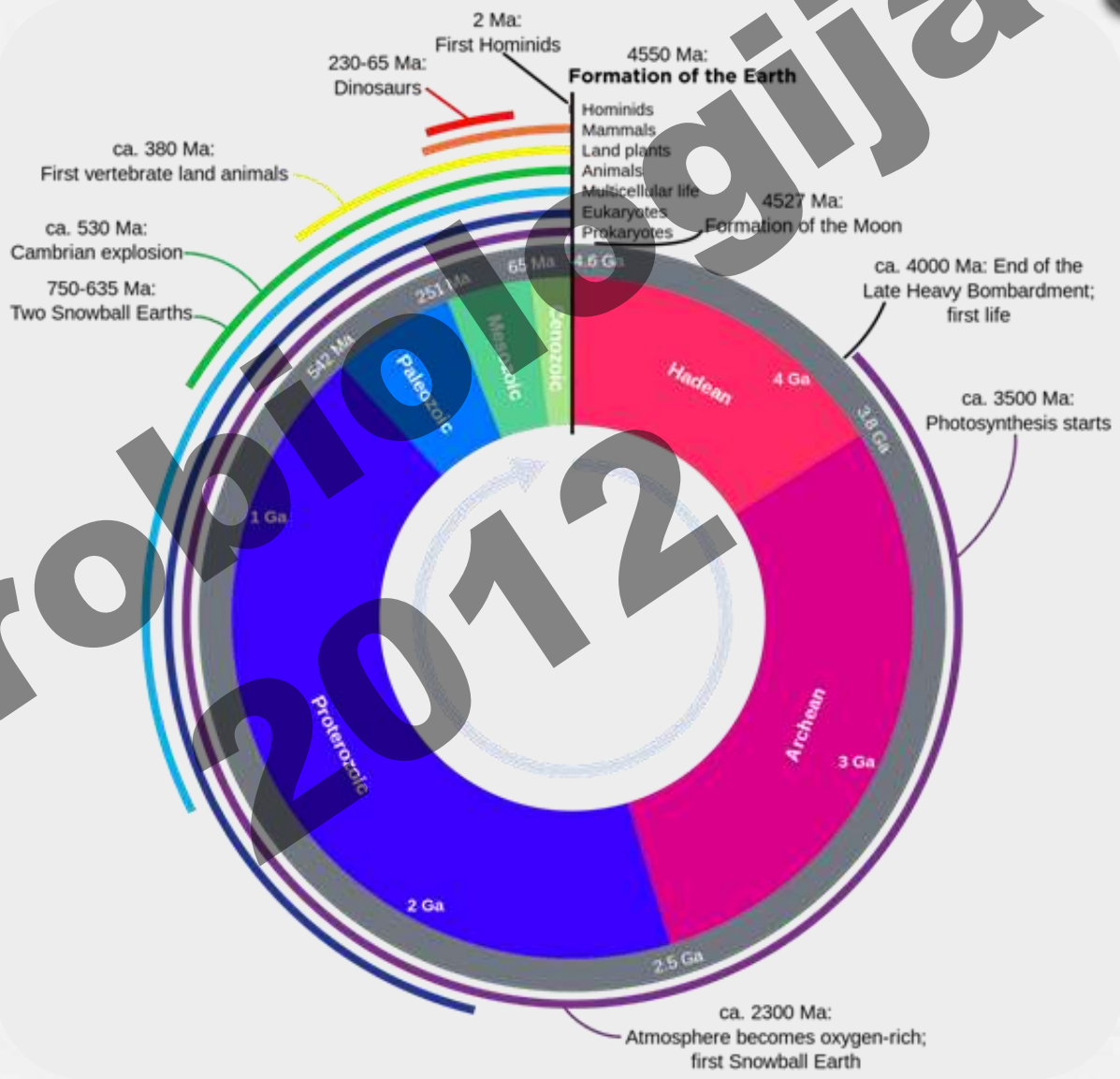
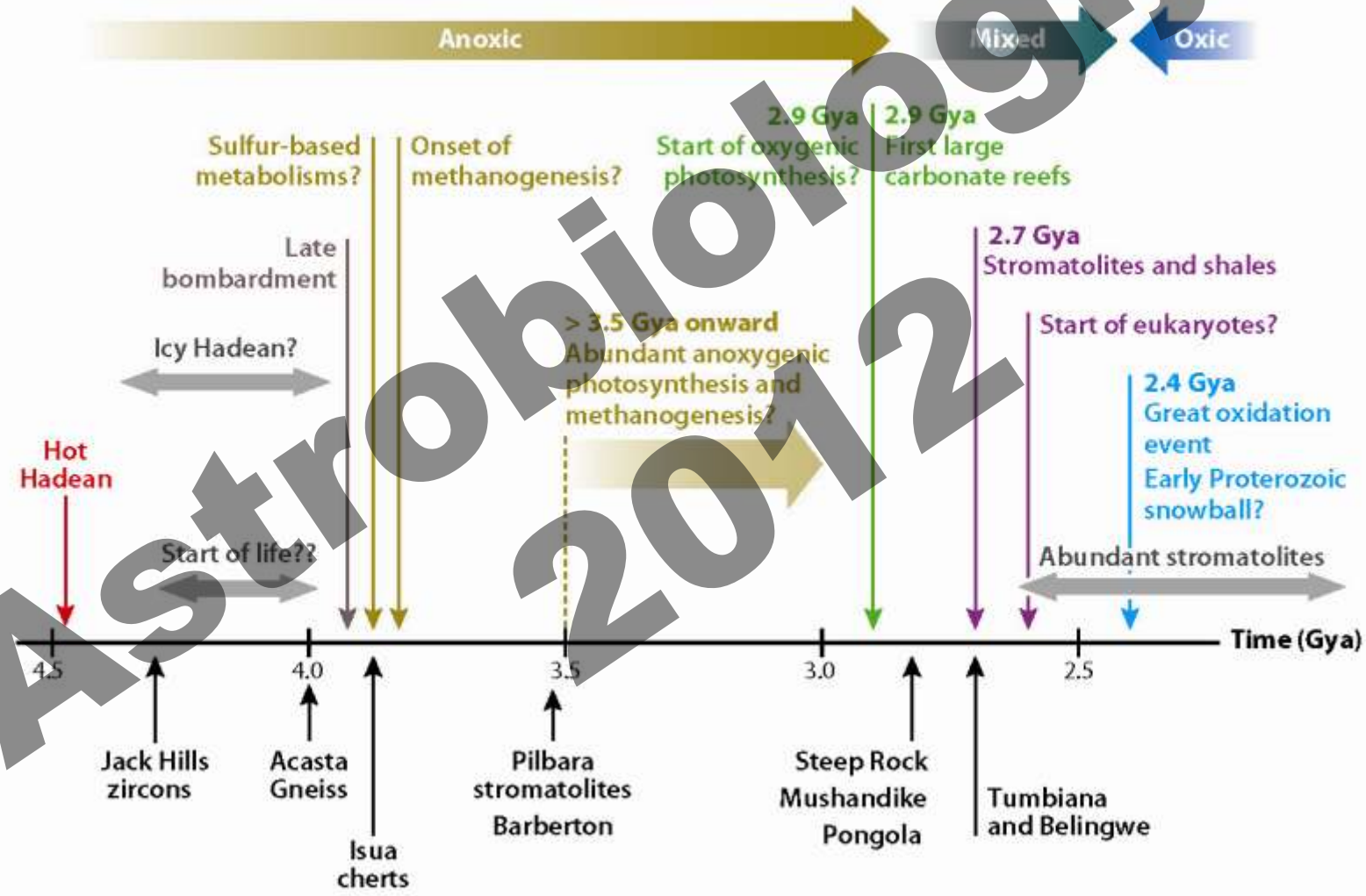
Život u arhaiku i proterozoiku

