

# Biotické krize a globální ekosystémy v historii Země – část III.

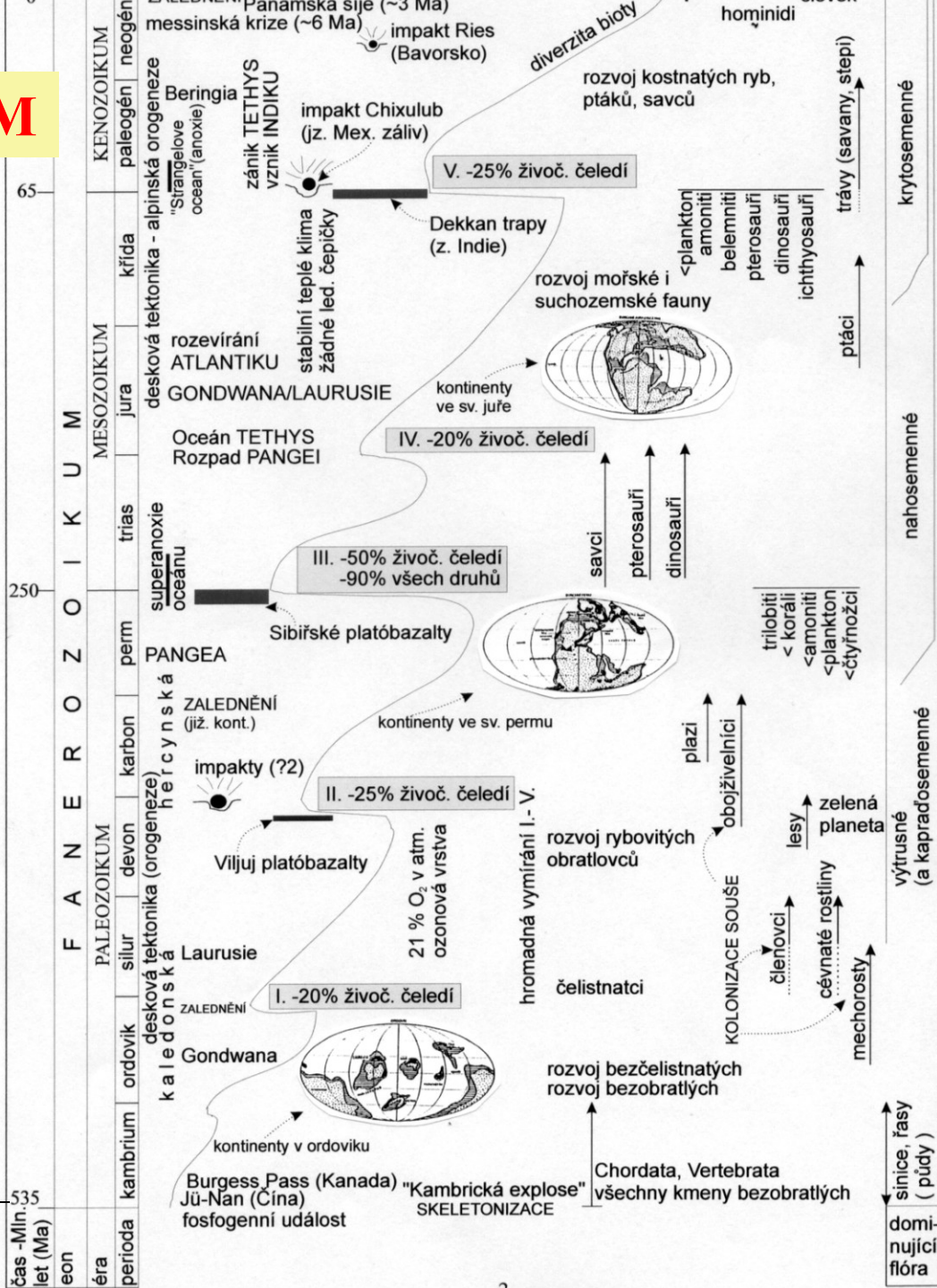
## Kambrium

Rostislav Brzobohatý

