



Универзитет у Новом Саду  
Природно-математички факултет  
Департман за географију, туризам и хотелијерство

**др Млађен Јовановић**

*Катедра за Физичку географију*



# “ПРЕКАМБРИЈУМ”



средина XX века

# ТЕРМИНОЛОГИЈА, ТРАЈАЊЕ И ПОДЕЛА

ВАЖЕЋА ПОДЕЛА

**ФАНЕРОЗОИК**  
(очигледан живот)

**КРИПТОЗОИК** (скривени живот)

**АЗОИК**

**АРХЕОЗОИК**

**ПРОТЕРОЗОИК**

**ПРЕКАМБРИЈУМ**

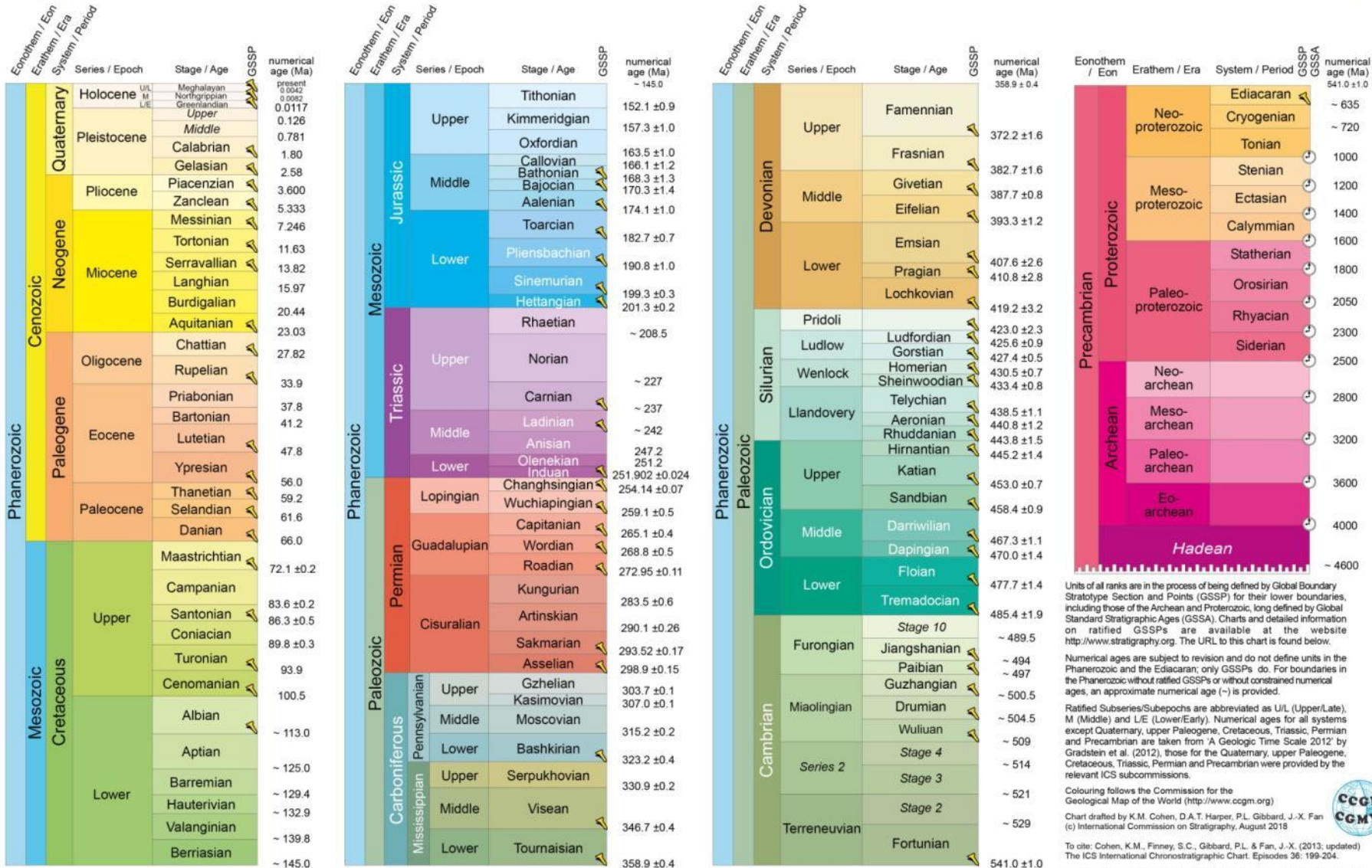


# INTERNATIONAL CHRONOSTRATIGRAPHIC CHART

www.stratigraphy.org

International Commission on Stratigraphy

v 2018/08



Units of all ranks are in the process of being defined by Global Boundary Stratotype Section and Points (GSSP) for their lower boundaries, including those of the Archean and Proterozoic, long defined by Global Standard Stratigraphic Ages (GSSA). Charts and detailed information on ratified GSSPs are available at the website <http://www.stratigraphy.org>. The URL to this chart is found below.

Numerical ages are subject to revision and do not define units in the Phanerozoic and the Ediacaran; only GSSPs do. For boundaries in the Phanerozoic without ratified GSSPs or without constrained numerical ages, an approximate numerical age (-) is provided.

Ratified Subseries/Subepochs are abbreviated as U/L (Upper/Late), M (Middle) and L/E (Lower/Early). Numerical ages for all systems except Quaternary, upper Paleogene, Cretaceous, Triassic, Permian and Precambrian are taken from 'A Geologic Time Scale 2012' by Gradstein et al. (2012), those for the Quaternary, upper Paleogene, Cretaceous, Triassic, Permian and Precambrian were provided by the relevant ICS subcommissions.

Colouring follows the Commission for the Geological Map of the World (<http://www.ccgw.org>)

Chart drafted by K.M. Cohen, D.A.T. Harper, P.L. Gibbard, J.-X. Fan (c) International Commission on Stratigraphy, August 2018

To cite: Cohen, K.M., Finney, S.C., Gibbard, P.L. & Fan, J.-X. (2013, updated) The ICS International Chronostratigraphic Chart. Episodes 36: 199-204.

URL: <http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2018-08.pdf>





# MEĐUNARODNA HRONOSTRATIGRAFSKA TABLICA

v. 2018/8.

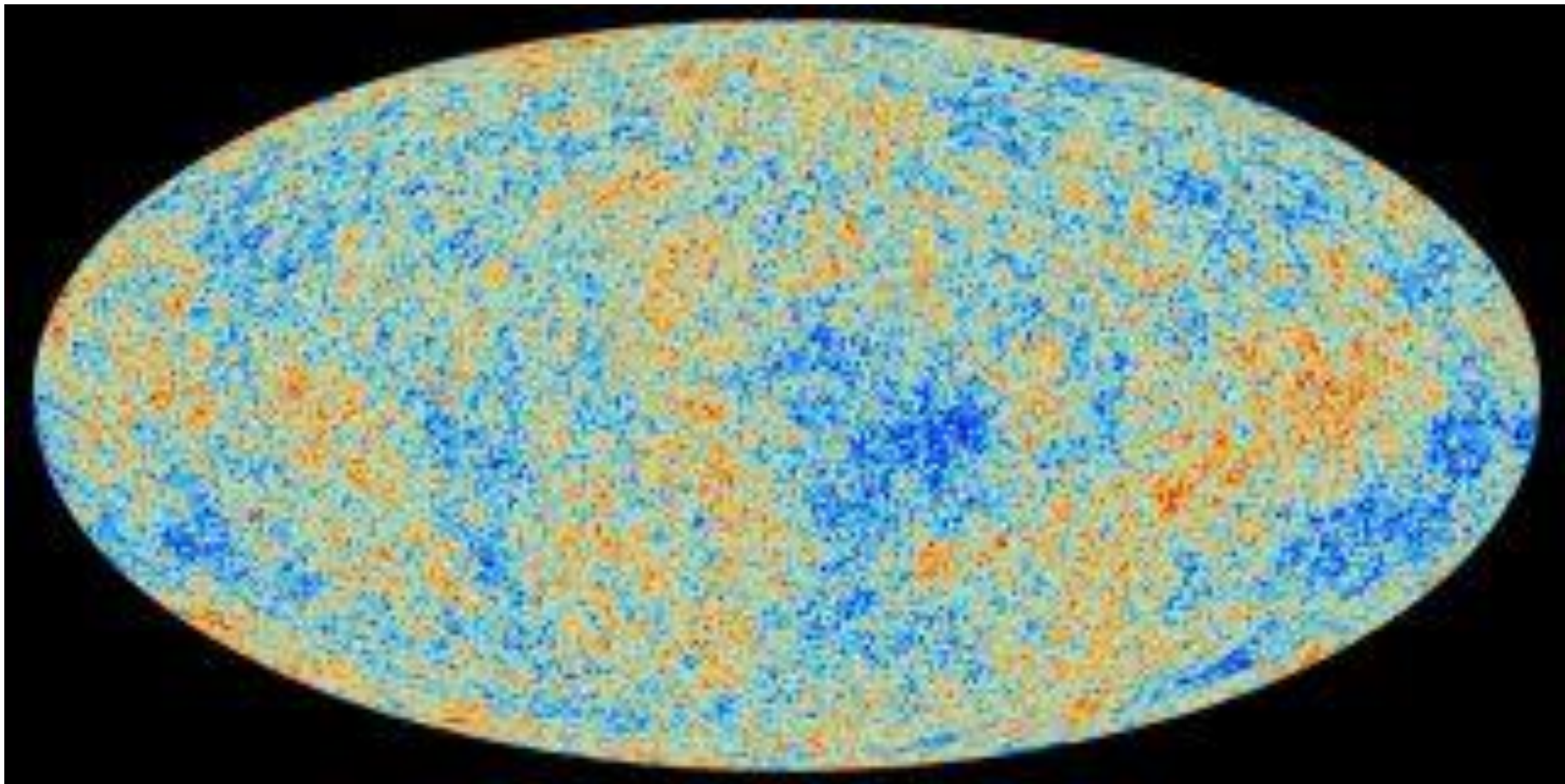
EON	ERA	PERIODA	EPOHA	početak (mil. god)	
FANEROZOIK	KENOZOIK	KVARTAR	HOLOCEN	0,0117	
			PLEISTOCEN	2,6	
		NEOGEN	PLIOCEN	5,3	
			MIOCEN	23,0	
		PALEOGEN	OLIGOGEN	33,9	
			EOCEN	56,0	
			PALEOCEN	66	
		MEZOZOIK	KREDA	G D	145,5
			JURA	G S D	201,3
	TRIJAS		G S D	251,9	
	PALEOZOIK	PERM	lopingian gvadalupijan kisuralijan	298,9	
		KARBON	pensilvanijan misisipijan	358,9	
		DEVON	G S D	419,2	
		SILUR	pridoli ludlok venlok landoveri	443,8	
		ORDOVICIJUM	G S D	485,4	
		KAMBRIJUM	furongian malingian serija 2 tereneuvian	541,0	
	PREKAMBRIUM	PROTEROZOIK	NEOPROTEROZOIK		1000
			MEZOPROTEROZOIK		1600
PALEOPROTEROZOIK				2500	
ARHAIK		NEOARHAIK		2800	
		MEZOARHAIK		3200	
		PALEOARHAIK		3600	
		EOARHAIK		4000	
HADSKI EON			~4600		