26.10.2012.

„History matters…“

- Arhaik + proterozoik = 3,3 Ga (73% istorije planete!)
- Geološka vremenska skala:
  - supereon
  - eon
  - era
  - period
  - epoha
  - doba





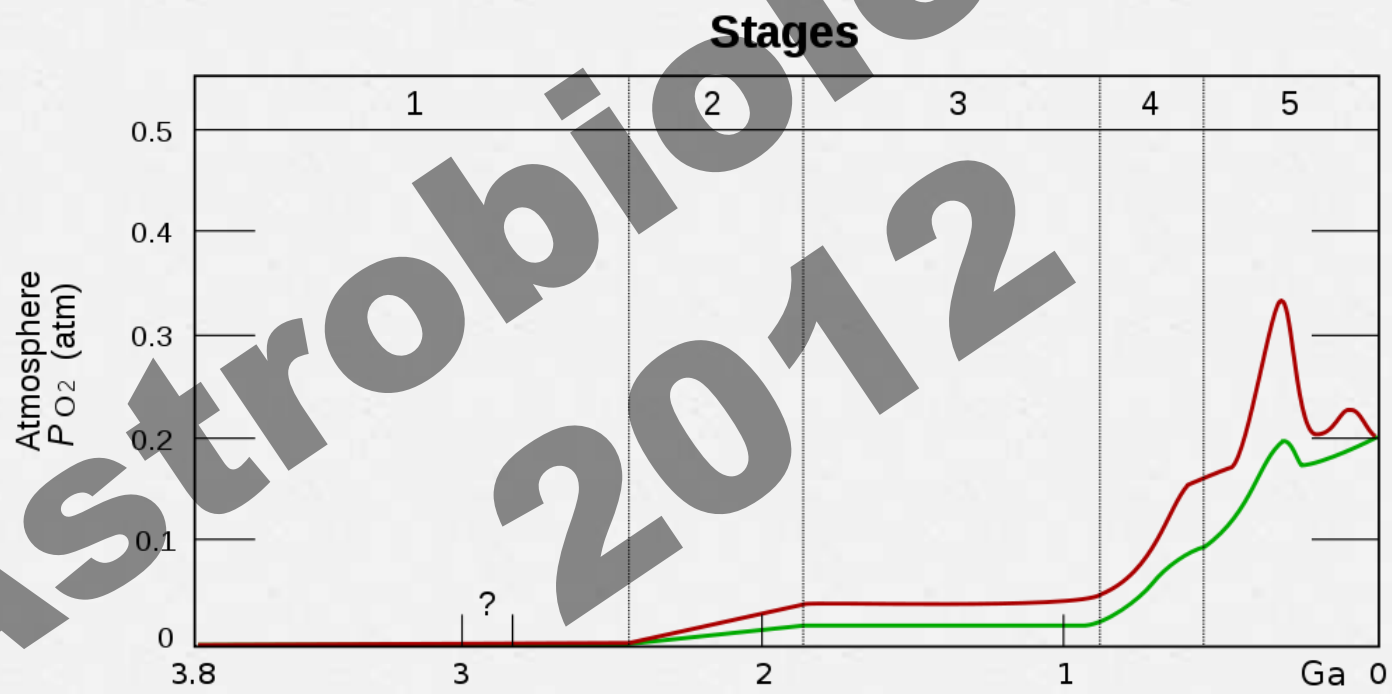
Metanogeneza

- Proizvodnja metana od strane **metanogena**
- Svi poznati metanogeni (oko 50 vrsta) su anaerobne arhee!
- Mnogi su i ekstremofili (aktivni na 15-100 °C)
- Glavni kanal je $CO_2 + 4\ H_2 \longrightarrow CH_4 + 2H_2O$
- Metan je ~25 puta efikasniji gas staklene bašte od CO_2
- Rešenje „paradoksa slabog Sunca“?
- Metan na Marsu?

Kiseonička atmosfera

- Metanogeni ne podnose O_2
- „Sudar titana“: **Metanogeni vs. cijanobakterije**
- „klackalica“: sadržaj metana opada kako kiseonik raste...
- ...ali postoje i drugi rezervoari kiseonika: sedimenti, metali, ozonski sloj.
- Tek kad se svi napune, atmosferska koncentracija može da raste!