Hen-výběrovka 09

# FANEROZOIKUM

kambrium



Bkrize

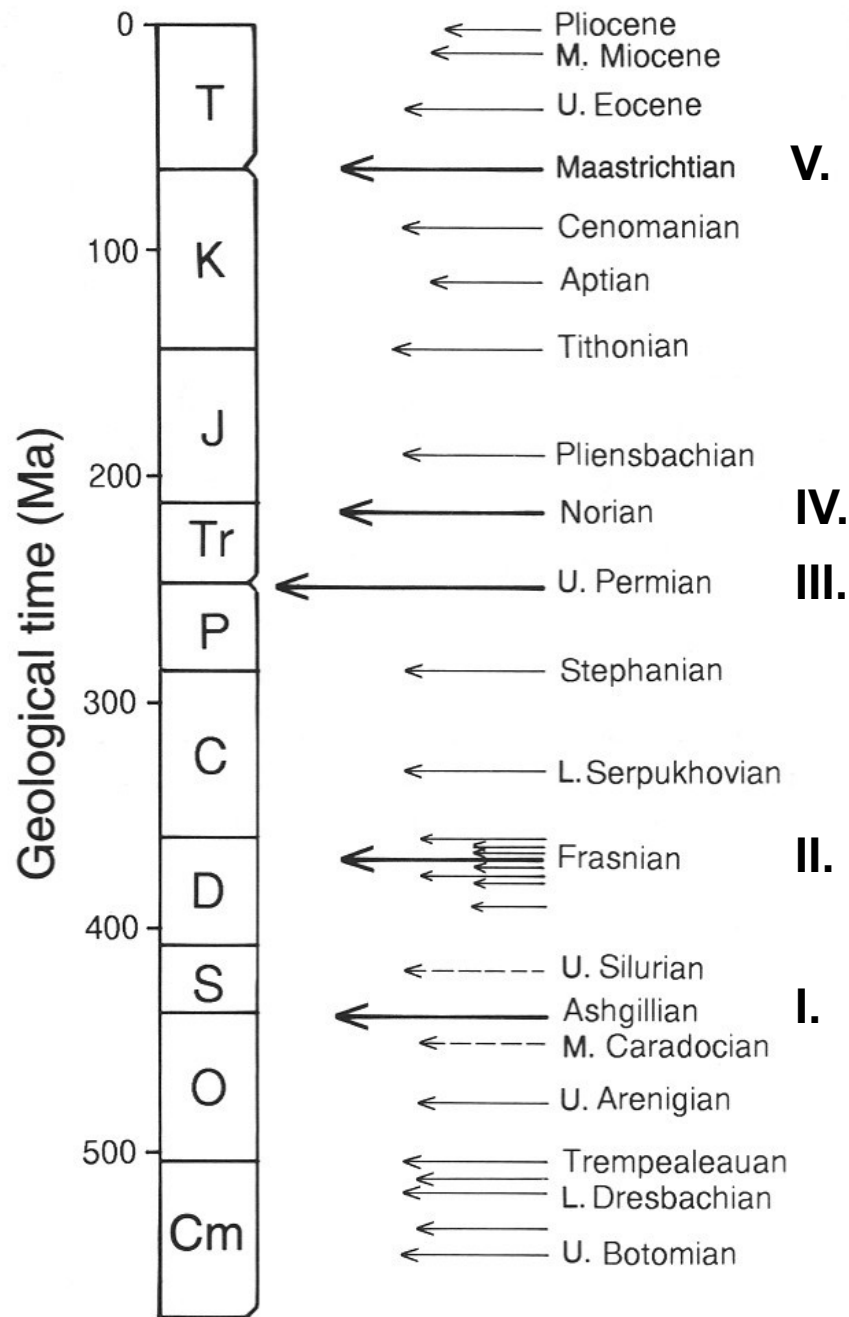
V.vymírání

