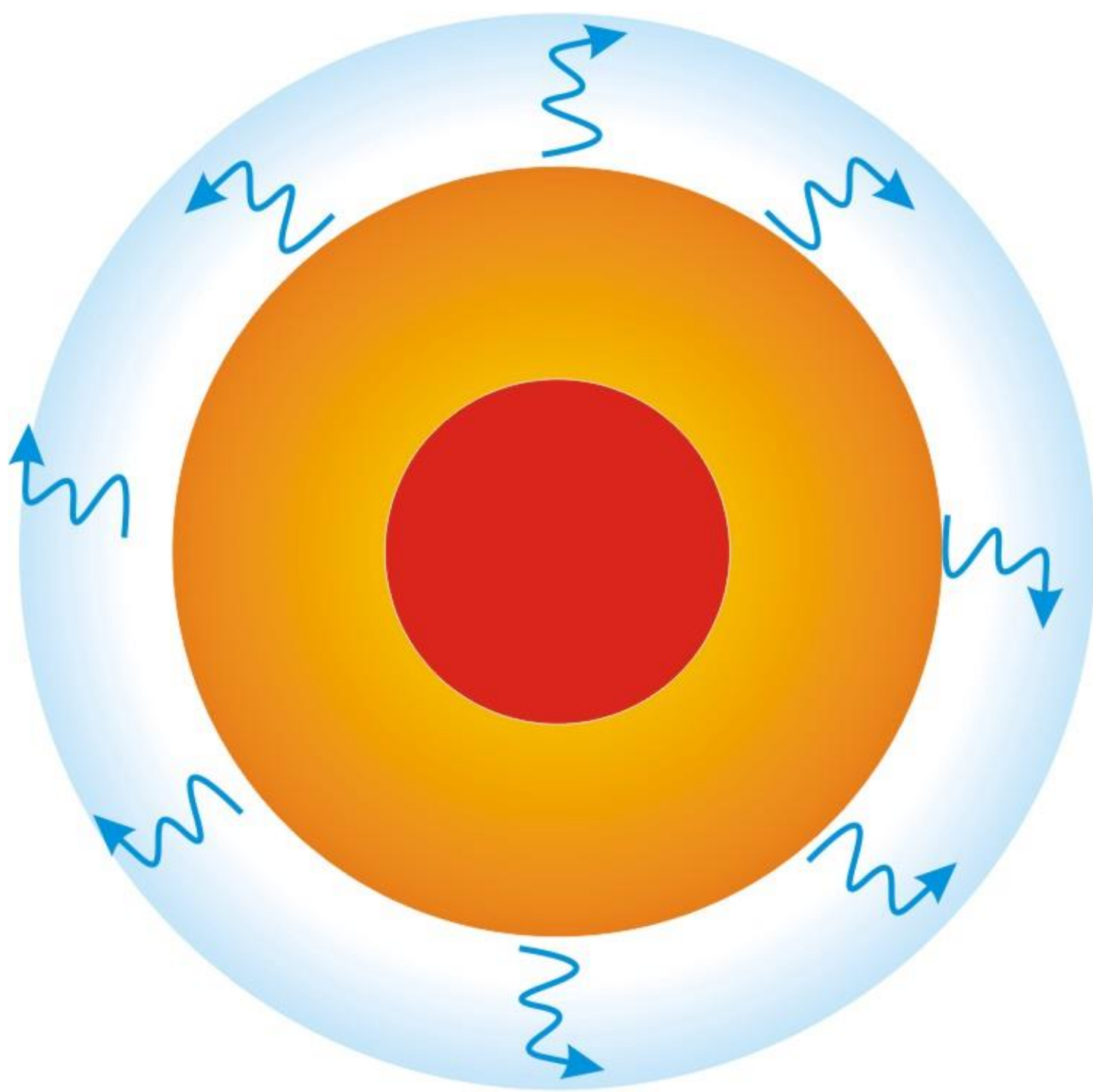
## II. Novejša teorija



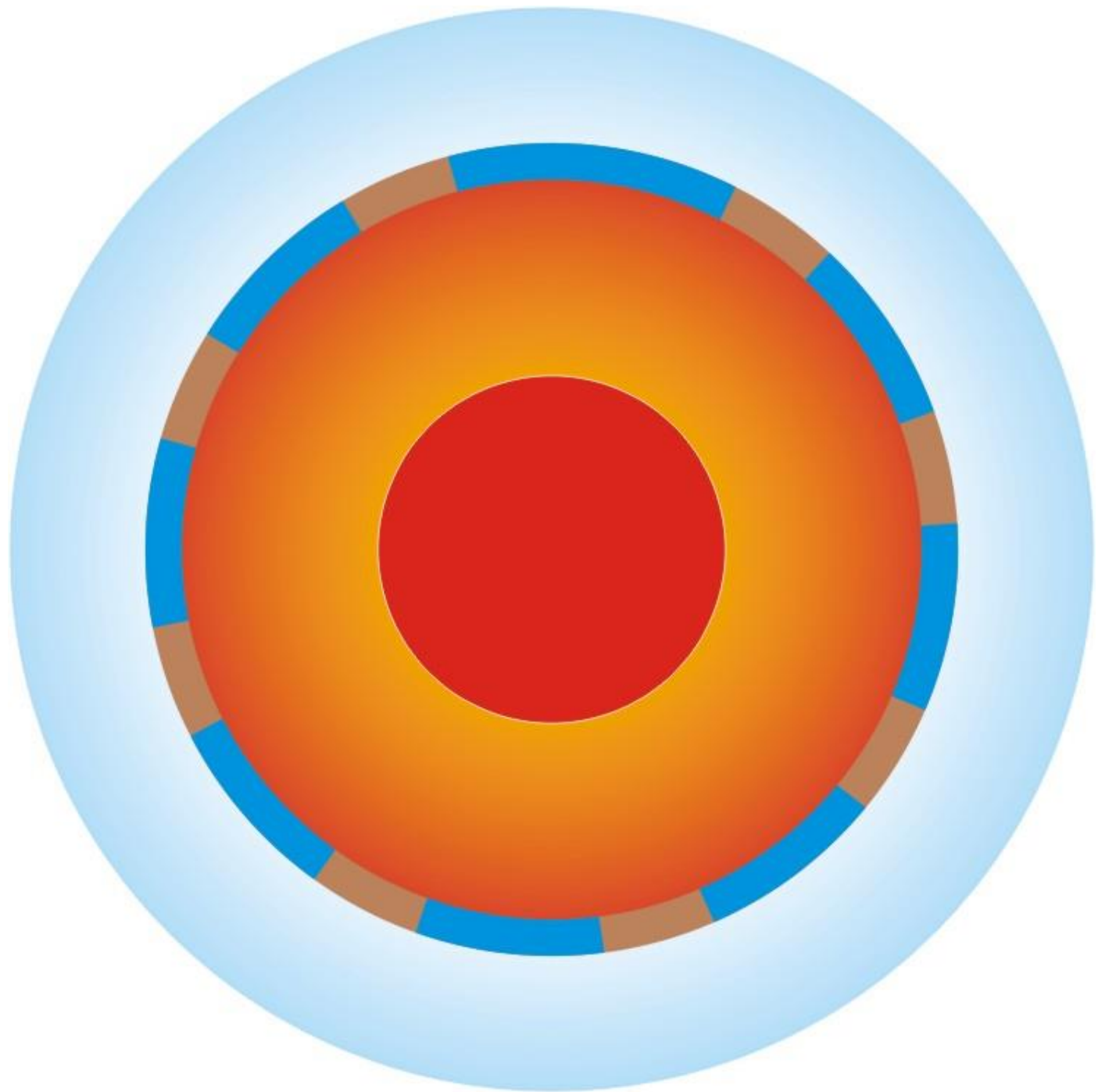
Ćuk, M. & Stewart, S.T., 2012, Science

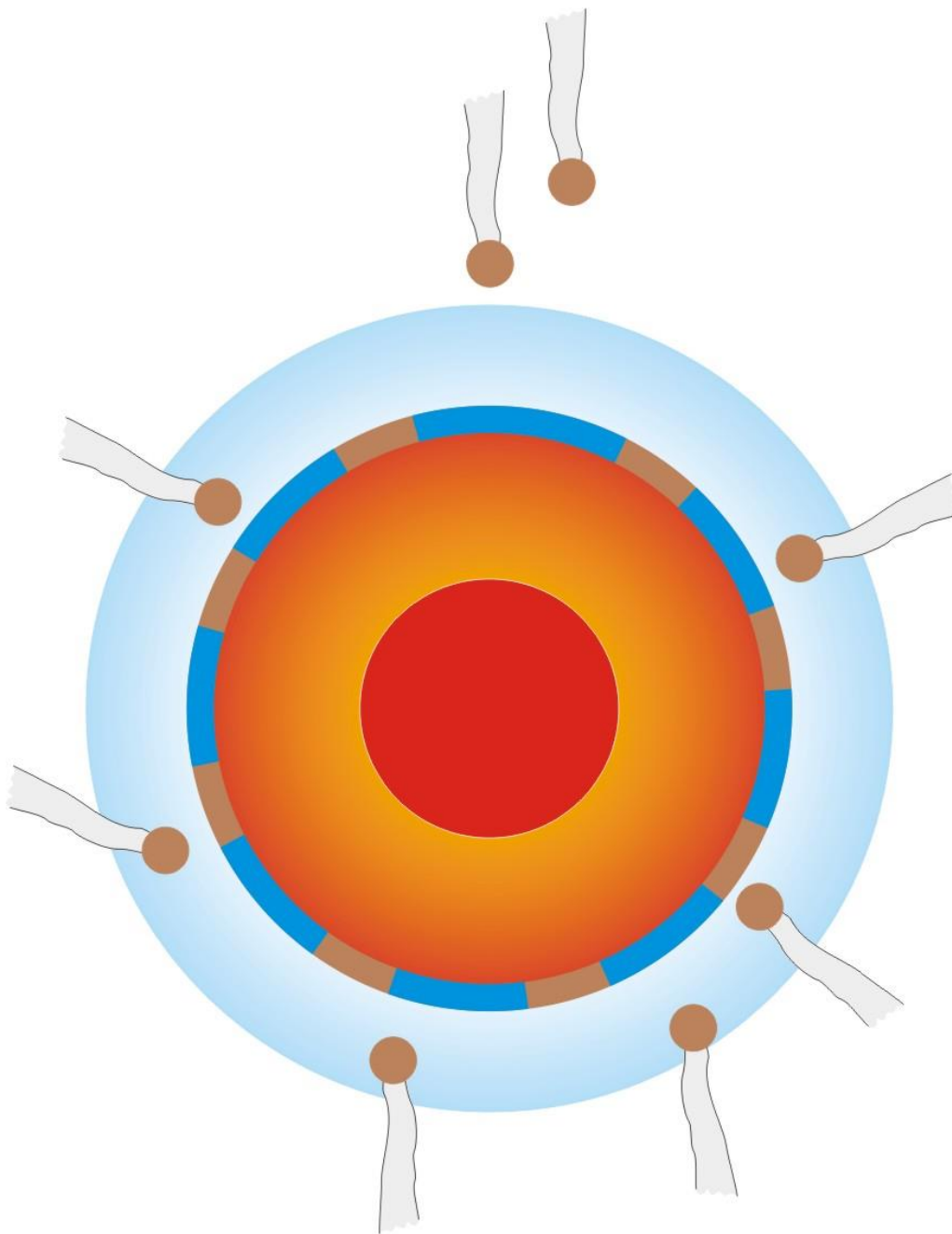












- Kometi (manj kot 10% v primerjavi z meteoriti; 1% masne bilance vseh padcev na Zemljo)
- Meteoriti (identična izotopska sestava vode v nekaterih karbonatnih hondritih)
- Asteroidi (Filosikati iz asteroidnega pasu)

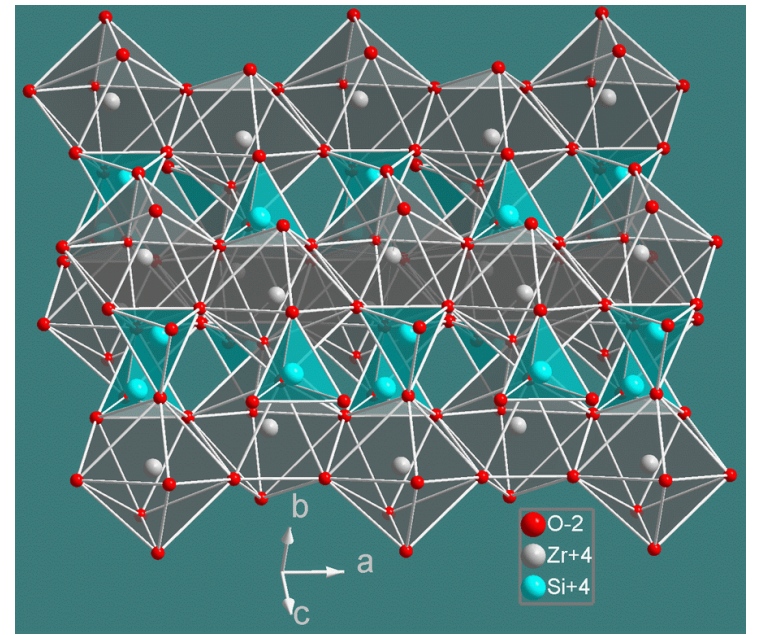


<http://prehistoricict.blogspot.com/2012/03/new-research-suggests-that-earths-early.html>

# Globina časa

Starost [Gyr]	Dogodek	
4,4	Najstarejši znani fragmenti zirkonov	Najzgodnejša granitna skorja in prvi pojavi tekoče vode. Možnost nastanka prvih kontinentov in primitivnega življenja. Površina je pogosto in periodično povsem uničena zaradi bombardiranja. Pogosto taljenje in uparjanje hidrosfere. Možno ciklično nastajanje življenja in izumiranja.
4,3	Zgornja starost večine znanih zrn cirkonov	
4,0	Prvi ostanki skorje	Nastanek stabilnih kontinentov in oceanov. Prvi ohranjeni ostanki primitivnega življenja
3,9	Konec intenzivnega bombardiranja	







# Nastanek vodnega kroga

- Vodni krog se vzpostavi pred 4,404 Ga
  - Okoli 100 Ma po trku Zemlje in Teje in nastanku Lune
  - Ali so te ocene pravilne?
- Prve dokazane sedimentne kamnine izvirajo iz formacije zelenih skrilavcev formacije Issua na Grenlandiji
  - Starost od 3,7 do 3,8 Ga