5 faza u oksidaciji atmosfere



„Veliki kiseonički događaj“

- -2.4 Ga
- I pre GOE fotosinteza proizvodila O_2, ali se on odmah apsorbovao
- Naglo smanjenje metana izaziva dramatično zahlađenje: **Hjuronska glacijacija**
- **Inercija** klimatskog sistema
- Kontrast okean – kopno
- Ozonski sloj nastaje oko -1 Ga
- I taman da se život naglo proširi i diverzifikuje…


Astrobiologija
2012


Astrobiologija
2012

Termalni balans Zemlje

- Pod pretpostavkom brze rotacije, temperatura osunčanog tela je

$$T = (1-A)^{1/4}\left(\frac{R}{2D}\right)^{1/2} T_{eff}$$

$$= 0.0682\ (1-A)^{1/4}\left(\frac{R}{R_*}\right)^{1/2}\left(\frac{1\,\mathrm{AU}}{2\mathrm{D}}\right)^{1/2} T_{eff}$$

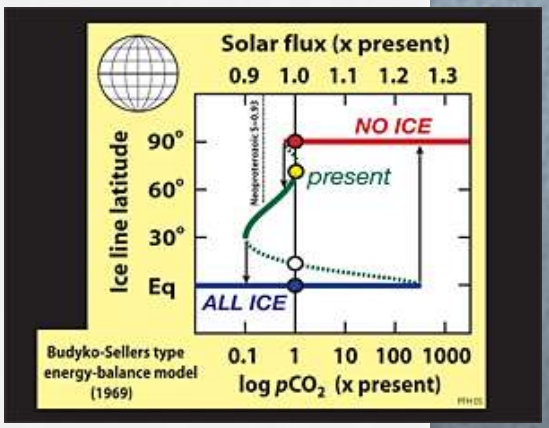
- Za standardne vrednosti:

$$T_{eff} = 5774\,\mathrm{K};\ A = 0,3;\ R = R_*$$

- Dobijamo T = 255 K
- Razlika potiče od efekta staklene bašte!...

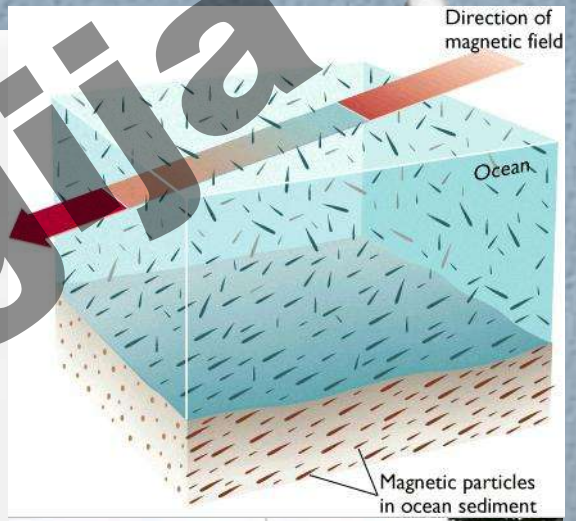
Superledena doba: Zemlja kao snežna grudva

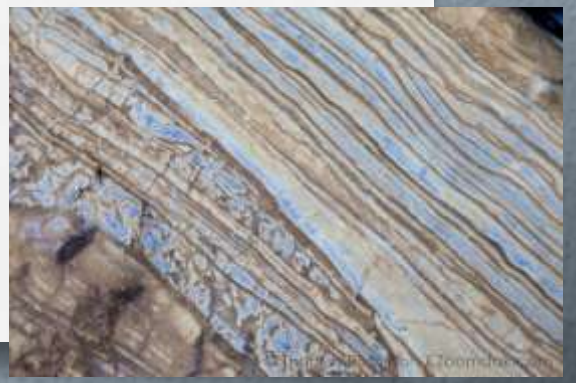
- Михаил Иванович Будыко (1969): kad led krene ka ekvatoru...
- Lavinski ledeni albedo = Budikova katastrofa
- Kritično $\varphi \cong 40°$ (Rim, Njujork)
- „Sigurno se nije dešavalo, jer bi Zemlja ostala zamrznuta do danas!“
- Tokom 1960-tih, 70-tih, 80-tih se skupljaju nalazi na terenu...