IV.vymírání

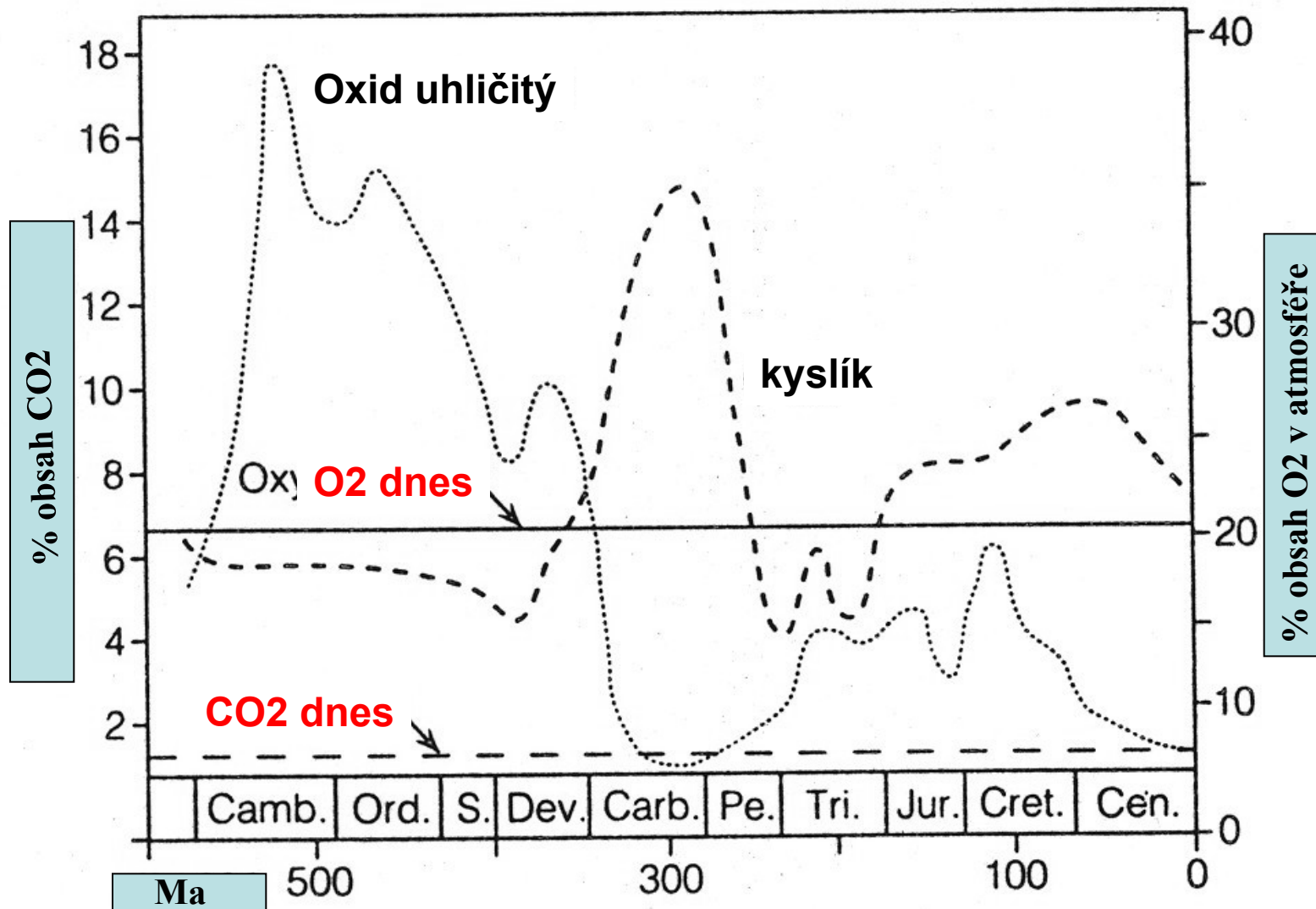
III.vymírání

II.vymírání

I.vymírání



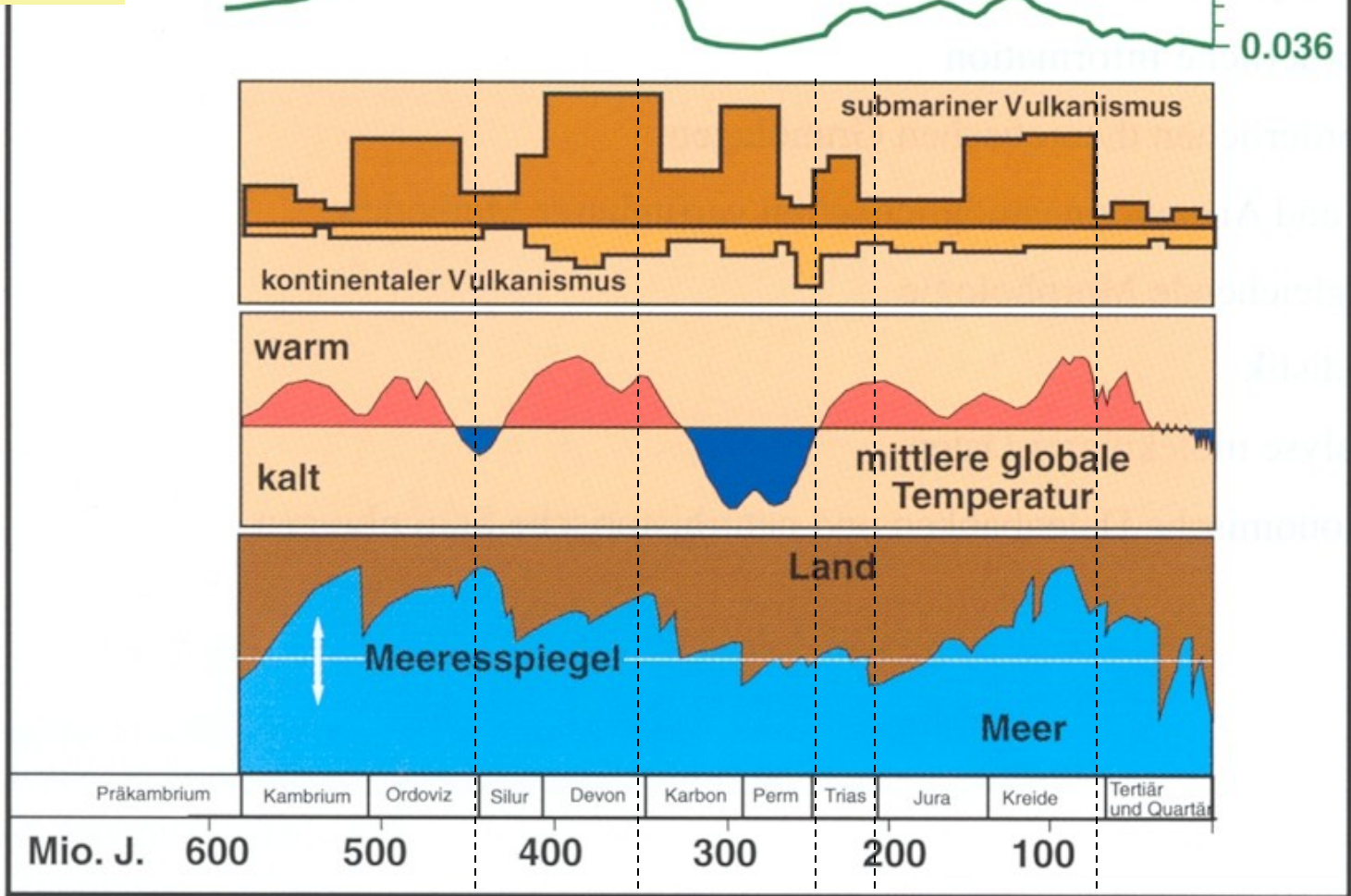