Izvor: International Chronostratigraphic chart 2018/08  
www.stratigraphy.org





# НАСТАНАК УНИВЕРЗУМА



пре 13,8 милијарди година

# НАСТАНАК ПРВИХ МИНЕРАЛА....

**H** и **He** први елементи настали током Биг Бенга, пре 13,8 милијарди година

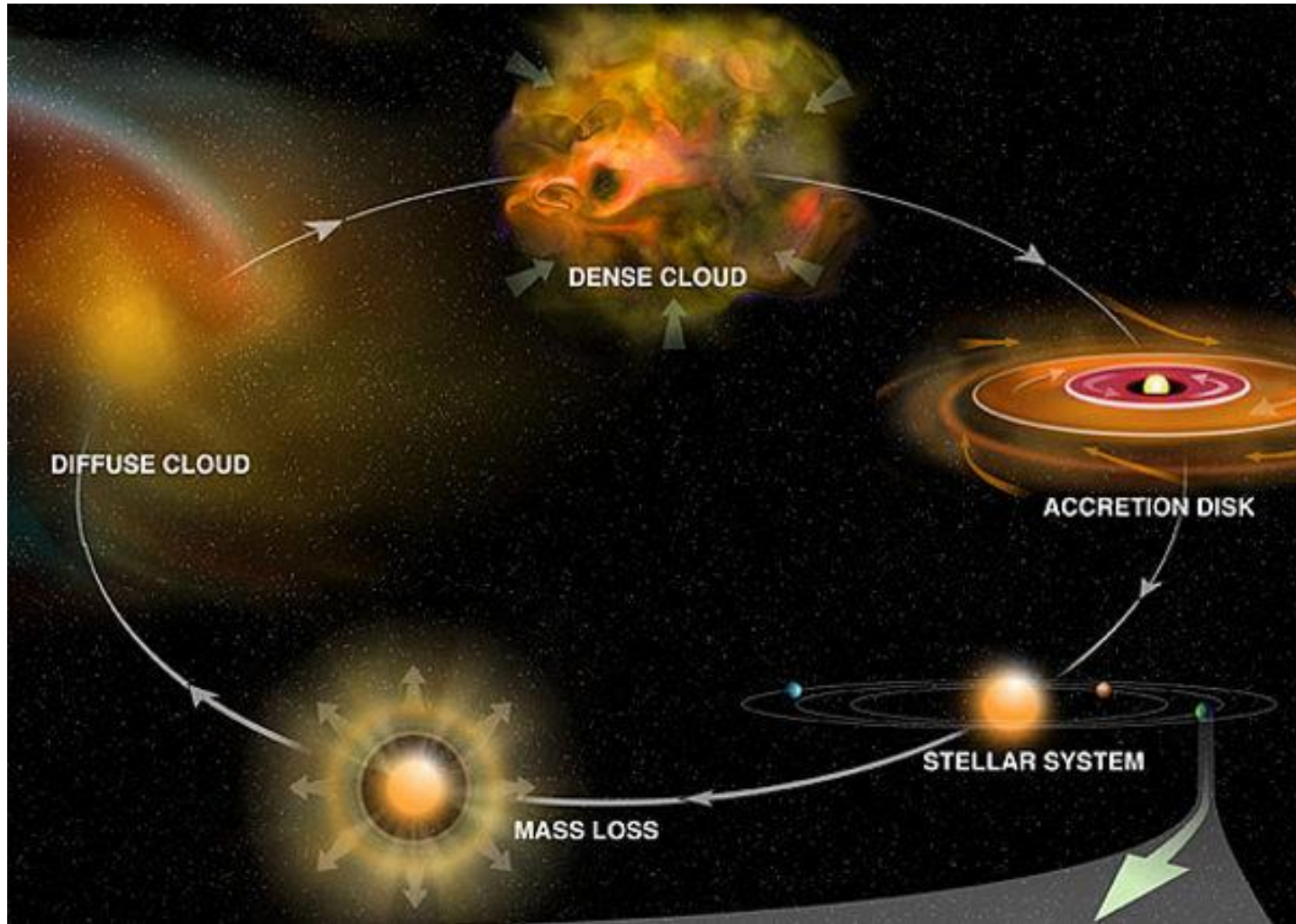
Остали хемијски елементи настали о H и He, у току фузије у звездама, или приликом експлозија звезда – “ур- минерали”

Остали хемијски елементи настали о H и He, у току фузије у звездама, или приликом експлозија звезда –C, N, O, Mg, Al, Si, Ca, Ti, Fe, Ni, а њиховим комбиновањем први минерали (12 “ур- минерала”):

1. Дијамант
2. Графит
3. Рутил
4. Спинел
5. Нано-честице TiC, ZrC, MoC, FeC, Fe-Ni
6. ...

Од њих сада имамо преко 5000 познатих врста минерала.

# НАСТАНАК СУНЧЕВОГ СИСТЕМА



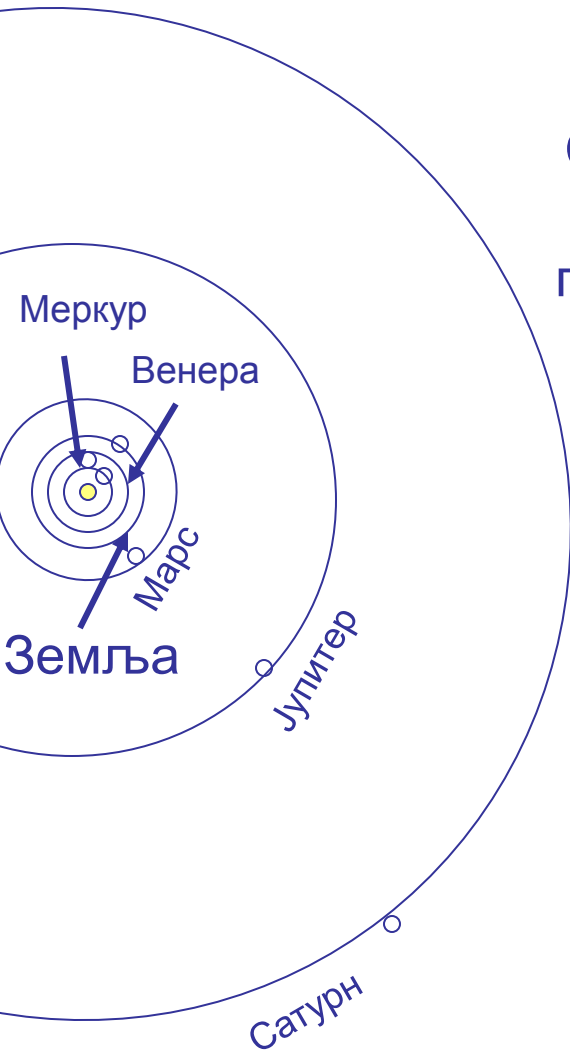
1 звезда, 8 планета, 1 патуљаста планета, 153 сателита...

4,56-4,55 млрд. год

Протосунце је било окружено облаком гаса са око 60 врста минера, који су чинили честице прашине  
У процесу настанка сунчевог система, створено је још око 200 нових минерала (фелдспати, кварц, лискуни, м.глине, циркон, калцит...