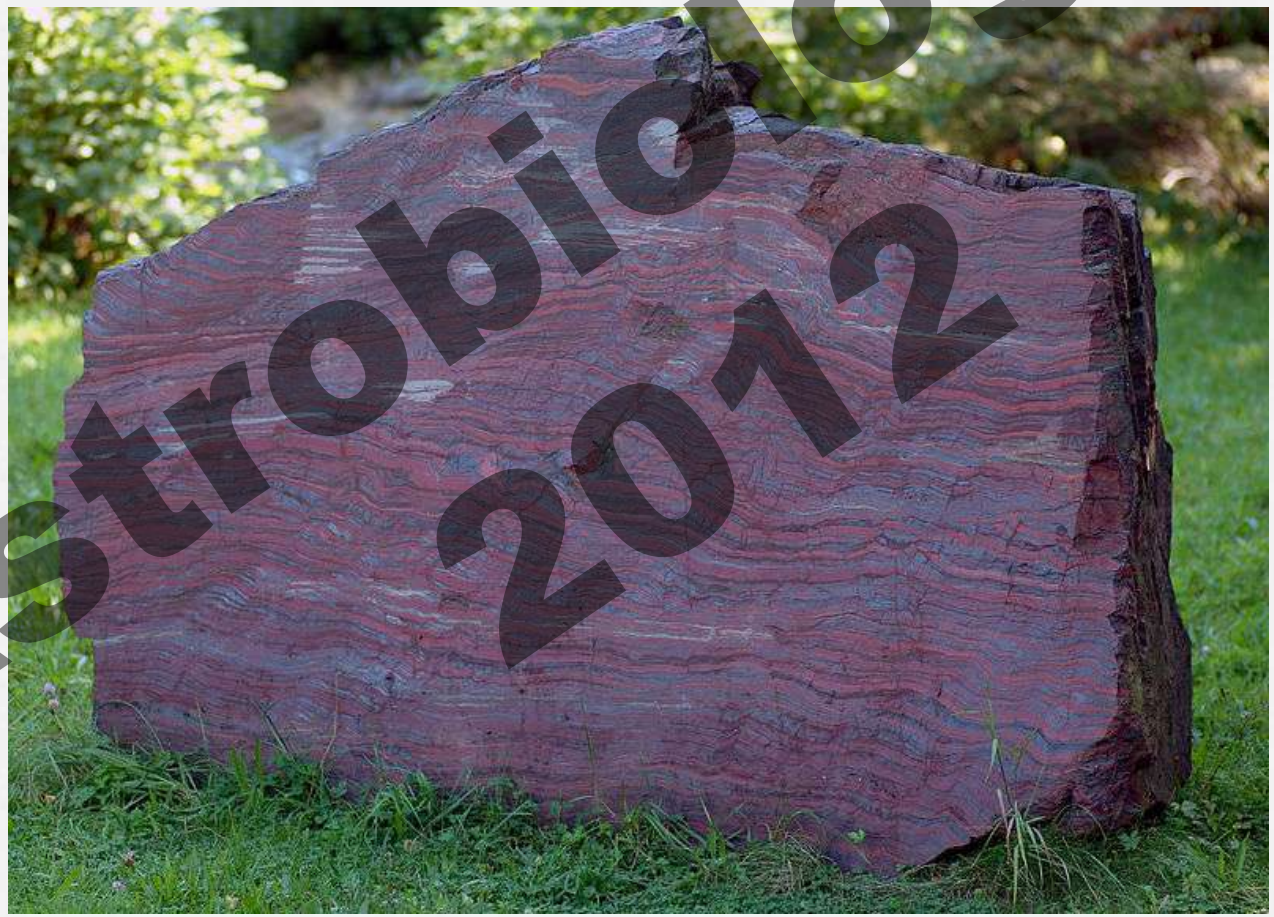
Empirijski nalazi

- Paleomagnetizam
- Ledničko stenje
  - Formacija Elatina (južna Australija) nastala par stepeni od Ekvatora!
- Trakaste gvozdene formacije
- Paul Hoffman (oko 1986) i Joseph Kirschvink (1992)





Trakaste gvozdene formacije



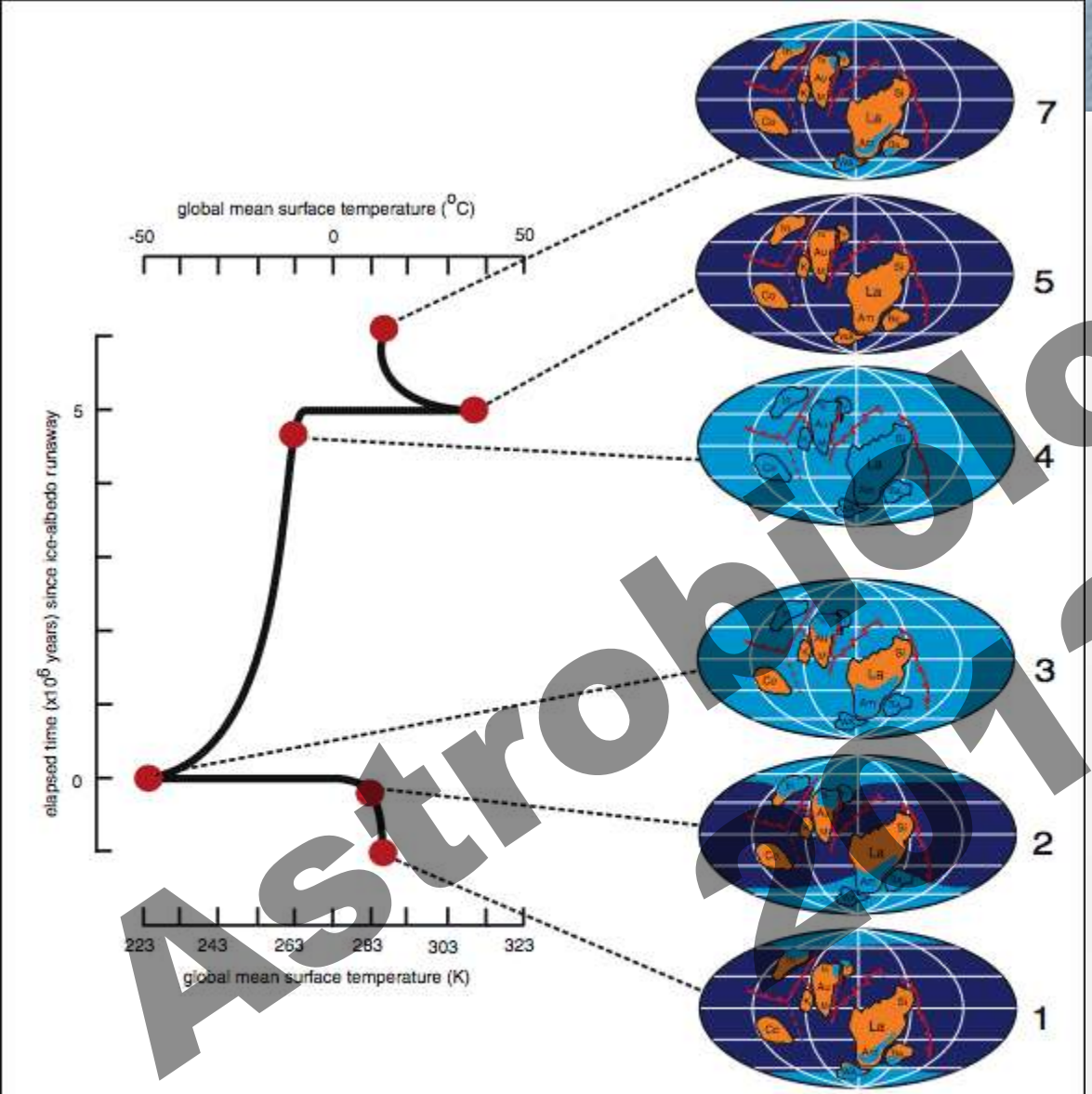
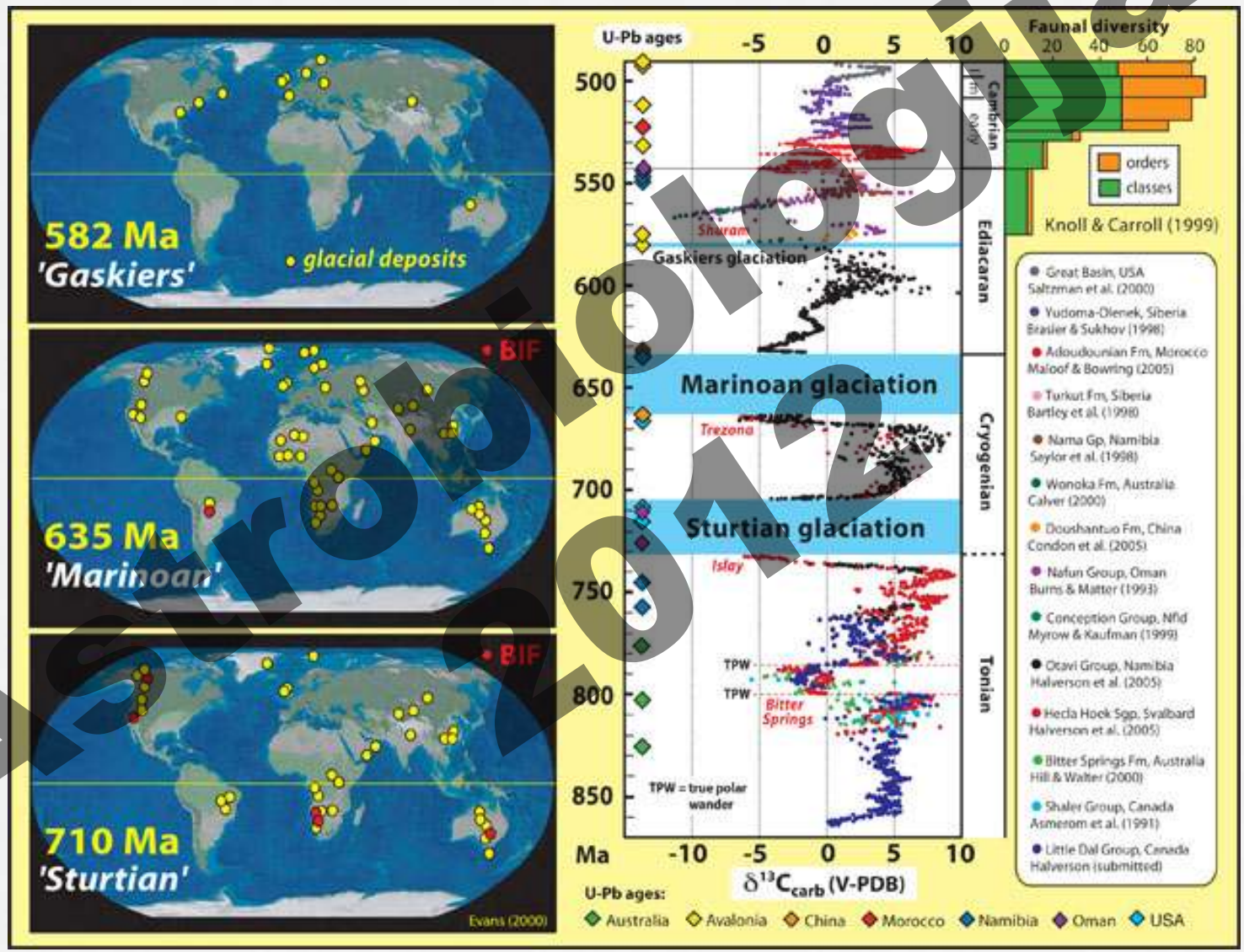