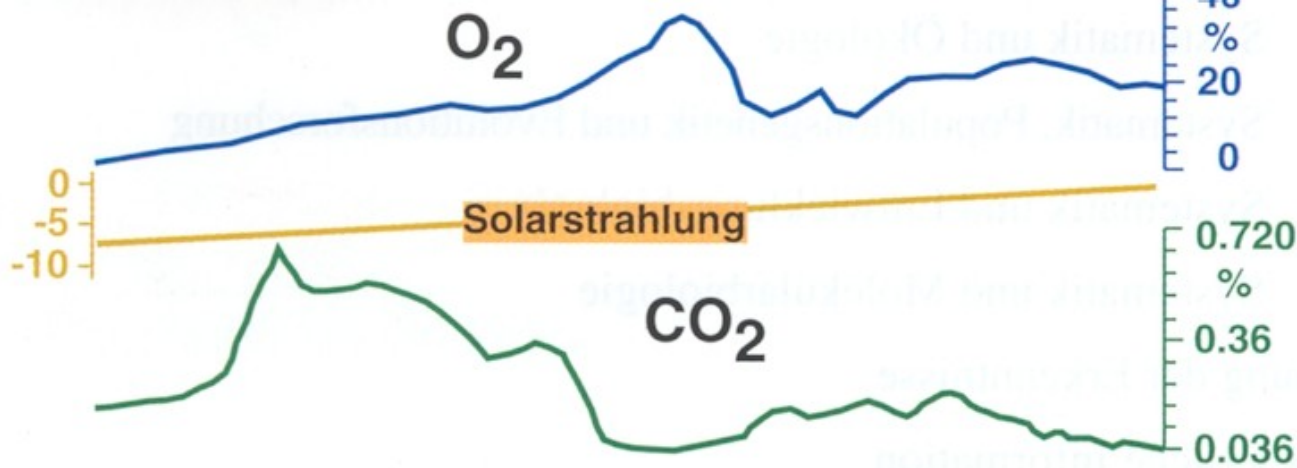
**Vztah masových vymírání (tučné šipky) a drobnějších decimací globální diverzity**