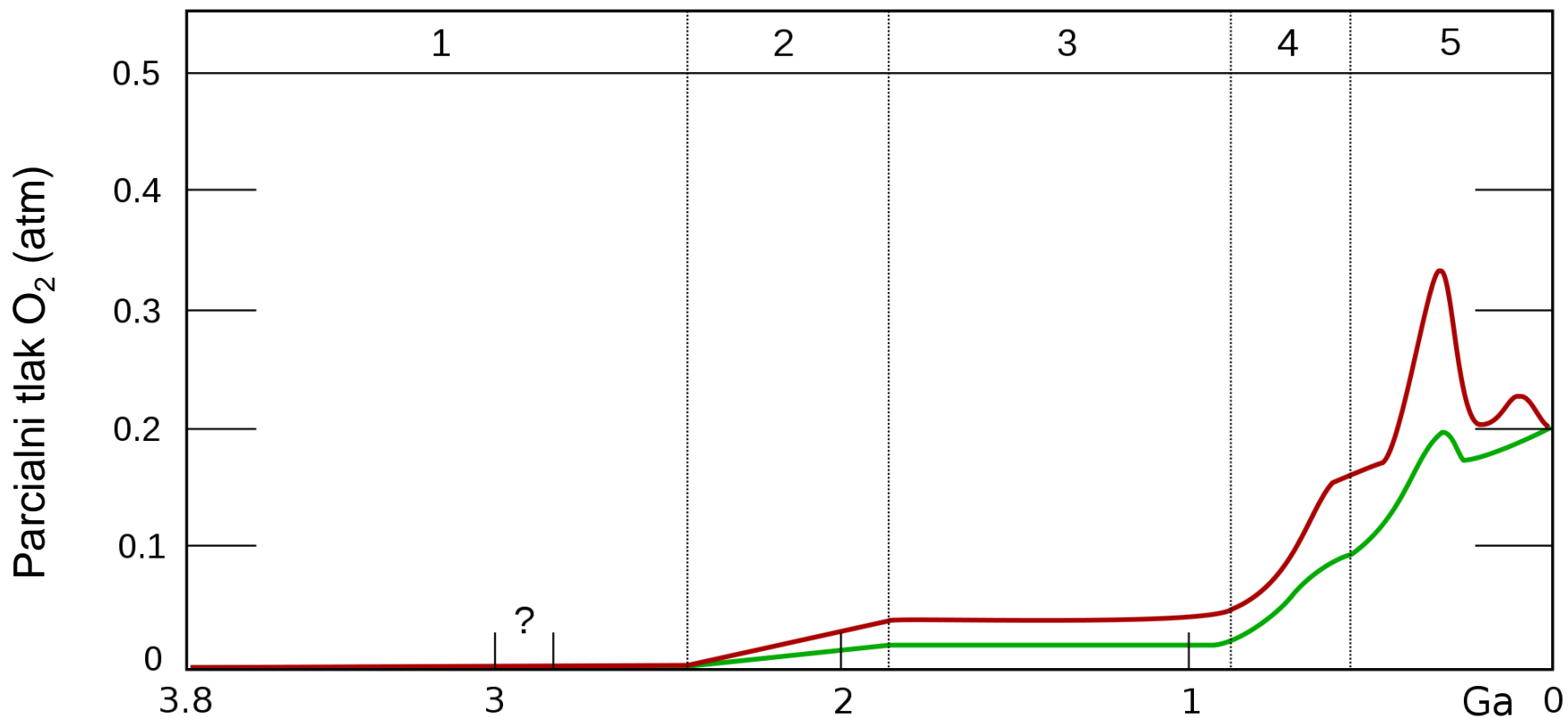
# Kroženje vode

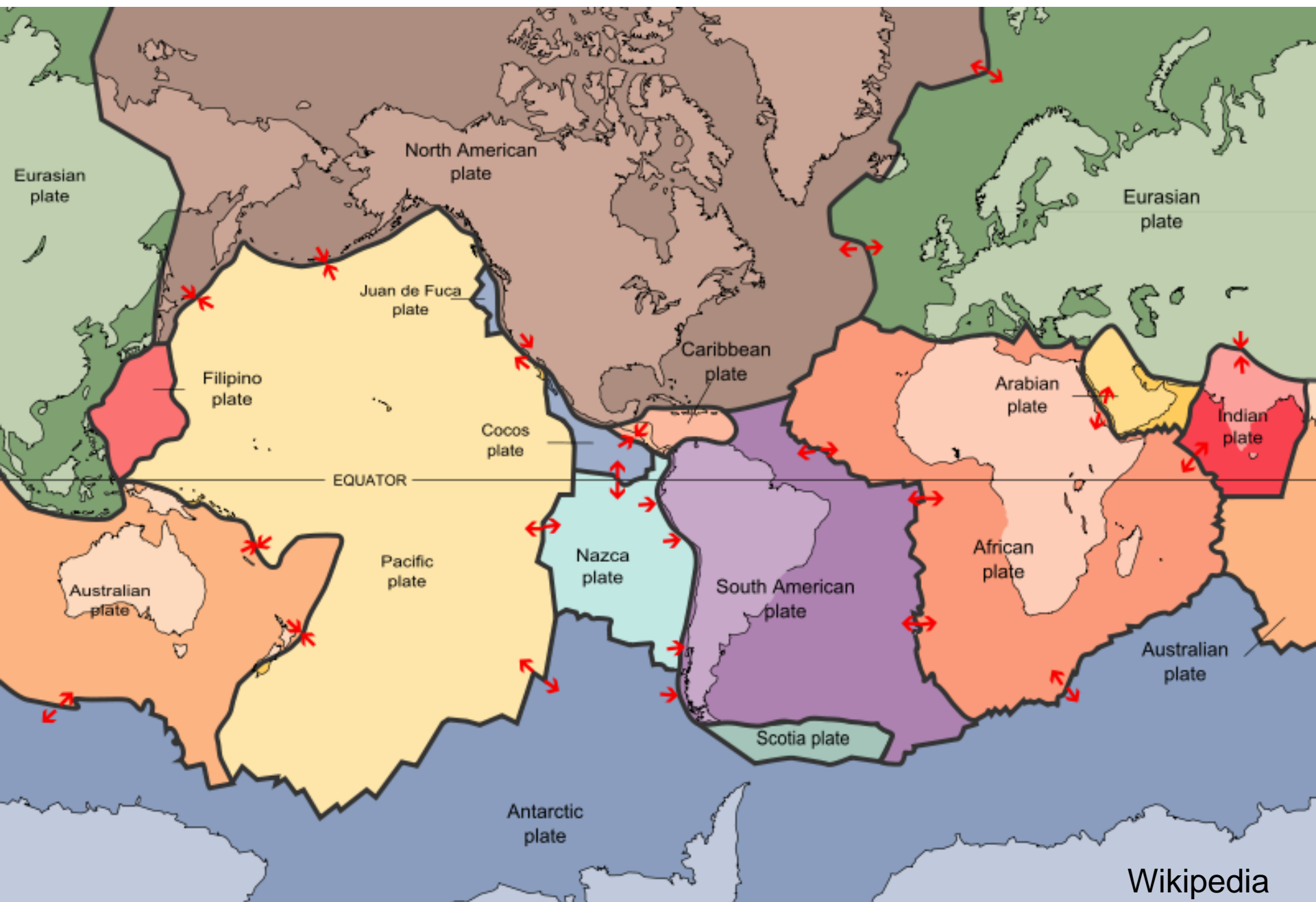