# ОРБИТЕ ПЛАНЕТА



Све планете обилазе  
Сунце у скоро кружној  
(елипсастој) путањи у  
приближно истој равни  
(раван еклиптике)

Смер револуције - CCW

Смер ротације: CCW  
(изузев Венере,  
Урана, Плутона)

Нагиб еклиптике  
не већи од  $3.4^\circ$

Осим:

Меркур ( $7^\circ$ )

Плутон ( $17.2^\circ$ )

Сатурн

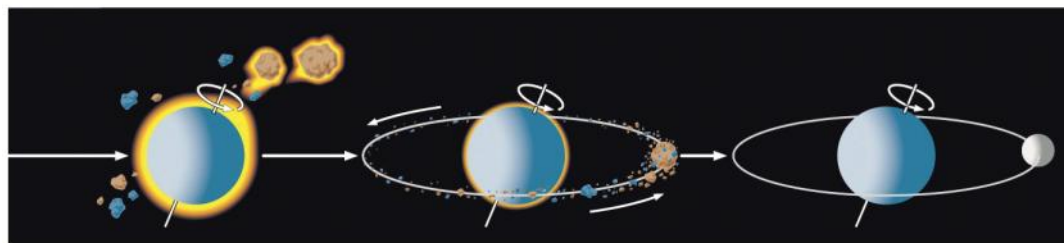
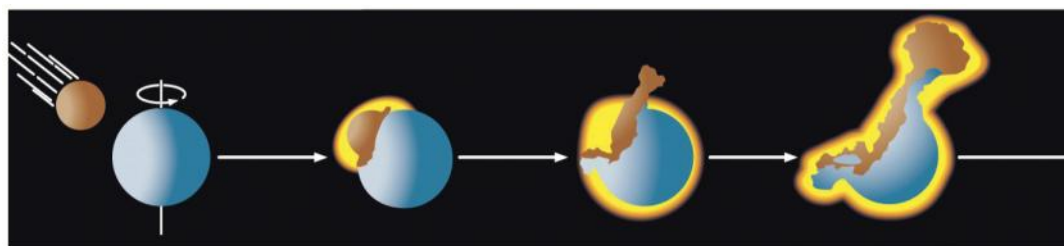
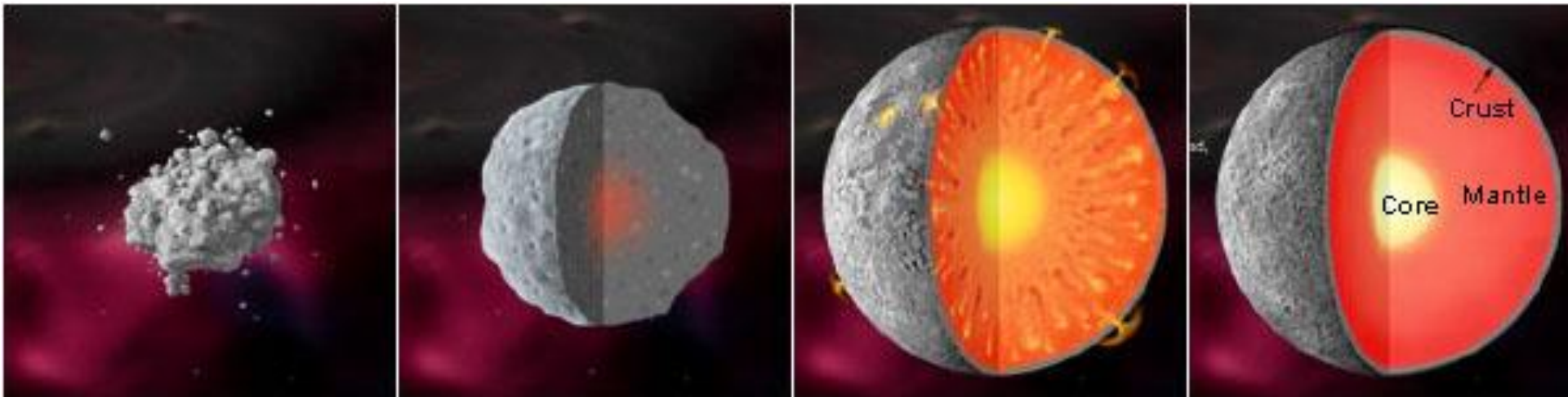
Уран

Плутон

Нептун

(Удаљености и време револуције приказани у размери)

# СТВАРАЊЕ СЛОЈЕВИТЕ УНУТРАШЊОСТИ



# СТВАРАЊЕ ЗЕМЉИНЕ КОРЕ





# НАЈСТАРИЈА СТЕНА (4 Gy)



**Acasta-Gneis** (Nordwest-Kanada)  
*Acasta gneiss from northwestern Canada*

# НАЈСТАРИЈИ МИНЕРАЛ (4,4 Gy)



**Muttergestein der Zirkon-Kristalle**  
(Jack Hills, Westaustralien)

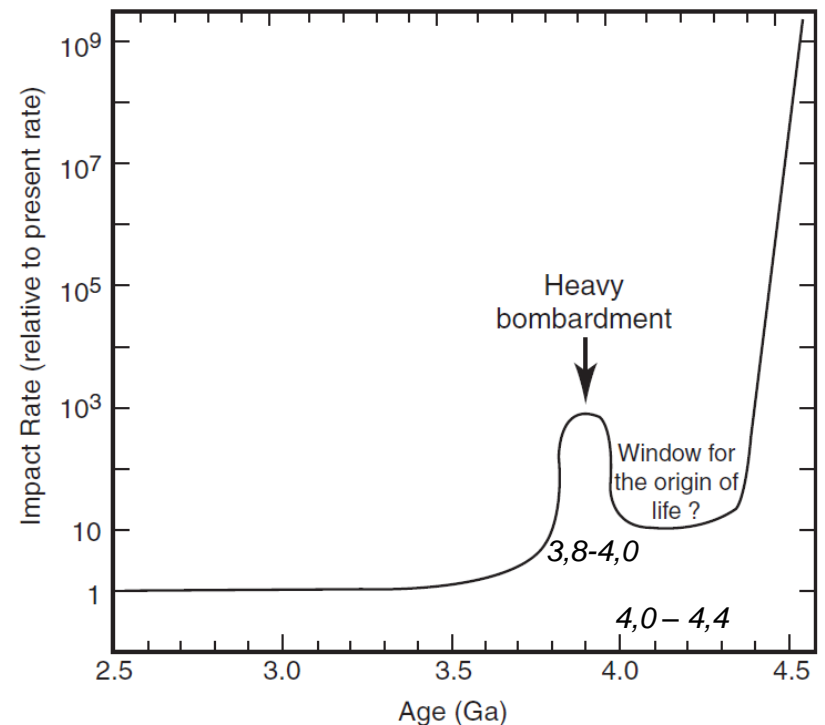
*Parent rock of the zircon crystals  
from Jack Hills (Western Australia)*

# ЗЕМЉА ЈЕ СТВОРЕНА – а услови за стварање живота?



Најранији услови за стварање живота – 4 - 4,2 Ga  
након бројних “стерилишућих удара”

Мањи удари су могли уништити живот на  
површини и плитко испод ње, омогућујући развој у  
дубинама океана или земљине коре.





# НАСТАНАК И РАЗВОЈ АТМОСФЕРЕ

## 1. ГРАЂА ПРВОБИТНЕ АТМОСФЕРЕ

### 1.1. РЕЗИДУАЛНИ ГАСОВИ

остатак након формирања планете  
Т-таури соларни ветар (+100 My)  
удар тела Марсове величине (30%?)

### 1.2. КОСМИЧКИ ИЗВОРИ, гасови након удара космичких тела

### 1.3. ОСЛОБАЂАЊЕ ГАСОВА ИЗ УНУТРАШЊОСТИ ЗЕМЉЕ

а)  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{He}$ , вода

б)  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ , вода,  $\text{N}_2$

## 2. ГРАЂА СЕКУНДАРНЕ АТМОСФЕРЕ

$\text{H}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ , вода,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{N}_2$

Ослобађање  $\text{H}_2$  из горњих слојева атмосфере

Удари космичких тела +  $\text{CO}$

### ПРЕКАМБИЈУМ

$\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ , вода,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{N}_2$

Фотосинтеза – опадање нивоа  $\text{CO}_2$

Распадање стена – пораст нивоа  $\text{CO}_2$

$\text{CO}_2 + \text{CH}_4 =$  гасови стаклене баште

ПРОТЕРОЗОЈСКА ГЛАЦИЈАЦИЈА (2,4-2,3 Ga)  
резултат таложења маринских карбоната,  
фотолизе и ослобађање водоника из  $\text{CH}_4$

# СТРОМАТОЛИТИ

Финоламинирани структуре сачињене углавном од карбонатских минерала – кластичних и биохемијских - фиксираних или ослобођених из прокариотских бактерија или цијанобактеријаа.

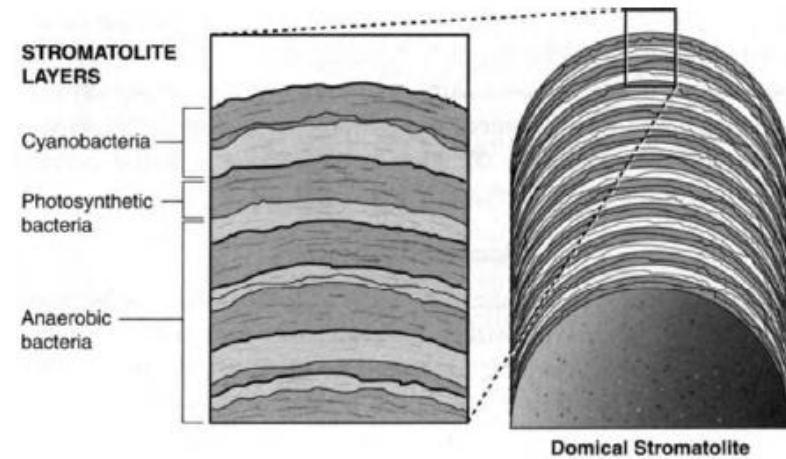
Неке структуре су табуларне али већина их је хемисферична или стубаста.

Слојевита структура:

Цијанобактерије које се служе фотосинтезом на површини.

Анаеробне бактерије у унутрашњости.