**Kolísání obsahu O<sub>2</sub> a CO<sub>2</sub> v atmosféře během fanerozoika (poslední půl miliardy let a vztah k současnému stavu)**

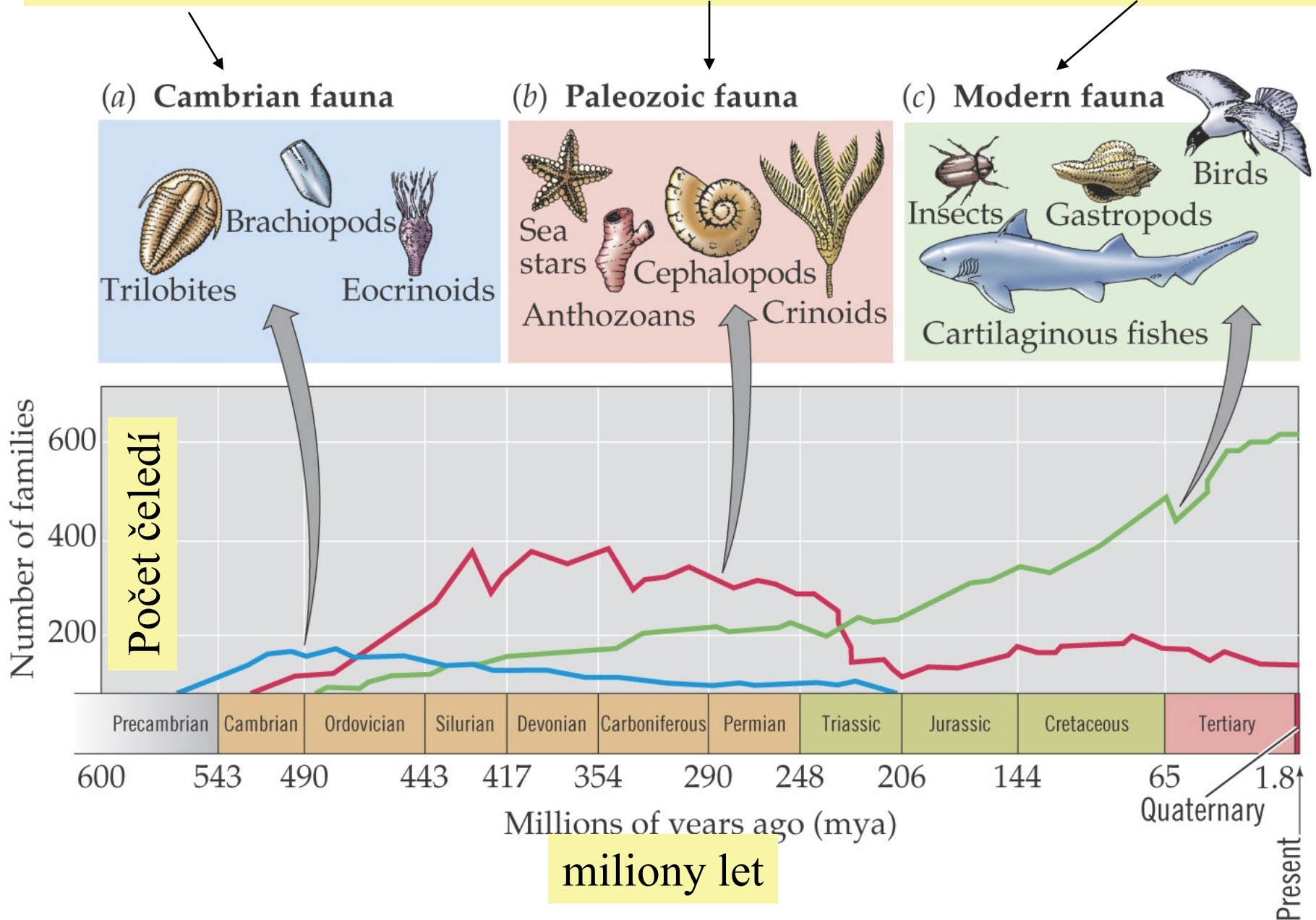
**Fanerozoikum:  
intenzita vulkanizmu  
a kolísání**