Fig. 7 Estimated changes in global mean surface temperature, based on energy-balance calculations, and ice extent through one complete snowball event. The suggested time scale of the event of ~ 5 Myr is conservative for an albedo = 0.6, based on the estimated outgassing flux of CO_2 and subsidence analysis (Hoffman *et al.*, 1998b). The global palaeogeographical model (Powell *et al.*, 2001) pertains to 750 Ma, ~ 30 Myr before the 'Sturtian' glaciation (Table 1). Palaeocontinents: Am, Amazonia; Au, Australia; Ba, Baltica; Co, Congo; In, India; K, Kalahari; M, Mawson; Si, Siberia; Ta, Tarim; WA, West Africa; Y, South China (Yangtse). The global ice-line depictions correspond approximately to points 1–7 in Fig. 2. Note the growth of terrestrial ice sheets with rising surface temperature during the snowball event. Note also the abrupt onset and termination of glacial conditions in the low and middle latitudes, consistent with geological observations, and the saw-tooth form of the temperature curve reversed to that associated with late Quaternary glacial cycles. Note finally that the estimated surface temperatures are global mean values and give no sense of the real zonal, seasonal and diurnal ranges in temperature (Walker, 2001).

- Jedna epizoda na početku proterozoika (Hjuron, oko -2.3 Ga)
- + dve epizode u poznom (Sturtian -730 Ma, Marinoan -650 Ma)
- Trajanje poznih oko 5 Ma




Astrobiologija
2012


Astrobiologija
2012

Najekstremniji tip katastrofe

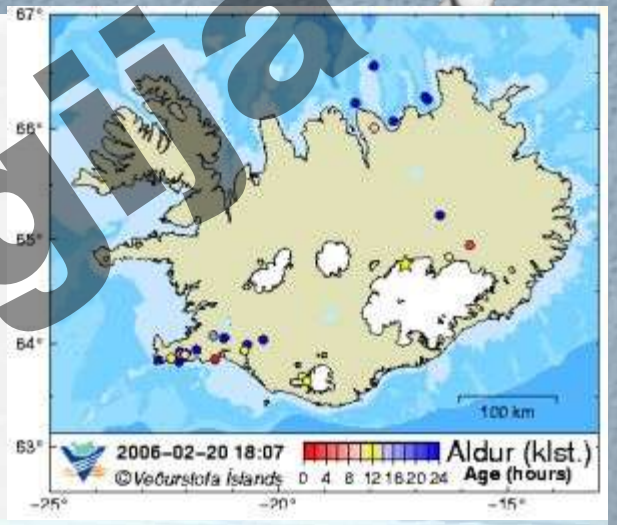
- Sva voda na površini i u atmosferi zamrznuta
- Eolska erozija na kontinentima
- Anoksija okeana
- Samo male enklave oko izvora unutrašnje toplote...