*Први строматолити највероватније били анаеробни фотоаутоτροφни организми*



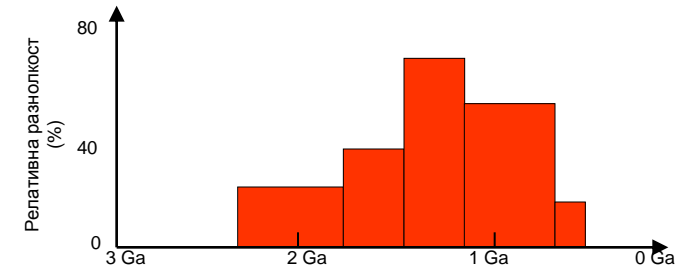
# СТРОМАТОЛИТИ

**Најстарији строматолити – 3,3 – 3,5 Ga**  
(заједно са рожнацима Warrawoona групе)



Nature, 1980: v. 284, p. 444

**Савремени строматолити – Шарк беј (з. Аустралија), острво Андрос (Бахами), у неким језерима...**





# ХАДСКИ ЕОН (4,6-4 Gy), ЕОАРХАИК (4,0-3,6 Gy) и ПАЛЕОАРХАИК (3,6-3,2 Gy)

- слојевита унутрашњост; судар са телом величине Марса;
- Бомбардовање (до 3,8), стварање и растапање чврсте земљине коре (циркон Џек Хила и “Акаста” гнајс – ерозија-вода)
- Стварање континената (сударањем “острвских лукова” и протоконтинената)
- Океани
  - сигурно од пре 4,4 Gy (циркони), 3,8 Gy (седименти, SW Гренланд), 3,5 Gy (јастучасте лаве, строматолити)
  - пре 4 Gy 90% садашње запремине
- Космичко зрачење
- Првобитна атмосфера
- Живот?

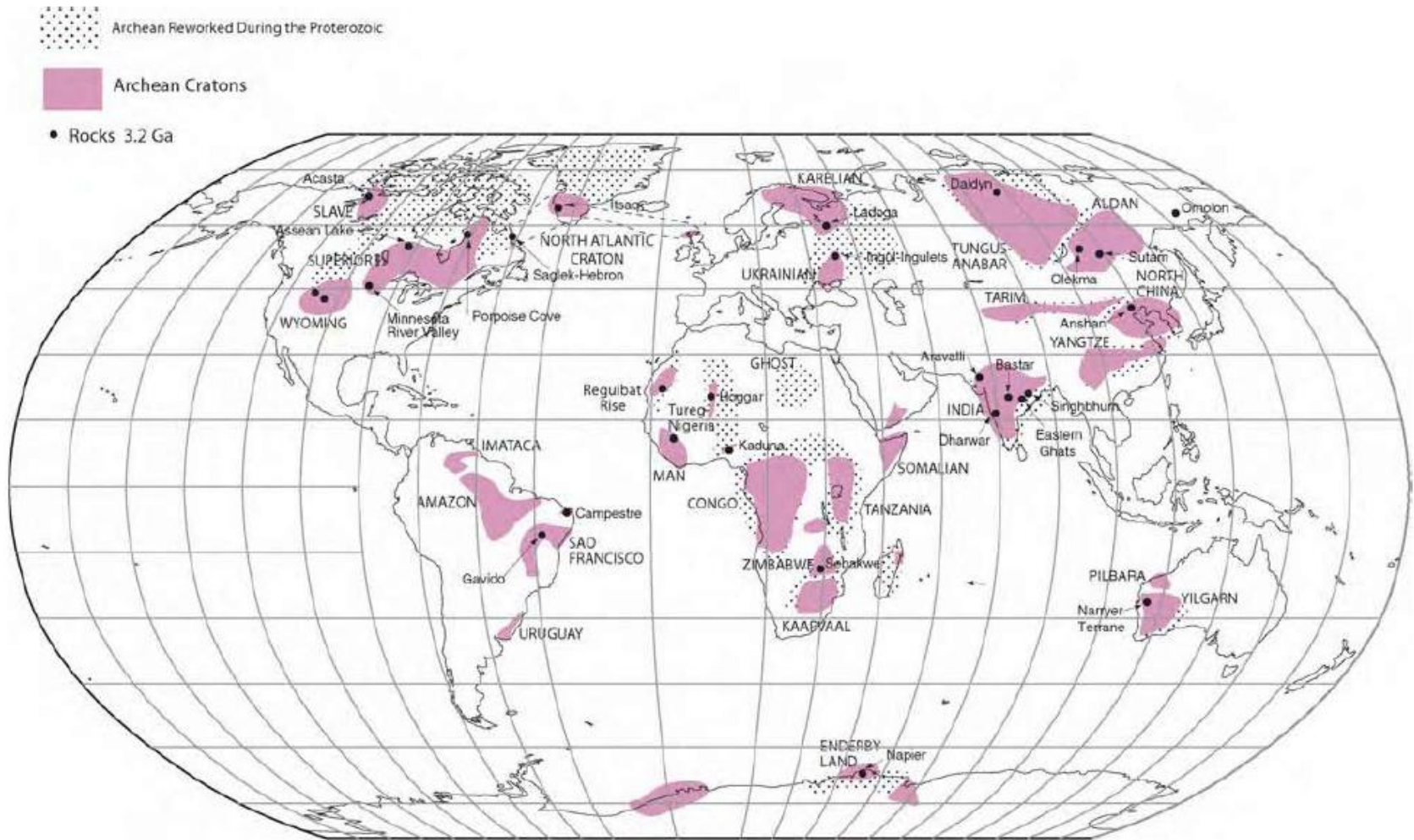


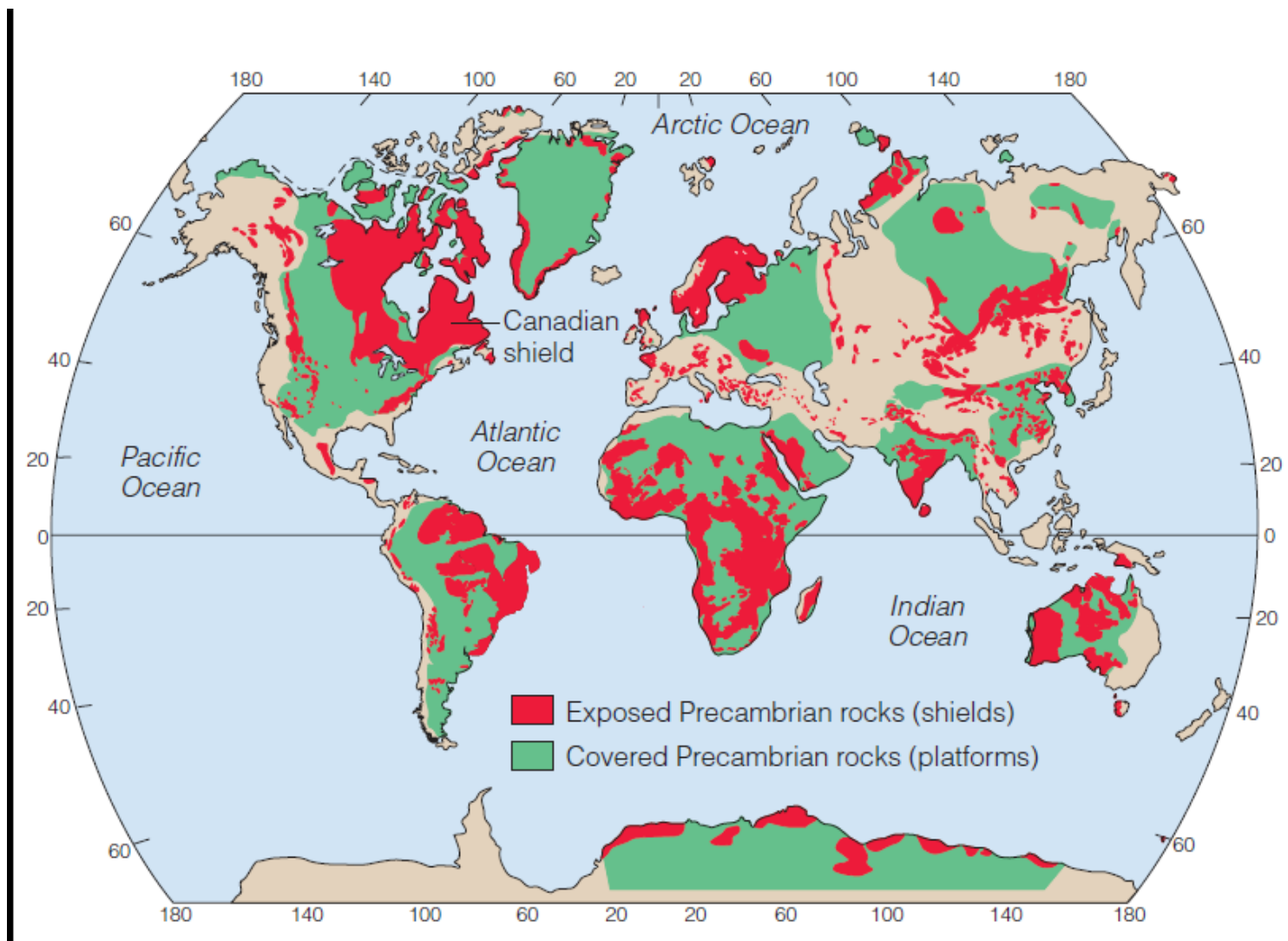
Fig. 1.2-1. Distribution of early Archean rocks.