- teplot,
- mořské hladiny,
- O<sub>2</sub> a CO<sub>2</sub>

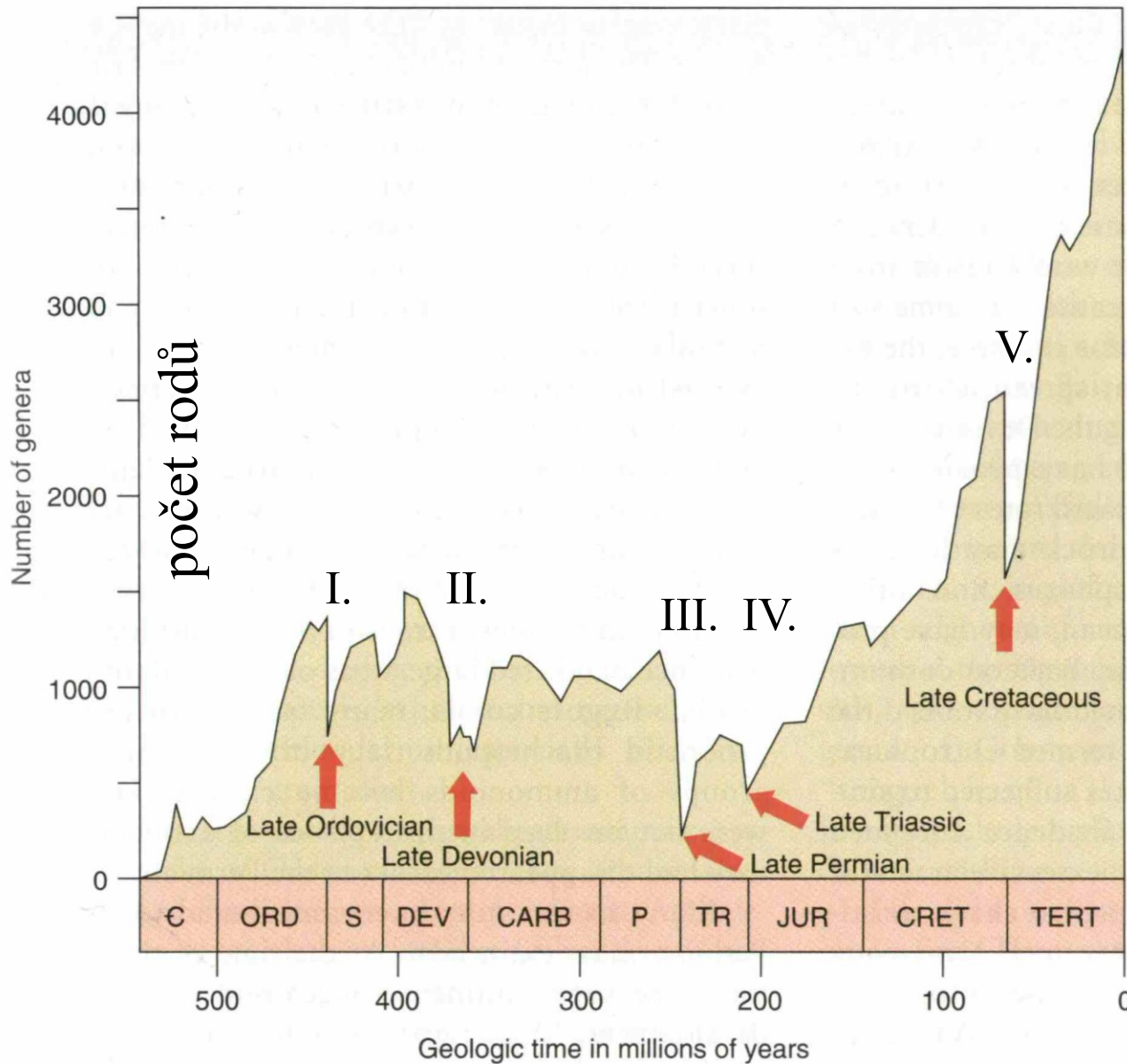


Hromadné vymírání I. II. III. IV. V.

**3 faunistické skupiny ve fanerozoiku podle Sepkoskiho a jejich vrcholy:**  
**1. - kambrická (modrá), 2. - paleozoická (červená) a 3. - moderní (zelená)**