Astrobiologija 2012

Matthew J. Roberts <matthew@vedur.is>

Okončanje superglacijacije: podledni vulkanizam

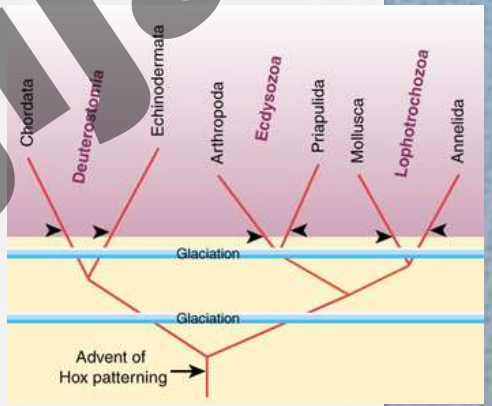
- Grimsvotn: primer podlednog vulkana
- Vulkanska emisija gasova staklene bašte se akumulira kroz milione godina...
- ...dok ne pređe kritični prag!
- Relevantno za Mars, satelite spoljnih planeta...



Inercija vodi u zagrevanje...

Prve životinje?

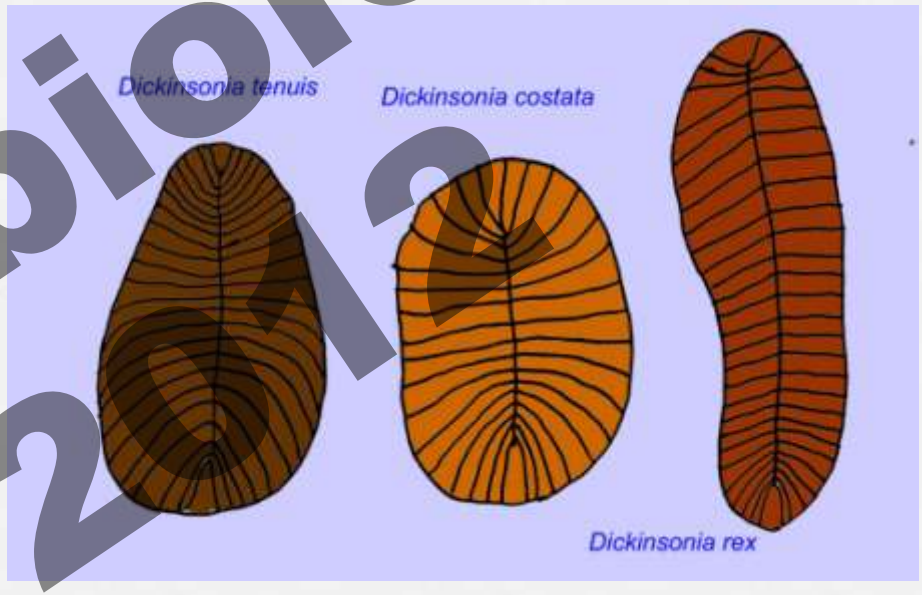
- Kontroverza: molekularni satovi vs. fosilni zapis?
- Tradicija ogromnih molekularnih vremena (suludo!)
- U poslednjih 10 god., konsenzus: kriogen (oko -750 Ma)
- Tačna veza sa varijacijama klime?
- Jasno je da prve metazoe nisu mogle da ostave fosile...



Posle snežne grudve: Ediakara

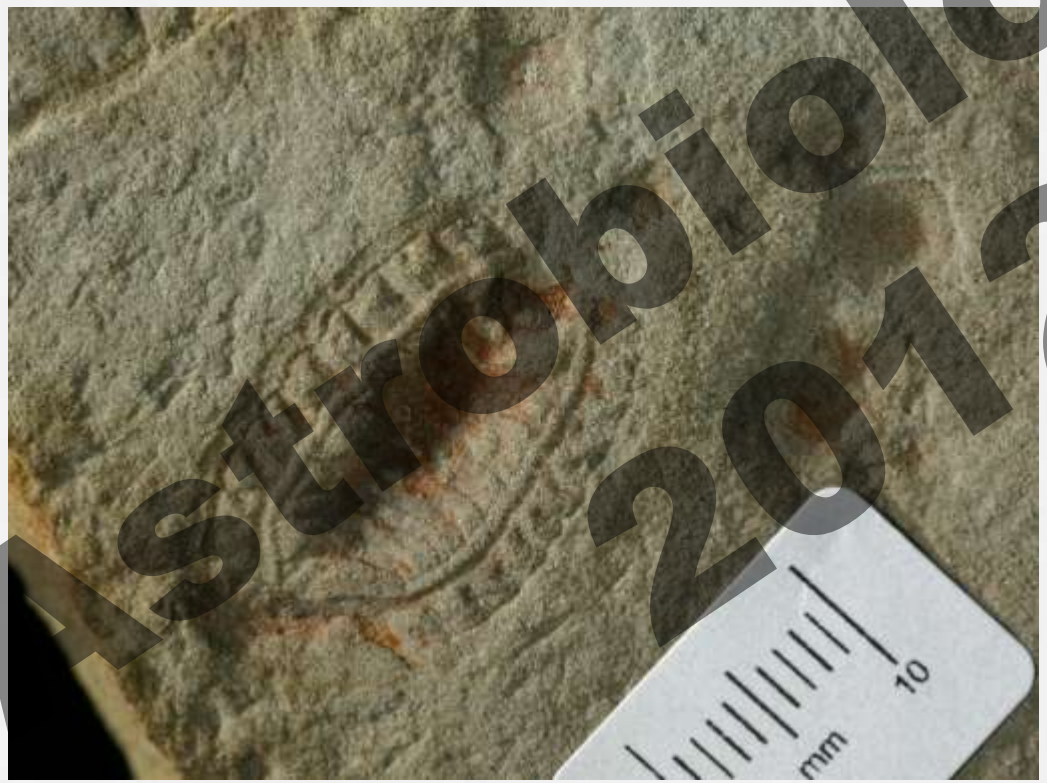
- Prekambrijski (makro)fosili???
- 1946, R. C. Spriggs, pregledajući napuštene rudnike za australijsku vladu...