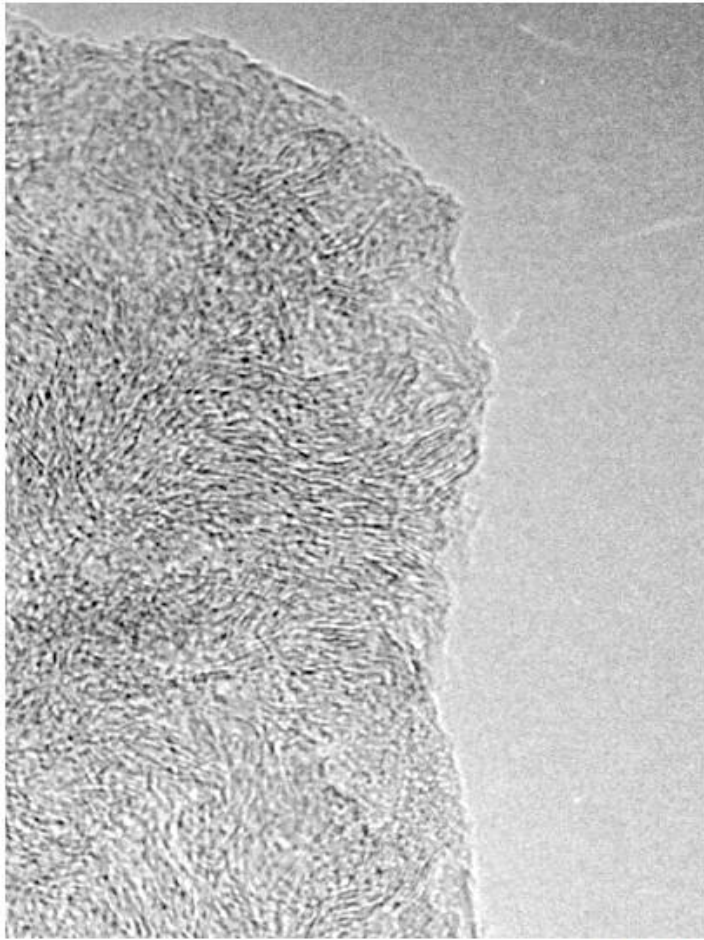
- Archean
- Proterozoic



# МЕЗОАРХАИК (3,2-2,8 Gy) и НЕОАРХАИК (2,8-2,5 Gy)



# ТРАГОВИ ПОЧЕТКА ЖИВОТА



10 nm

Најстарији пронађен траг живота – органска материја из црног рожнаца Warrawoona групе, западна Аустралија (3,3 – 3,5 Ga)

Често мешање савремених бактерија са узорција архајских стена.

Савремене бактерије су доживеле мале промене од пре-палеозојског времена.

За прихватање микрофосила потребно је доказати да је ћелија укључена у грађу стена у време када је стена настала.

До сада су пронађена 24 локалитета са архајским и рано протерозојским микрофосилима.

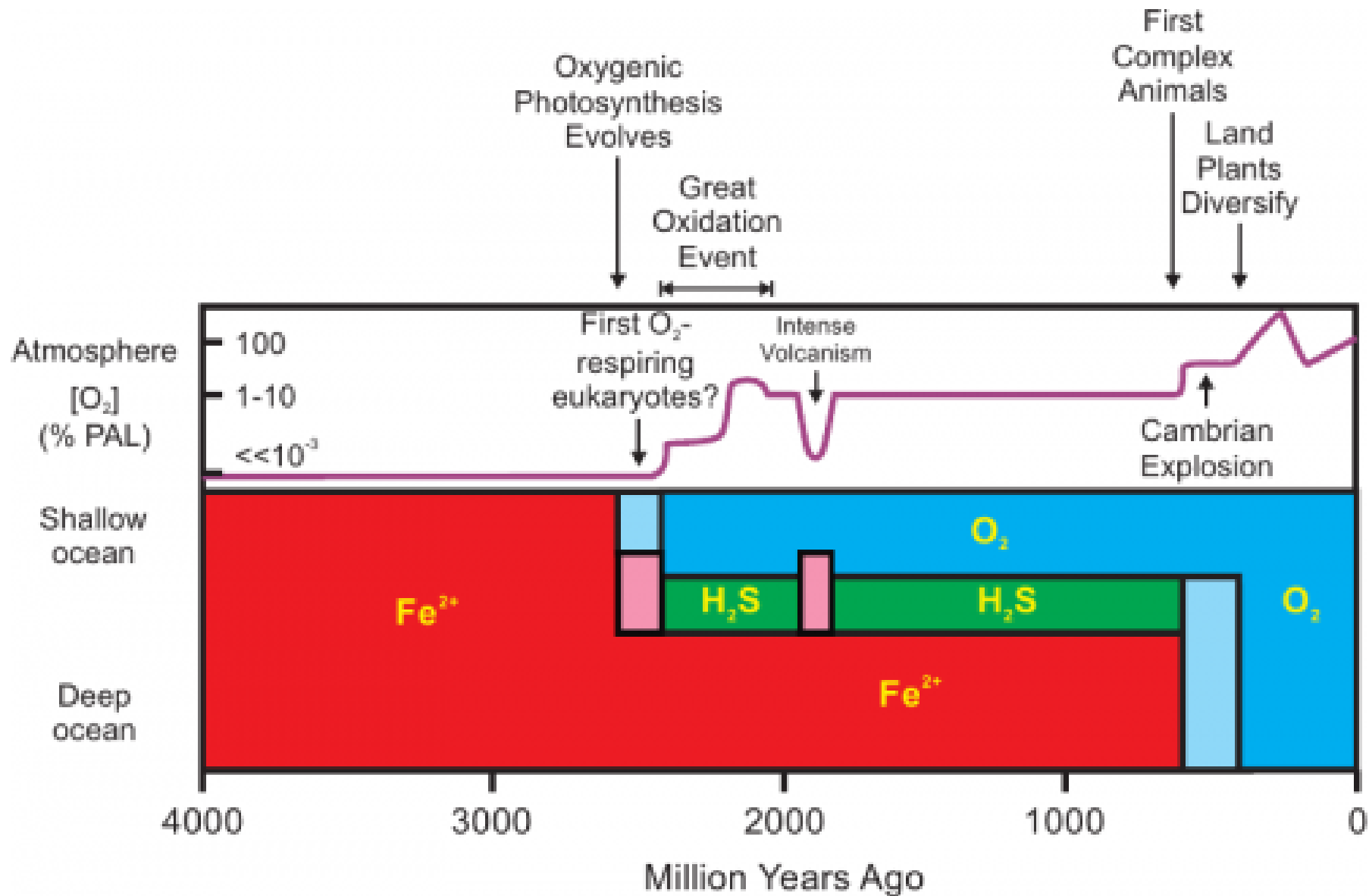
Трагови  $^{13}\text{C}$  у високометаморфисаним стенама Гренланда, старим 3,8 Ga указују на могуће органско порекло.



# “Црвена планета” - кисеоник







# АРХАИК И ПРОТЕРОЗОИК – ОПШТИ ПРИКАЗ

-у камбријуму отварање Јапетус океана

-у каснијим периодама сучељавање континената (каледонска, херцинска /варисцишка/ орогенеза)

-формирање Пангее

- камбријум: топли климати; ордовицијум: смена топле климе и глобалне глацијације; силур: топла клима са повременим епизодама глацијације; крај девона: глацијација на југу Гондване; карбон: постепено глобално захлађење, глацијације; перм: прелаз од хумидне ка аридној клими

- КАМБРИЈУМСКА ЕКСПЛОЗИЈА ЖИВОТА (ширење метазоа)

-Почетак камбријума: појављивање свих главних типова (кола) бескичмењака (изузев протозоа) доминација трилобита и брахиопода

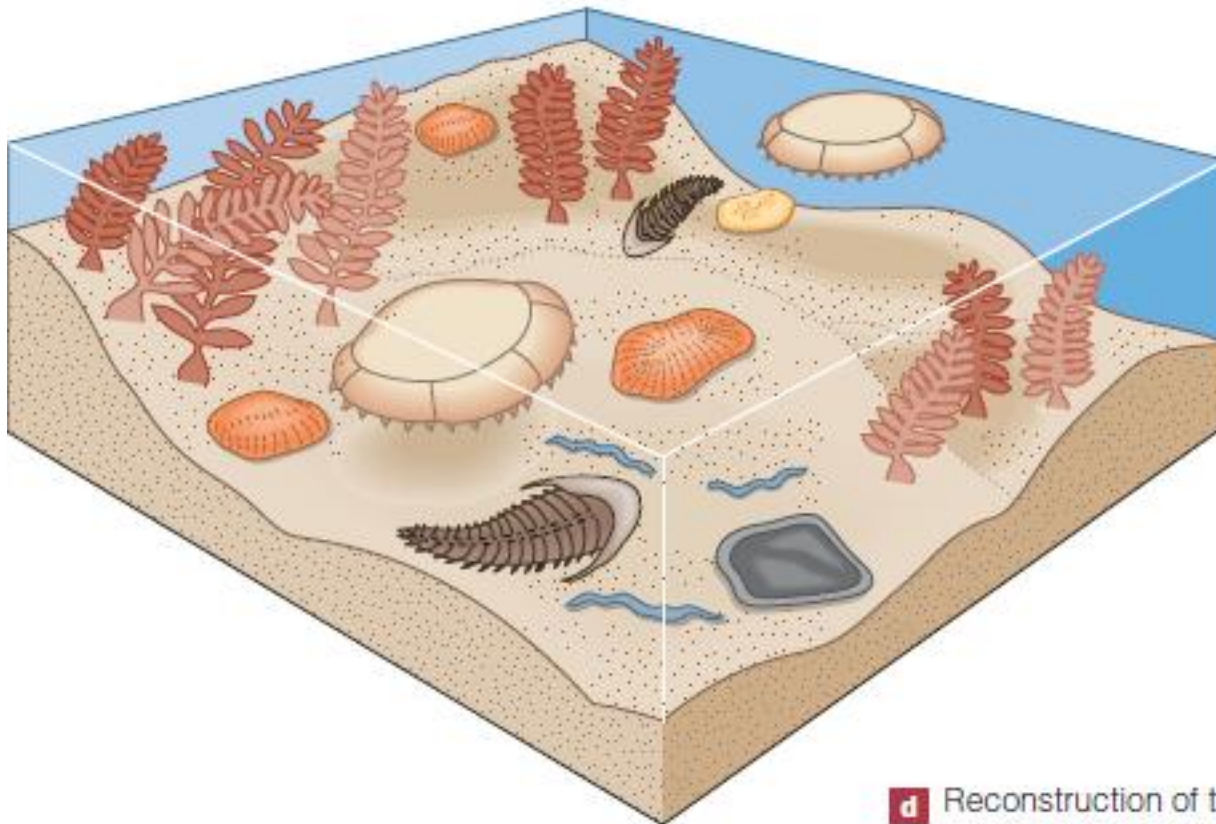
-Ордовицијум: врхунац развоја трилобита (диверзитет облика, величина, орнамената), пораст бројности граптолита, цефалопода, криноида, мекушаца, бодљокожаца, појава првих кичмењака – риболике форме без вилица