# Diverzita (rozdůrněnost) **mořských** živočichů v historii Země a epizody masového vymírání I. – V.



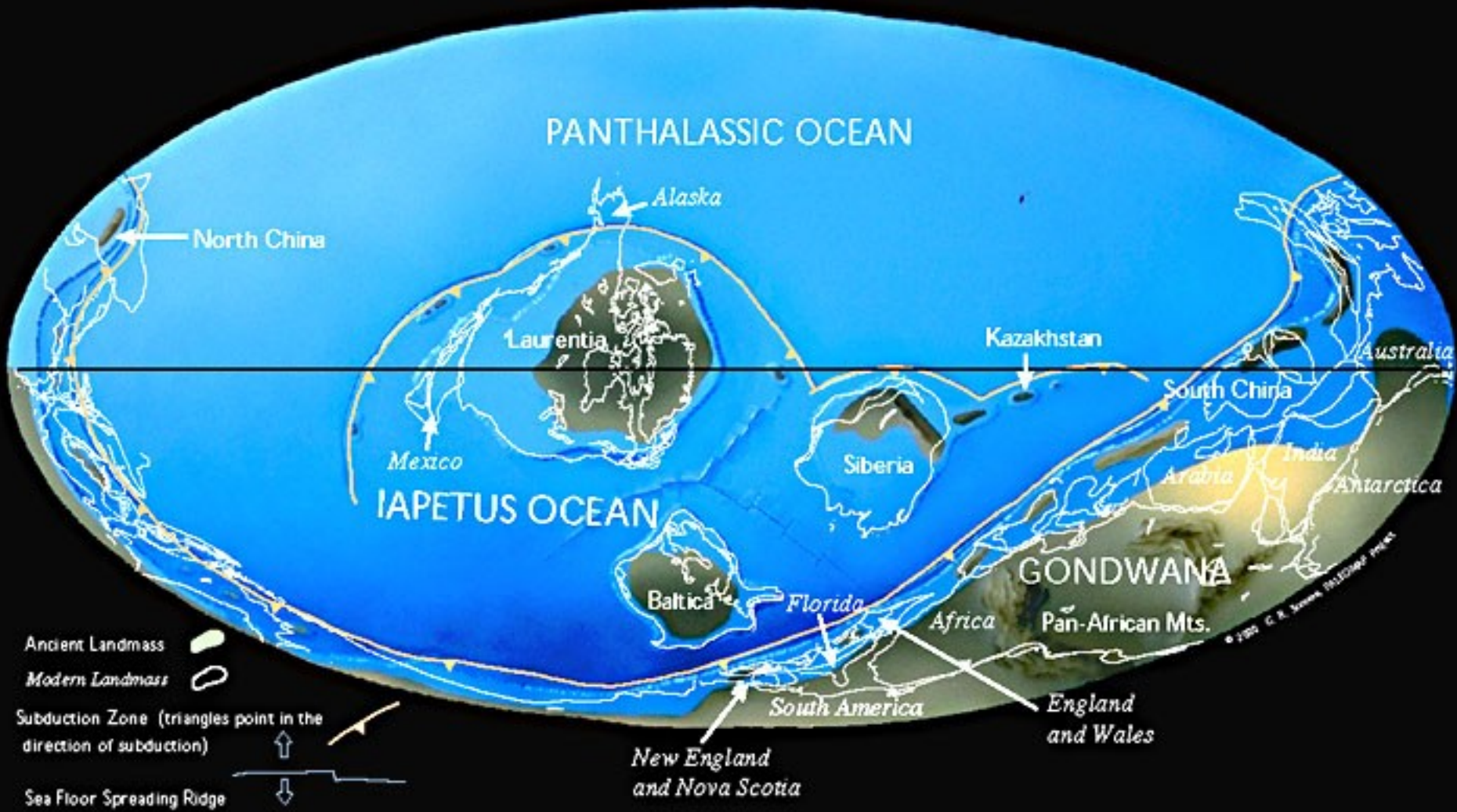
**FIGURE 10–84** Diversity of marine animals compiled from a database recording first and last occurrences of more than 34,000 genera. The graph depicts five major episodes of mass extinction (global extinctions over a short span of geologic time). (Adapted from Sepkoski, J. J., Jr. 1994. *Geotimes* 39(3):15–17.)