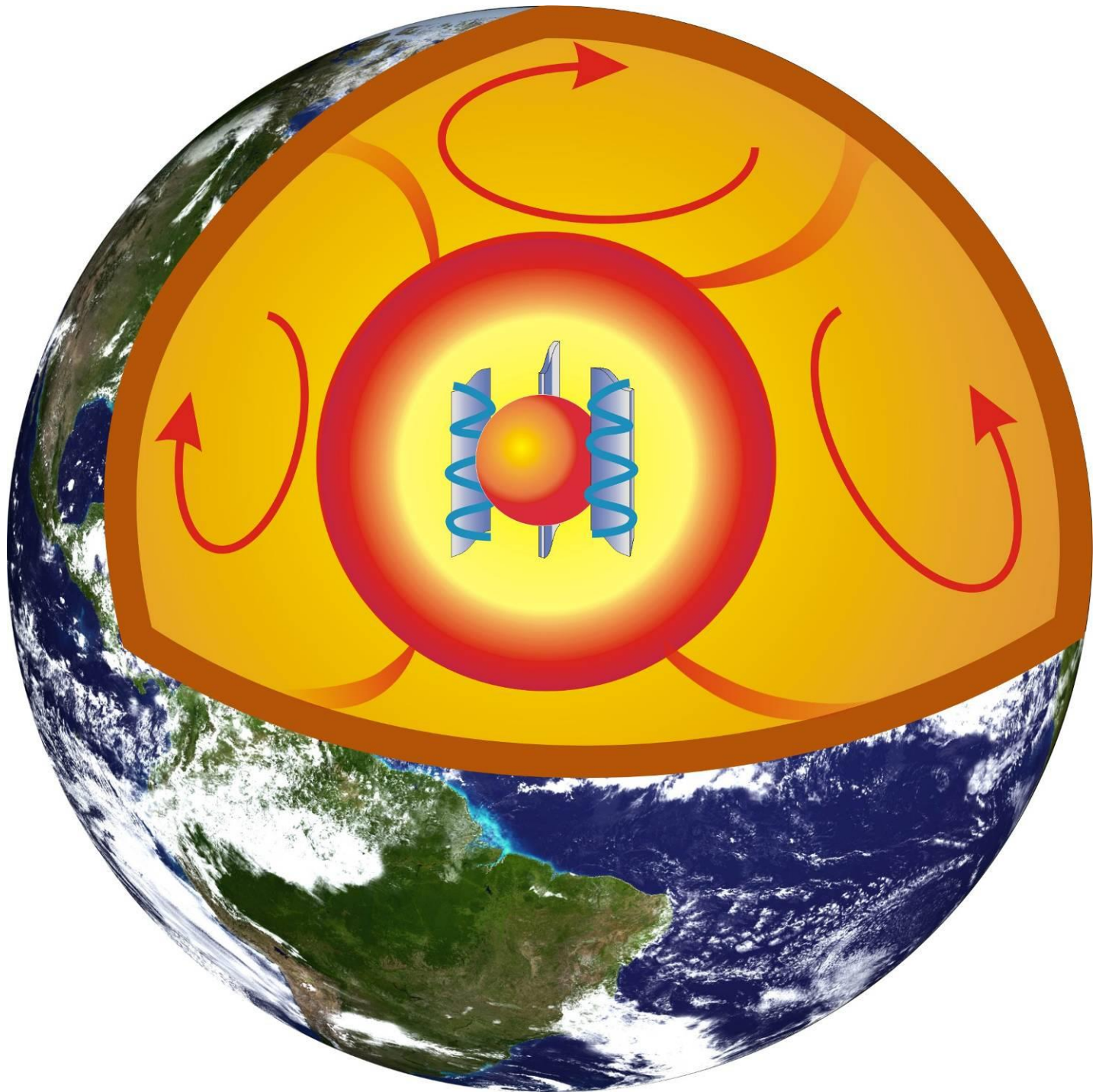
# Oceani

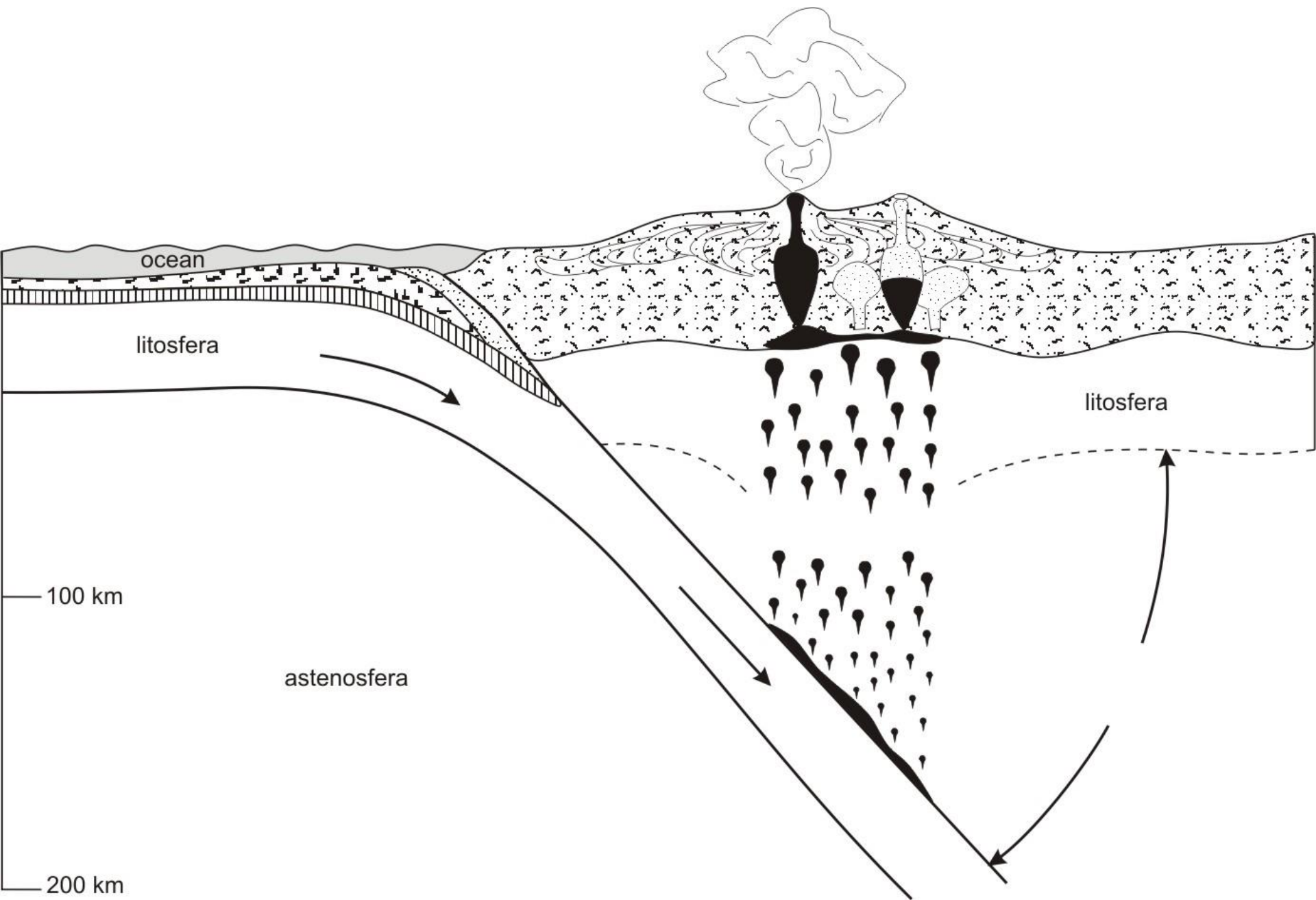
- Kakšni so bili prvotni oceani?
  - Ali so bili vroči?
  - Ali so bili slani?
  - Ali so bili kisli?
  - Ali so bili globoki ali plitvi?