-Силур: прве копнене биљке, рибе са вилицама

-Девон: појава инсеката, нагло повећање бројности риба, прве папратњаче

-Карбон: 2/2 појава гмизаваца, ширење копнених биљака

-Перм: ширење гмизаваца, масовно изумирање на крају периоде



**d** Reconstruction of the Ediacaran environment.



## TERRANE MAP OF EUROPE

0 500 km

FREE DOWNLOAD  
VERSION 3  
2006-11

### TIME SCALE

Ages in Million Years (Ma)

NEO-PROTEROZOIC	543	QUATERNARY	1.8
	1000	NEOGENE	2.4
MESO-PROTEROZOIC	1600	PALAEOGENE	65
		CRETACEOUS	142
PALAEO-PROTEROZOIC	2500	JURASSIC	206
		TRIASSIC	251
ARCHAEAN	3500	PERMIAN	292
		CARBONIFEROUS	360
		DEVONIAN	417
		SILURIAN	442
		ORDOVICIAN	490
		CAMBRIAN	543

**BALTICA**  
**CORE OF EUROPE**

TIME OF ASSEMBLY

- SILURIAN (CALEDONIAN NAPPE)
- NEOPROTEROZOIC
- MESO-PROTEROZOIC
- MESO- / NEO-PROTEROZOIC COVER SEDIMENTS
- PALAEO-PROTEROZOIC
- ARCHAEAN

TIME OF ACCRETION

- NEOGENE
- PALAEOGENE
- JURASSIC
- LATE TRIASSIC
- CARBONIFEROUS
- LATE ORDOVICIAN-SILURIAN

**GONDWANA-derived**

- SILURIAN
- SILURIAN (CALEDONIAN NAPPE; IAPETUS OC. + LAURENTIAN MARGIN)

**LAURENTIA / IAPETUS-derived**

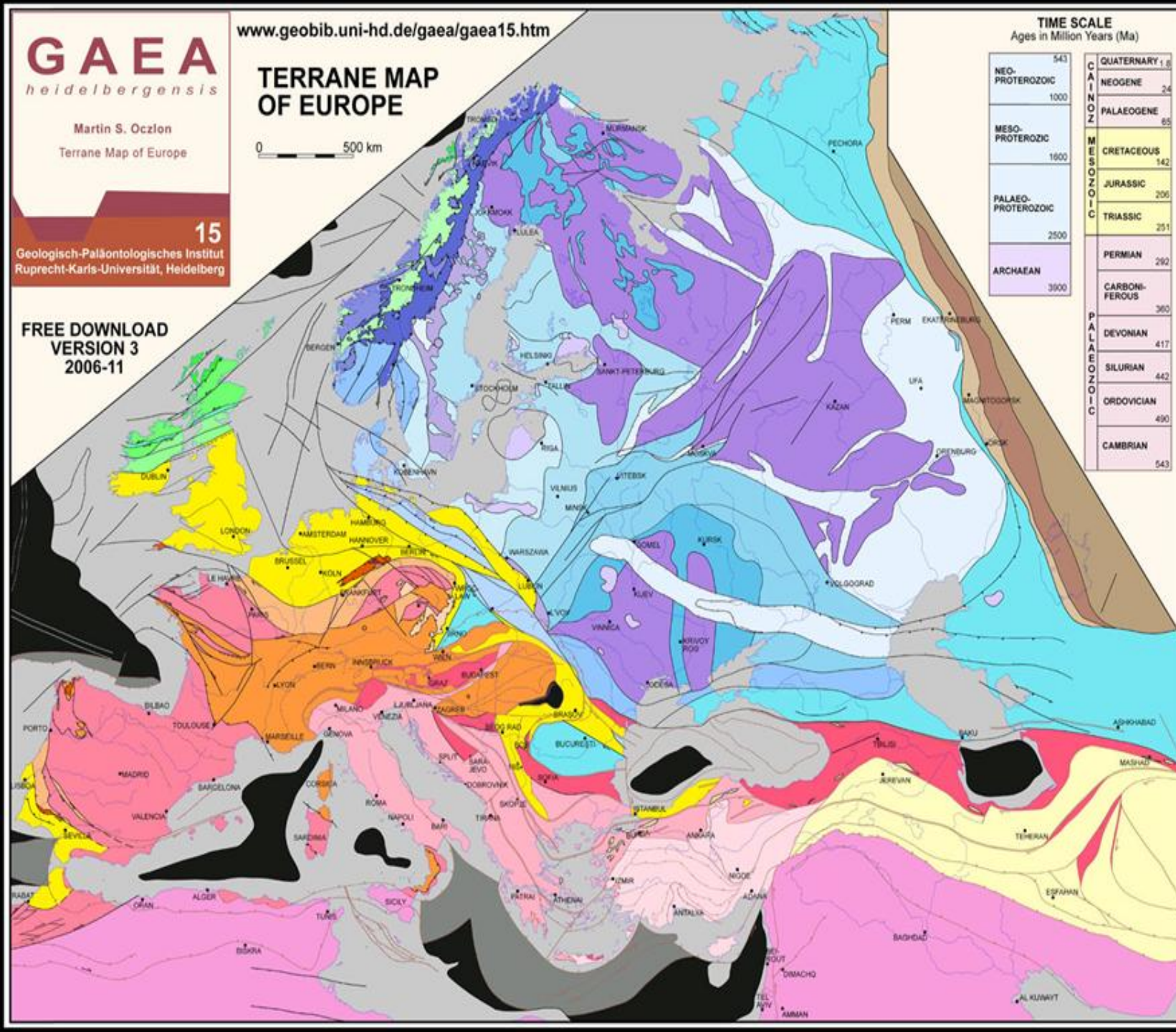
- CARBONIFEROUS-PERMIAN

**WEST-SIBERIA / KASAKHSTAN-CONTINENT**

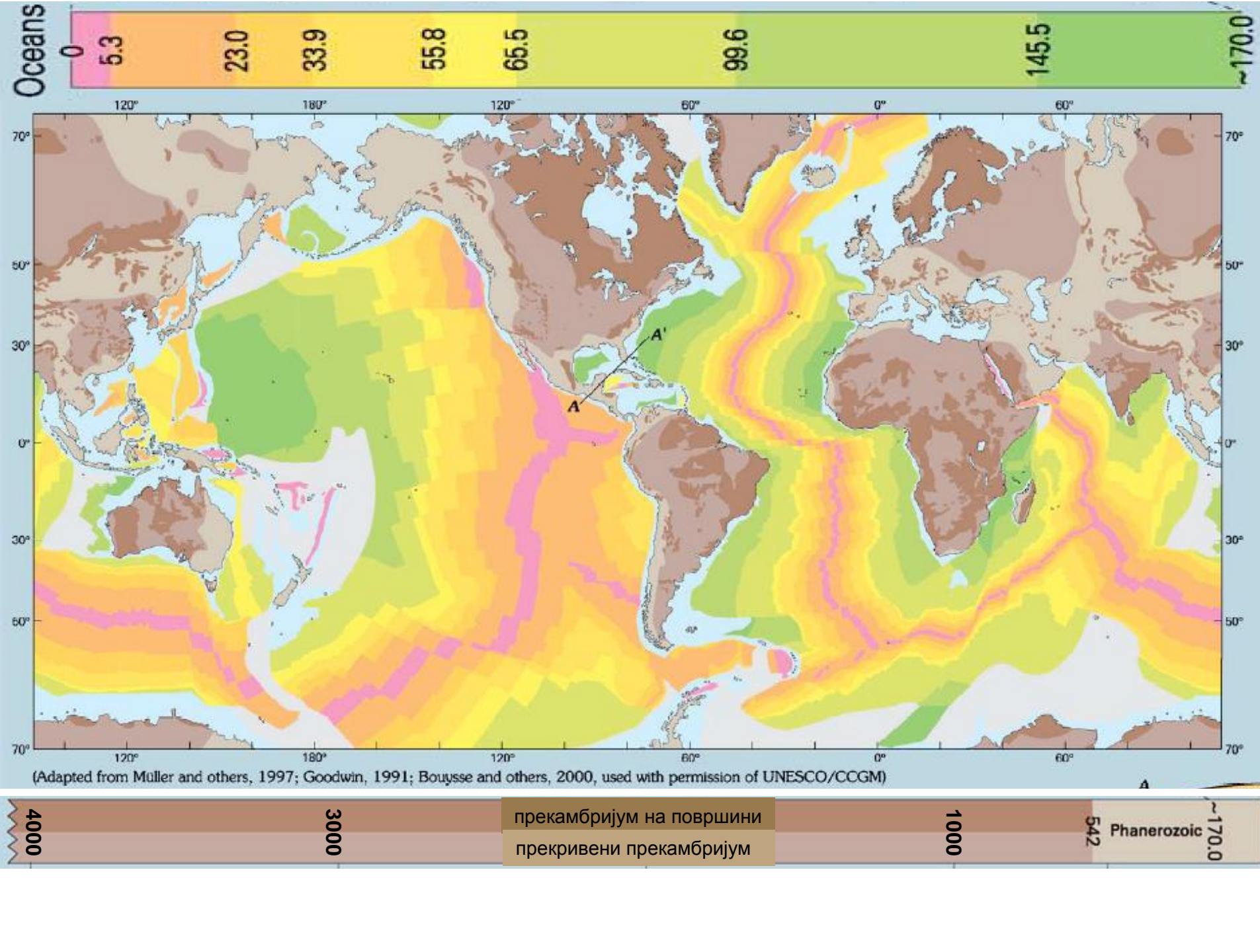
- CARBONIFEROUS (GONDWANA-derived)
- LATE DEVONIAN (INTRA-OCEANIC ARC)