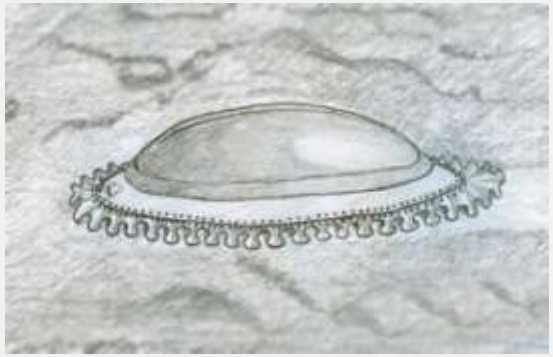
Dickinsonia



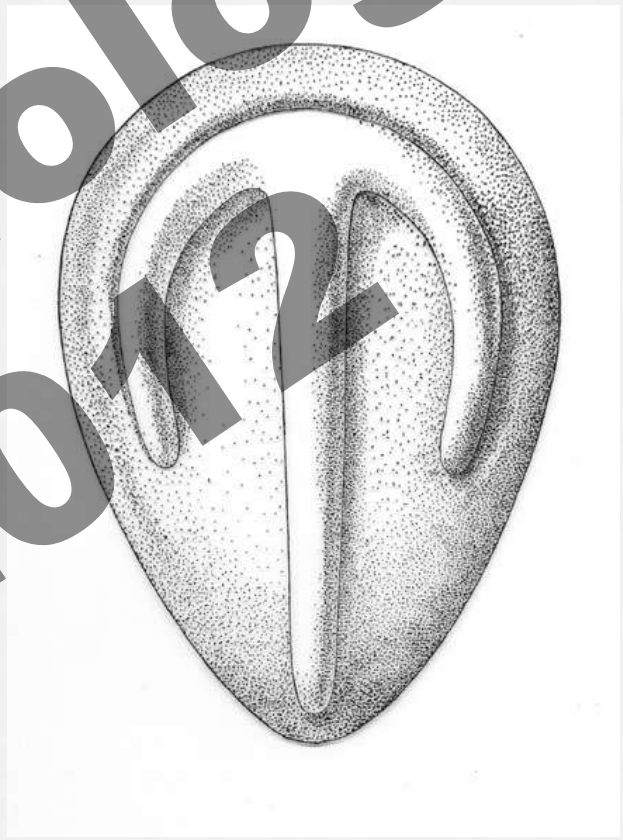
Spriggina

Kimberella

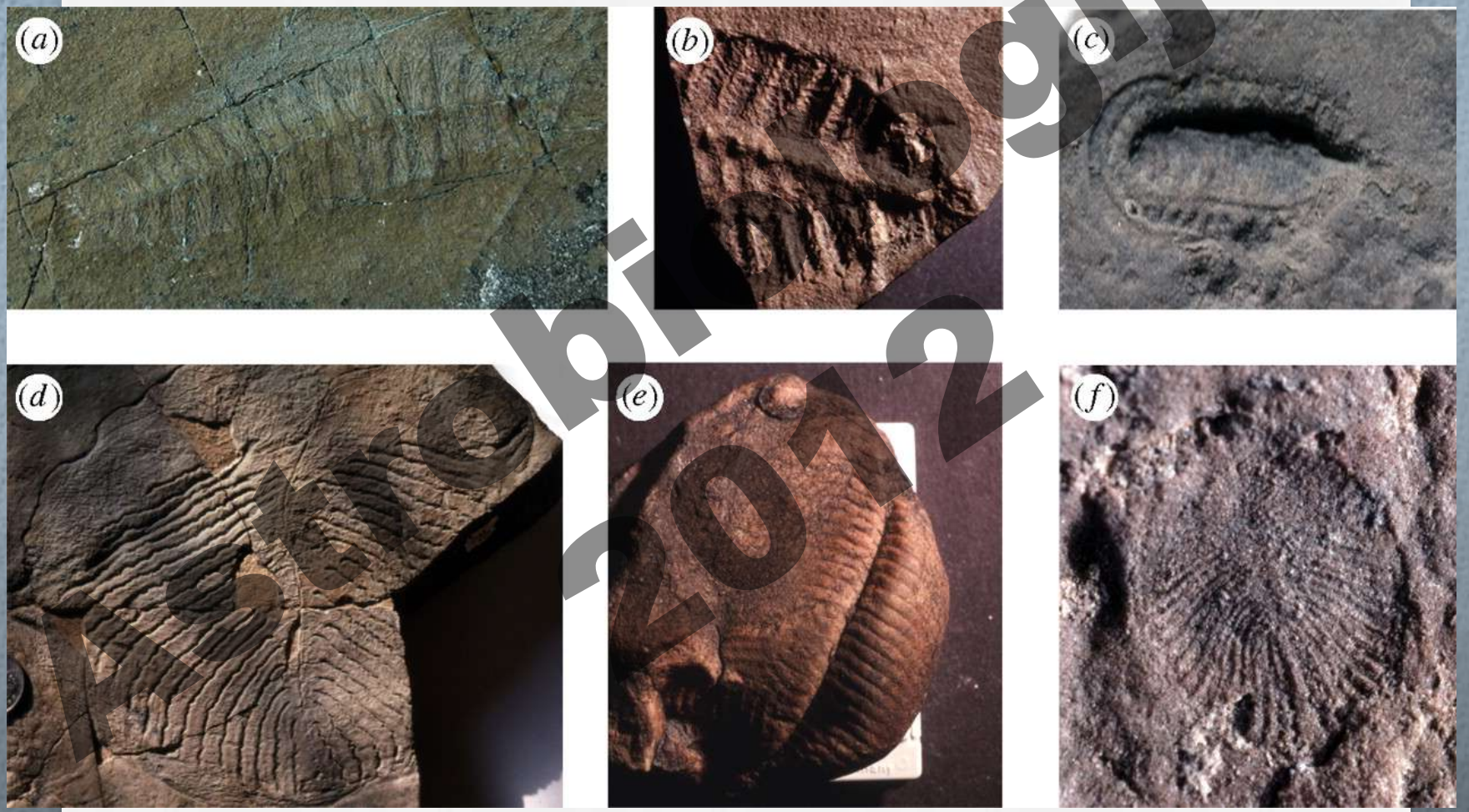


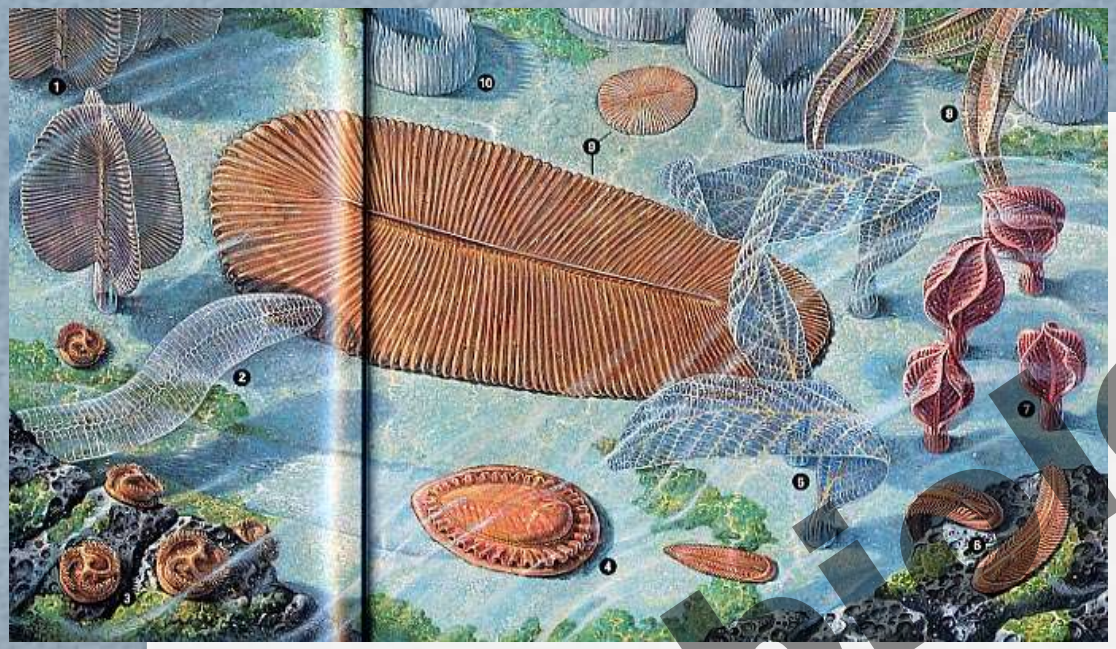


Parvancorina

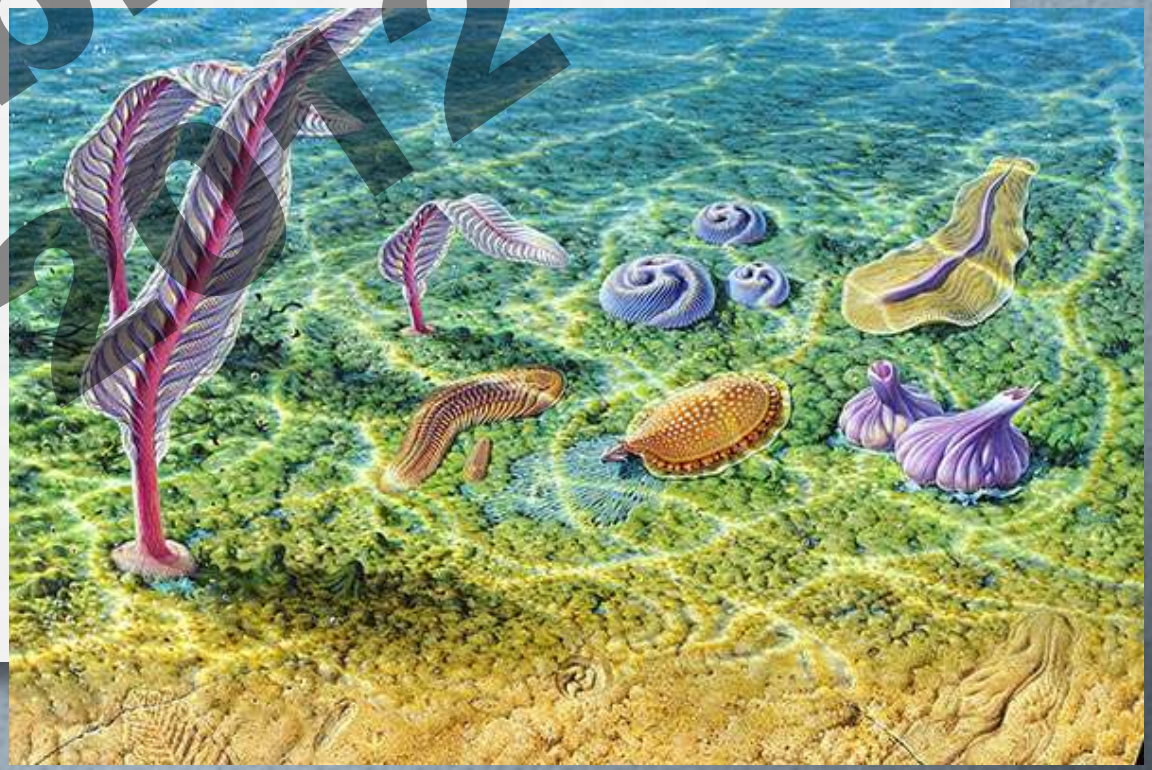


Tribrachidium





Rekonstrukcije ediakarskog sveta



Prva „eksplozija života“: Avalon

- -575 Ma (izmereno precizno u 2008.)
- I geografska i morfološka eksplozija („radijacija“)
- „Prvobitni raj“: nema predatora!
- (nema ni percepcije, nervnog sistema, itd.)
- Uzroci nepoznati...

Globalna fauna

Seilacher-ova hipoteza: vendobionta

- Adolf Seilacher (1984-1994): novi pogled na Ediakarsku faunu
- Topološki problem makroskopskih organizama: kako obezbediti razmenu materije i energije u unutrašnjosti?
- U fanerozoiku: pojava **diploblasta** i **triploblasta**, unutrašnje membrane, itd.
- Ediakarani: zasebni eksperiment evolucije?
- Problematika velikim delom otvorena!

Uoči revolucije...

- Ediakarska fauna i stromatoliti naglo nestaju (uz par izuzetaka) – najstarije dokazano masovno izumiranje
- -(542 ± 0,3) Ma: baza kambrijuma
- Najvažniji događaj u istoriji života: **Kambrijska eksplozija**