## Stopnje v razvoju nasičenja ozračja s kisikom

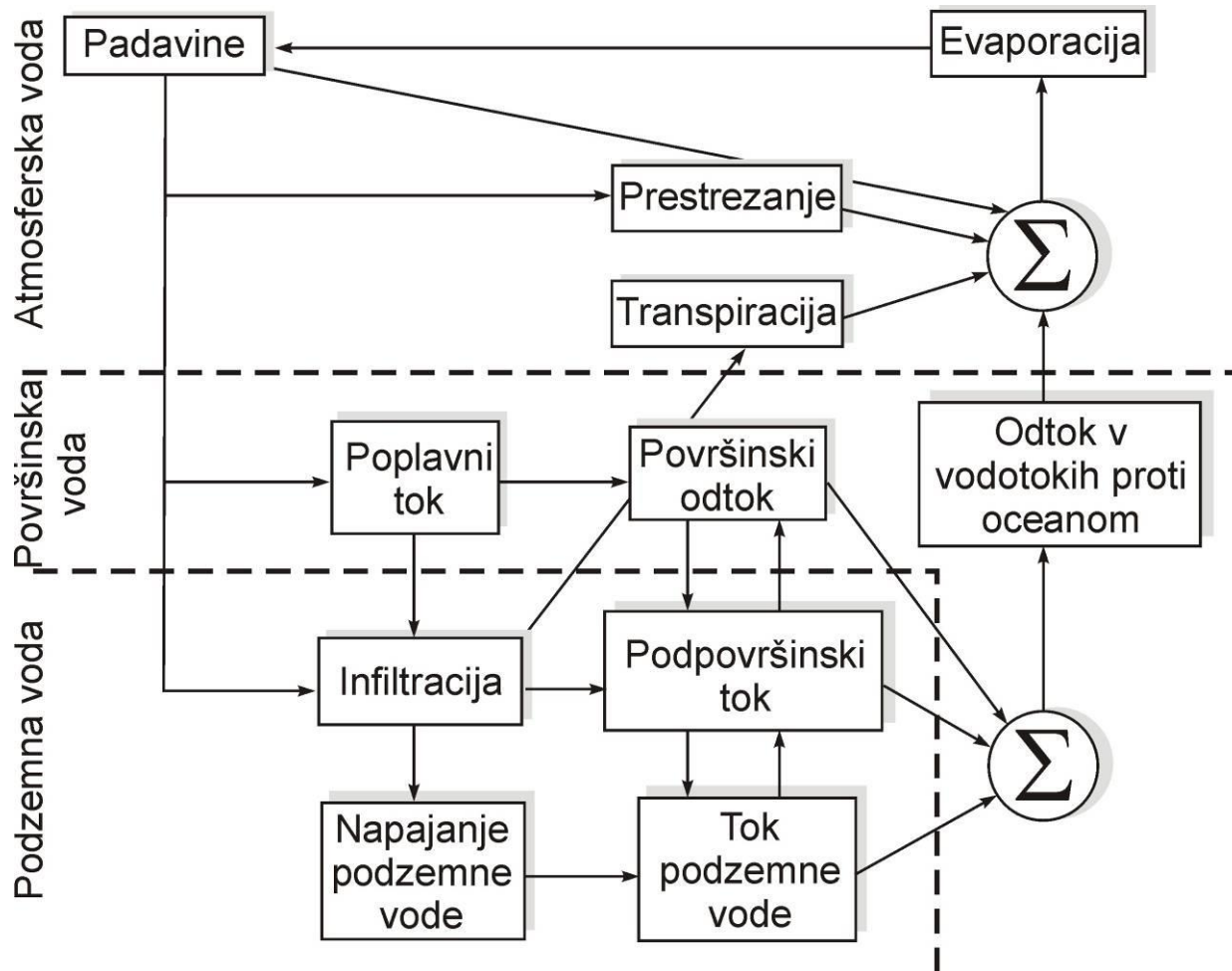






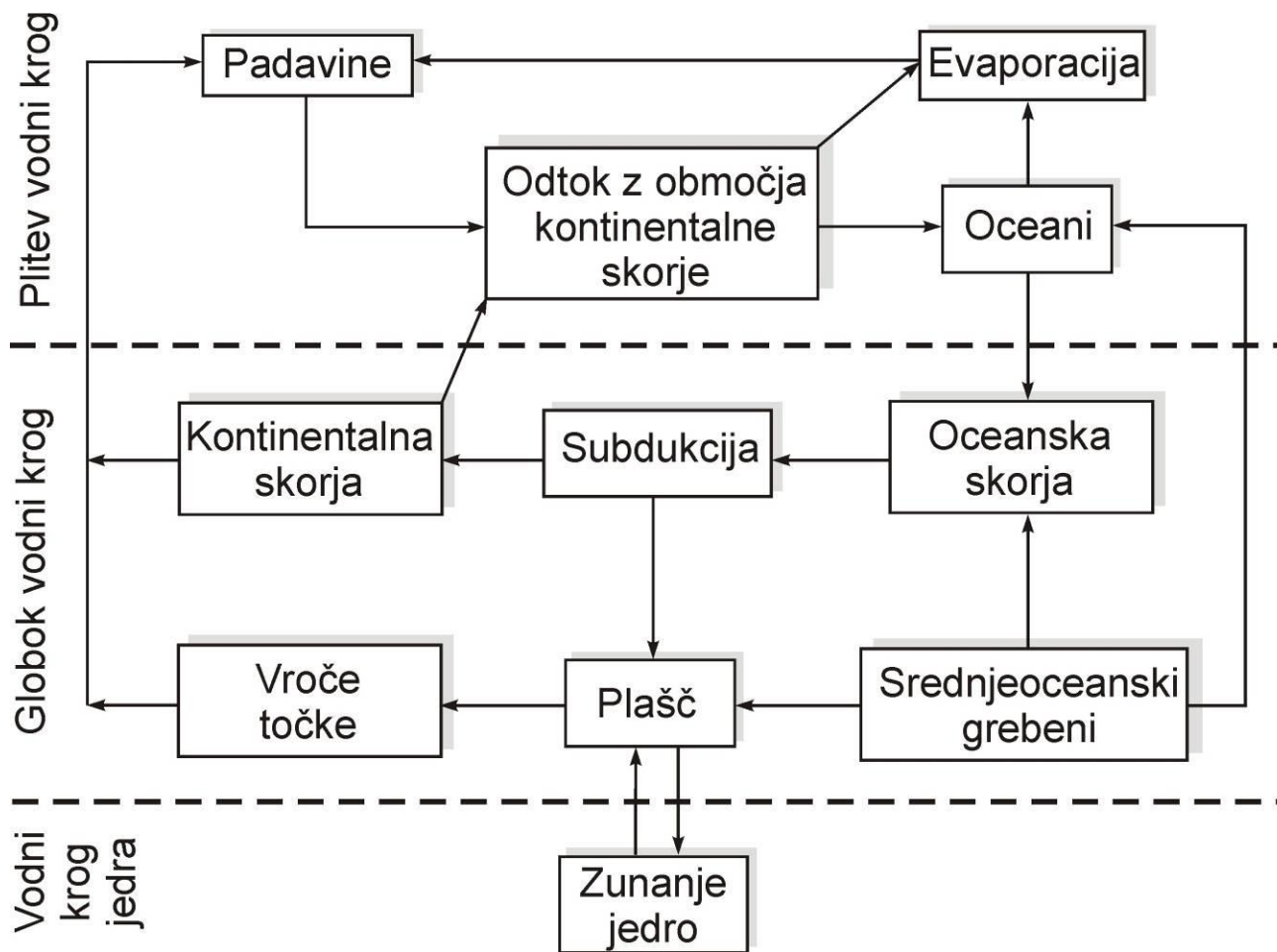


# PLITVI VODNI KROG





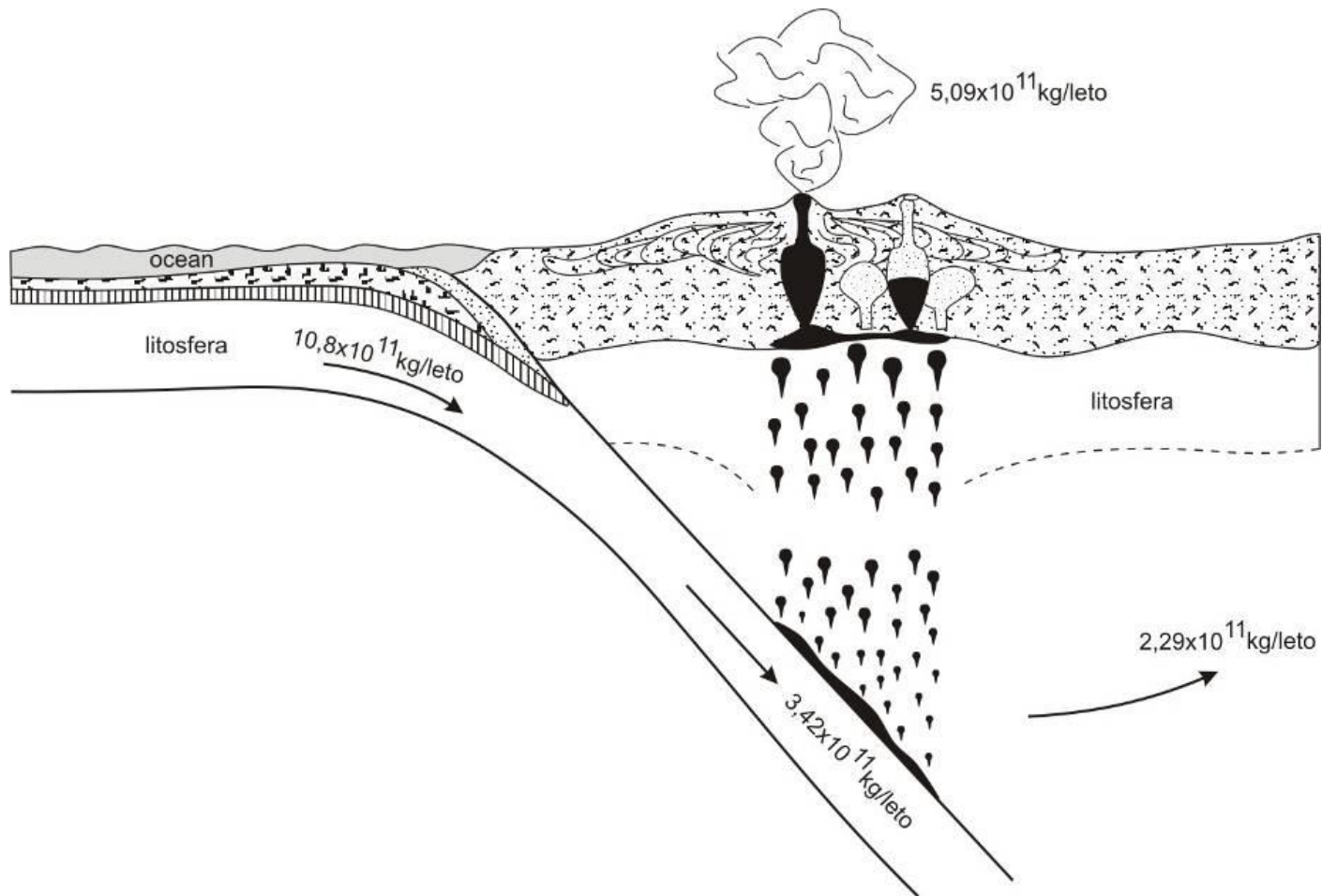
# GLOBOK VODNI KROG



# GLOBALNA VODNA BILANCA

- Masa vode v plašču
  - Iwamori (2007)
    - od  $6,01 \times 10^{21}$  do  $12,0 \times 10^{21}$  kg
- Pretok subducirane vode
  - Parai & Mukhopadhyay (2012)
    - $10,3 \times 10^{11}$  kg/leto do  $11,7 \times 10^{11}$  kg/leto
    - povprečna vrednost  $10,8 \times 10^{11}$  kg/leto
- Pretok vode na srednjeoceanskih grebenih
  - $1,35 \times 10^{11}$  kg/leto
- Pretok vode na oceanskih otokih
  - $0,94 \times 10^{11}$  kg/leto

# GLOBALNA VODNA BILANCA



# GLOBALNA VODNA BILANCA

	Masa [kg]	
Skupna masa vode na Zemlji	$10,5 \times 10^{21}$	
Masa vode v plašču	$9,1 \times 10^{21}$	6,5 x
Masa vode v hidrosferi	$1,4 \times 10^{21}$	

## ■ Zadrževalni časi vode v posameznih “rezervoarjih”

- V rekah 21 dni
- V atmosferi 9 dni
- V oceanih 3065 let
- Iztok skozi ločni vulkanizem 2,63 Ga



foto Žiga Brenčič