**URALS**

- OCEANIC LITHOSPHERE
- ACCRETIONARY WEDGE







# ПОРЕКЛО КИСЕОНИКА

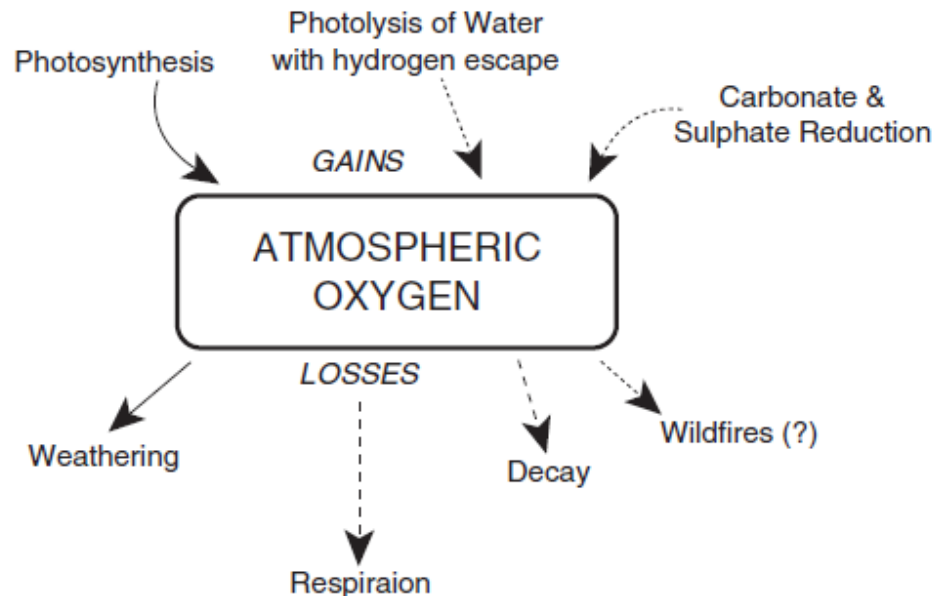
## САВРЕМЕНИ КИСЕОНИК СКОРО У ПОТПУНОСТИ ПОТИЧЕ ОД ФОТОСИНТЕЗЕ



Кисеоник се може добити и фотолизом молекула воде у горњим слојевима атмосфере  $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + 0.5 \text{O}_2$

Сав кисеоник ослобођен у 1 години, може бити потрошен у току 50 година процесима оксидације органске материје.

Без оксидације органске материје у сулфидних минерала током распадања, садржај кисеоника би се удвостручио за око 1000 година





# ПОЈАВА ЕУКАРИОТА

Прве једноћелијске еукариоте су се развиле од бактеријских прокариота пре око 2,7 Ga.

Најстарији фосил еукариота 1,9 Ga али овај домен није постао раширен све до 1,7 – 1,5 Ga.

*Grypania* (1,9 Ga) цилиндрични организам, дуг око 50 цм, 2 мм у промеру. Највероватније еукариотска алга.



Negaunee Iron Formation, Marquette, Michigan

1,3 – 1,0 Ga нагло ширење еукариота: црвене алге – цилиате – смеђе и зелене алге – биљке – гљиве - животиње



# ЕДИАКАРАН ФАУНА (630-550 Ma)

Ediacaran hills – Аустрлија; Намибија

Иако већина палеонтолога сматра едиакаранске фосиле метазоама, неки их ипак сматрају примитивним биљколиким организмима, сличним алгама или гљивама.

Из богатог фосилног записа, издвојено је 31 едиакаранске врсте, укључујући облике који могу бити преци: пљоснатих црва, чланковитих црва, згавкара, бодљокожаца...







## КАМБРИЈУМСКА ЕКСПЛОЗИЈА ЖИВОТА

(~542 Ma)

Сви главни типови (кола) бескичмењака (изузимајући протозое) појавили су се почетком камбријума.

Велики број организама живео у морском муљу.

Живот у седиментима је омогућен: 1) развојем егзоскелета (пример: трилобити) уз коришћење израслина

2) развој коелома код црволиких организама



# ПАЛЕОЗОЈСКЕ ЖИВОТНЕ ФОРМЕ (542-251 Ma)

**Камбријум** – трилобити (60% животних форми) и брахиоподе (30%).

**Ордовицијум** – до касног ордовицијума појавила се већина класа бескичмењака карактеристичних и за савремене океане. Врхунац развоја трилобита, велики диверзитет облика, величина и орнамената на егзоскелету.

Пораст бројности граптолита, цефалопода, криноида, мекушаца, бодљокожаца, морских маховина.

Прва појава *кичмењака* – риболике форме без вилица.

**Девон** – појава *инсеката*. Нагло повећање броја риба (и током раног карбона).

**Карбон** – у другој половини појава *гмизаваца*.

**Биљке** – повећање бројности током касног палеозоику и ширење на копну. Прве *папратњаче* у девону, касније – *ликопсиде* и *четинари*. Најзначајнији догађај – развој *васкуларног* ткива које је омогућило преживљавање у екстремним условима на копну. Крајем палеозоику – развој *семењача* у односу на биљке са спорама.

Развој шума омогућио развој водоземаца у касном палеозоику.



# МЕЗОЗОЈСКЕ ЖИВОТНЕ ФОРМЕ *(251-65 Ma)*

Нагло повећање бројности **голосемењача** – цикаде, гинко, четинари

Током ране креде појава и нагли развој **цветница**.

Морски бескичмењаци, чији је број опао крајем перма, у великом броју се појављују.

Мезозојски **гмизавци** (рептили) велике разноврсности, укључујући диносаурусе (биљоједи, месоједи; морске, копнене, летеће форме)

**Птице** и **сисари** развијени из гмизавачких предака током ране јуре.

**Топлокрвни сисари** способни прилагођавању разноликим условима станишта (укључујући морска).  
Нарастање мозга.

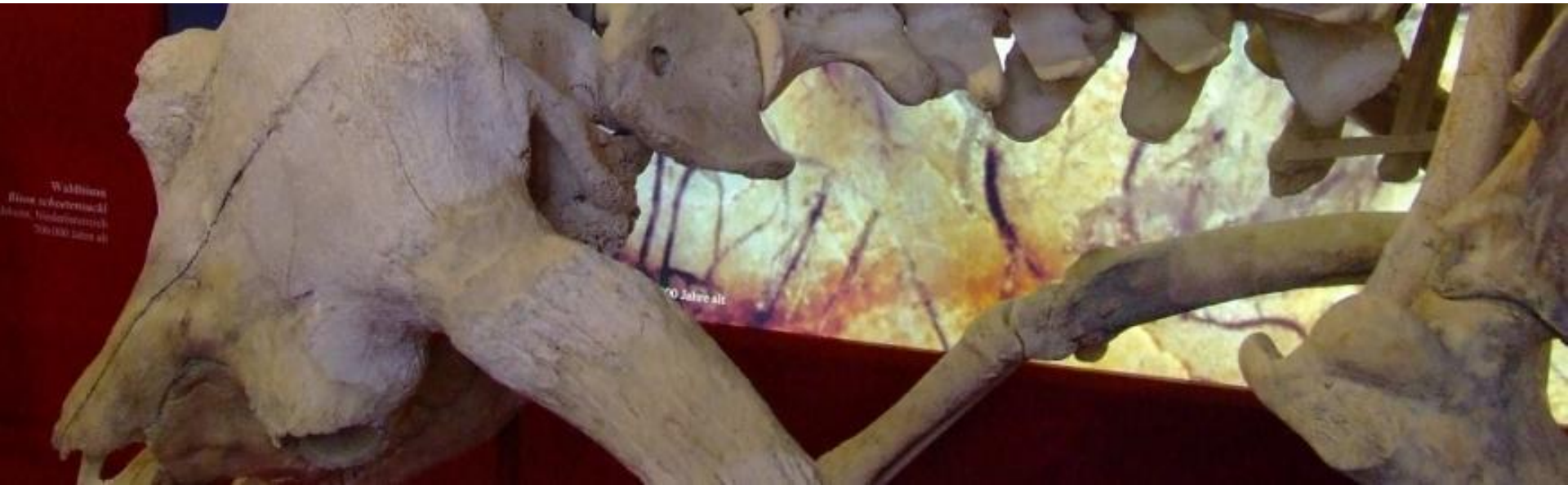


# КЕНОЗОЈСКЕ ЖИВОТНЕ ФОРМЕ (65 Ма-)

Доминација сисара

Развој човека из групе антропода (4 Ма)

Експоненцијални развој цветница.





# МАСОВНА ИЗУМИРАЊА ЖИВОГ СВЕТА

Разлози:

1) **ЕКСТРАТЕРЕСТРАЛНИ**: пораст X- и космичког зрачења, климатске промене проузроковане суперновама и ударима космичких тела о Земљу.

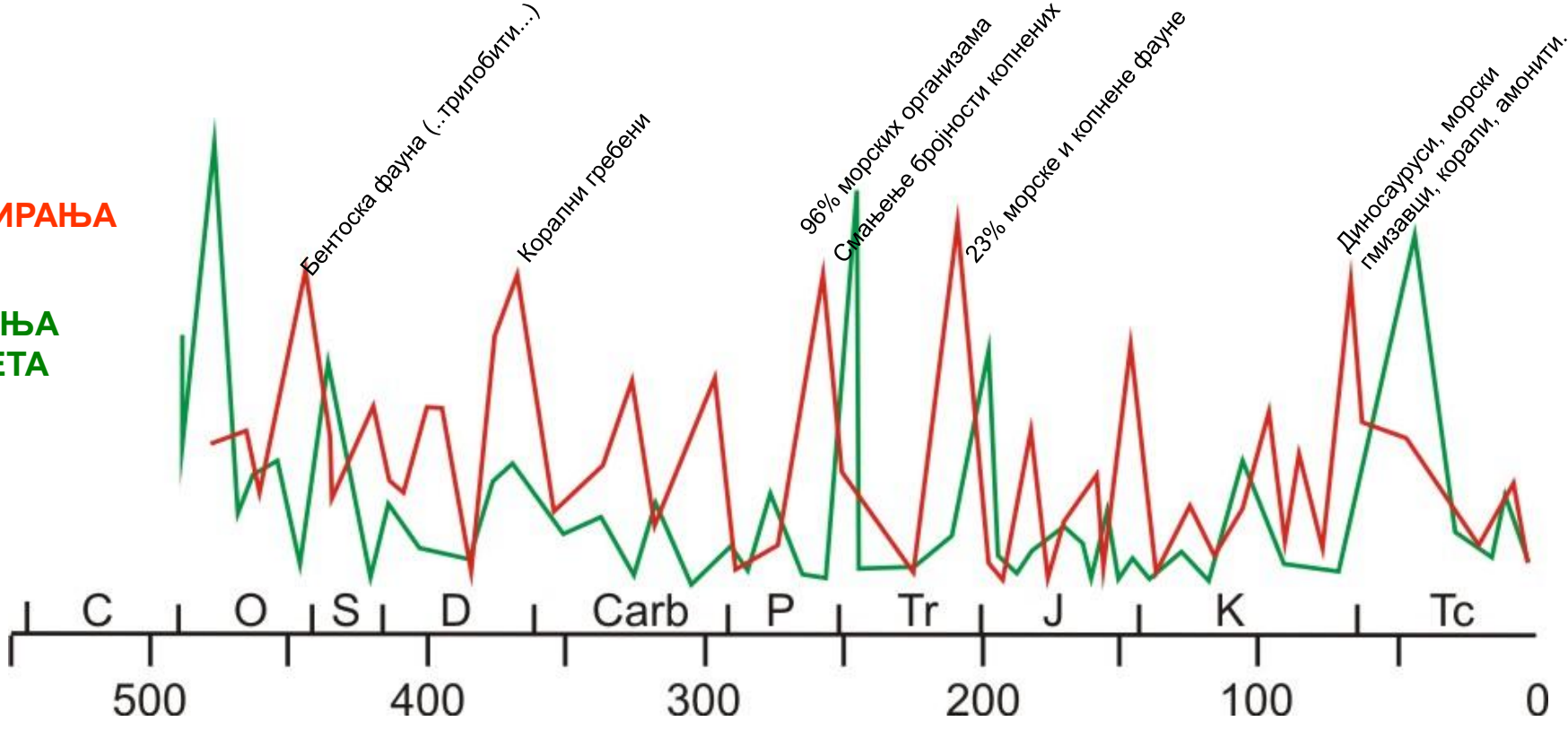
2) **ФИЗИЧКИ**: измене животне средине услед наглих климатских промена, смањење океанског салинитета током раширеног депоновања евапорита, промене нивоа атмосферског кисеоника, промене нивоа светског океана, судари континената.

3) **БИОЛОШКИ**

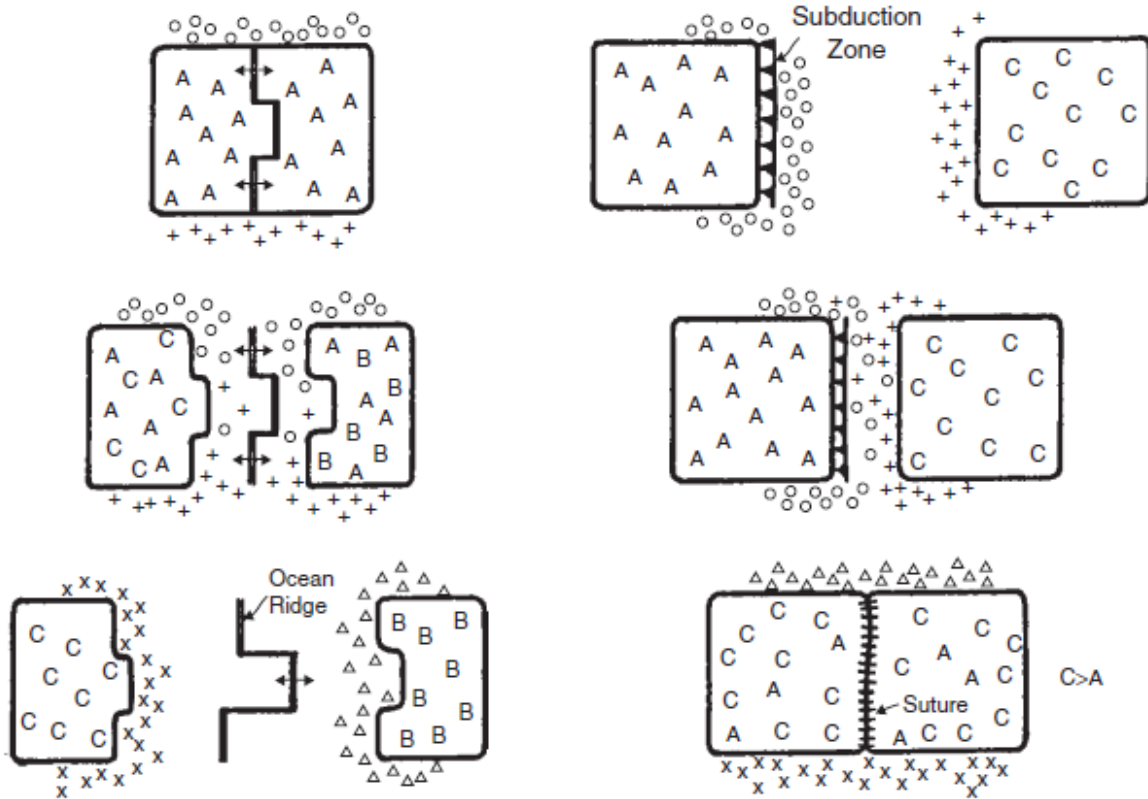


**ИЗУМИРАЊА**

**ШИРЕЊА  
Ж.СВЕТА**







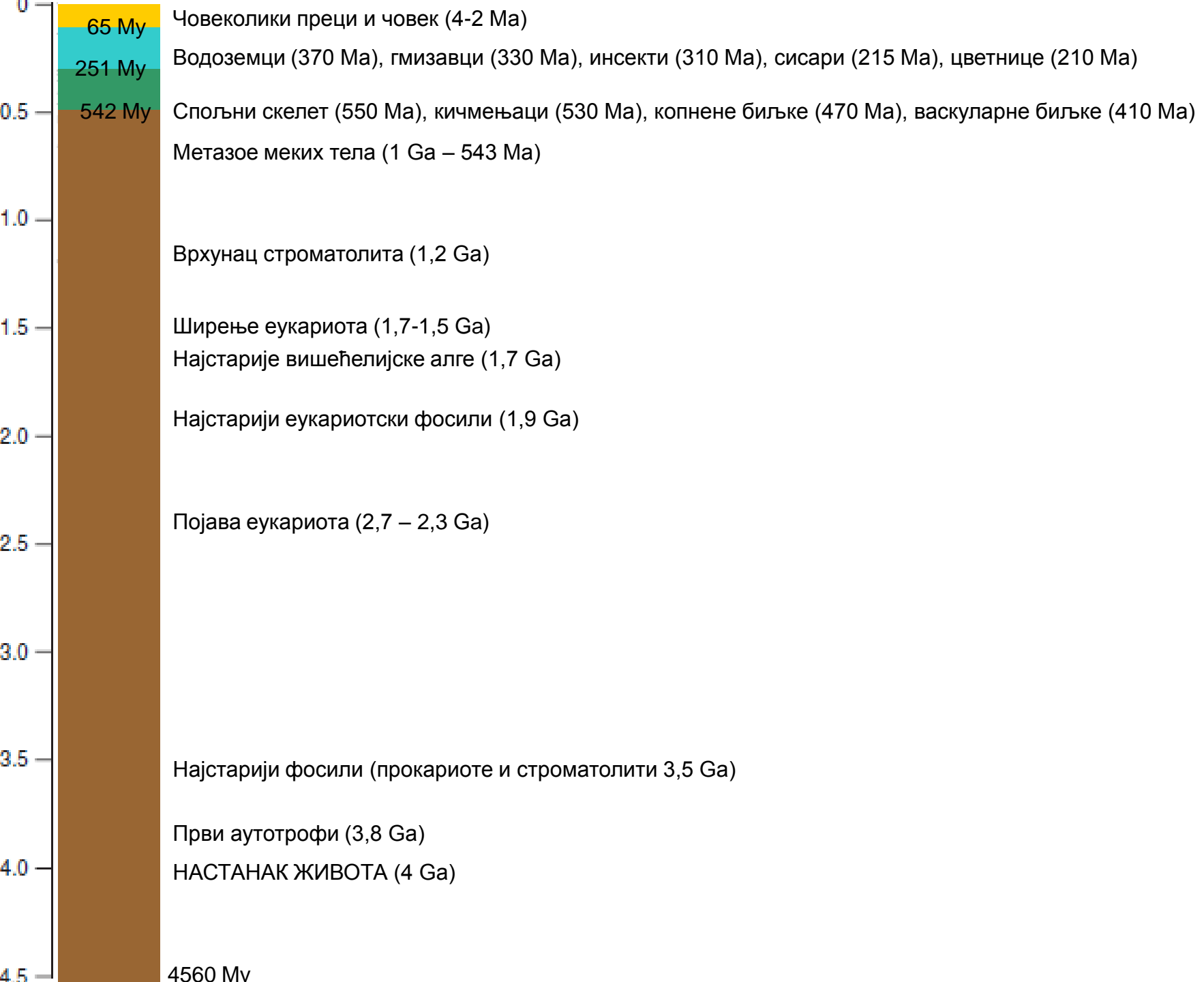
Floras or Faunas:  
 A, B, C - Terrestrial  
 o, +, x, Δ - Shallow Marine

**A**

**Б**







# УМЕСТО ЗАКЉУЧКА