**KAMBRIUM**  
**(542 - 488 Ma)**

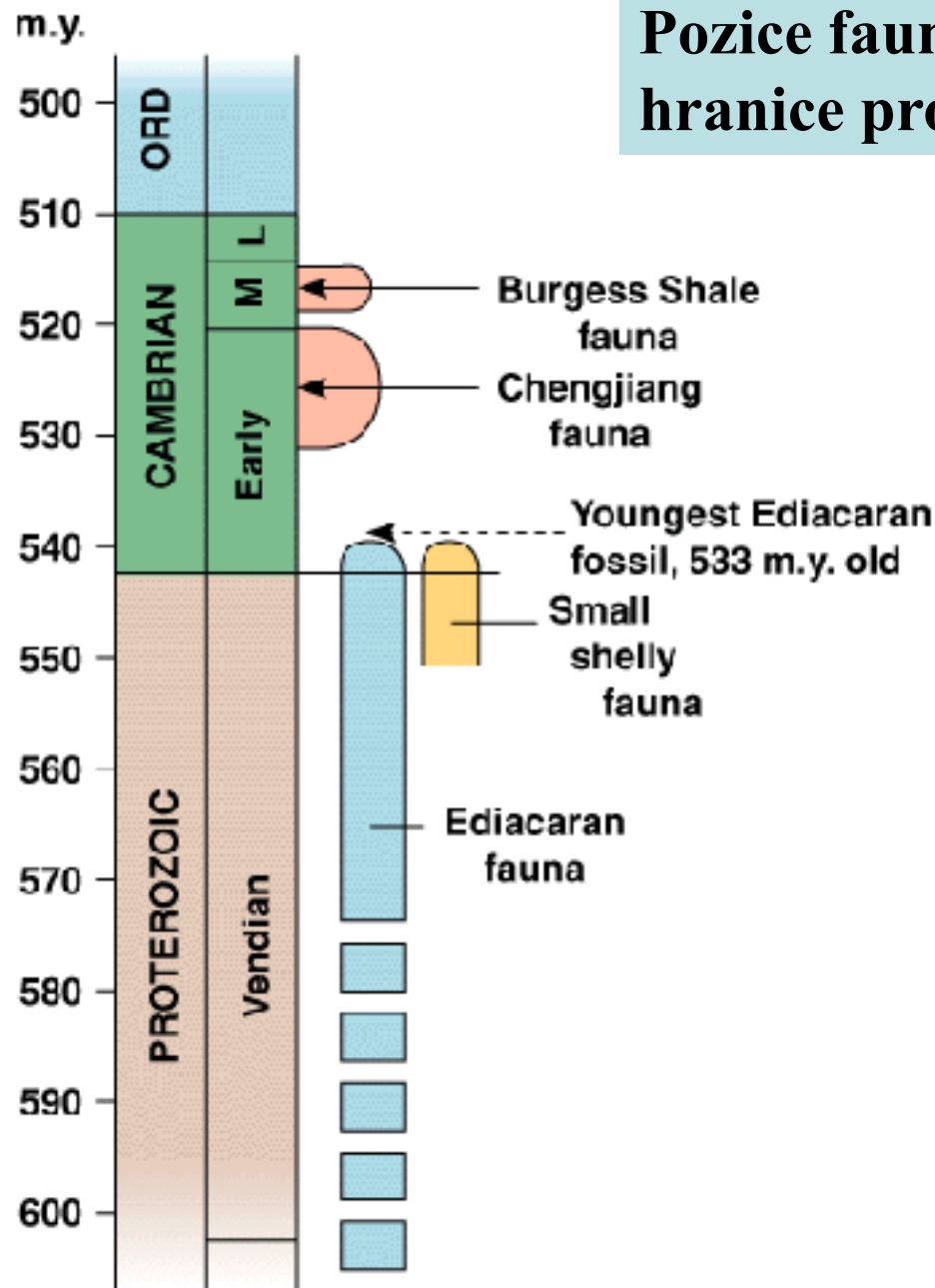


# Kambrium – rozpad Rodinie, největší kontinent Gondwana

Late Cambrian 514 Ma



# Pozice faun a lokalit okolo hranice proterozoikum/fanerozoikum



# Život v kambriu

- Báze kambria je většinou geologicky lehce zjistitelná podle nástupu pevných částí fosílií (schránky, kostřičky). Biomineralizace – skeletonizace, její příčiny (viz dále).
- Mluvíme o „kambrické explozi“ (ano nebo ne – srv. např. Tanganika, sarmat)
- V kambriu nastupují všechny kmeny s tvrdými elementy (? s výjimkou mechovek) a i četné bez pevných částí (problém zjištění?).

# Evoluční výhoda schránek a koster:

1. Podpírají svaly, etc.
2. Ochrana vůči prostředí, predátorům
3. Pomoc (opora) při pohybu

Možné vysvětlení nástupu skeletonizace:

- Vysoký obsah solí ve vodách + obrana = detoxikace
- Zvyšující se obsah kyslíku v prostředí a možnost jeho využití pro energeticky náročnou biochemii (srovnání: v dnešních prostředích s nízkým obsahem kyslíku žijí jen malé měkkotělé organizmy).
- Stavba těla (12 – buněk)

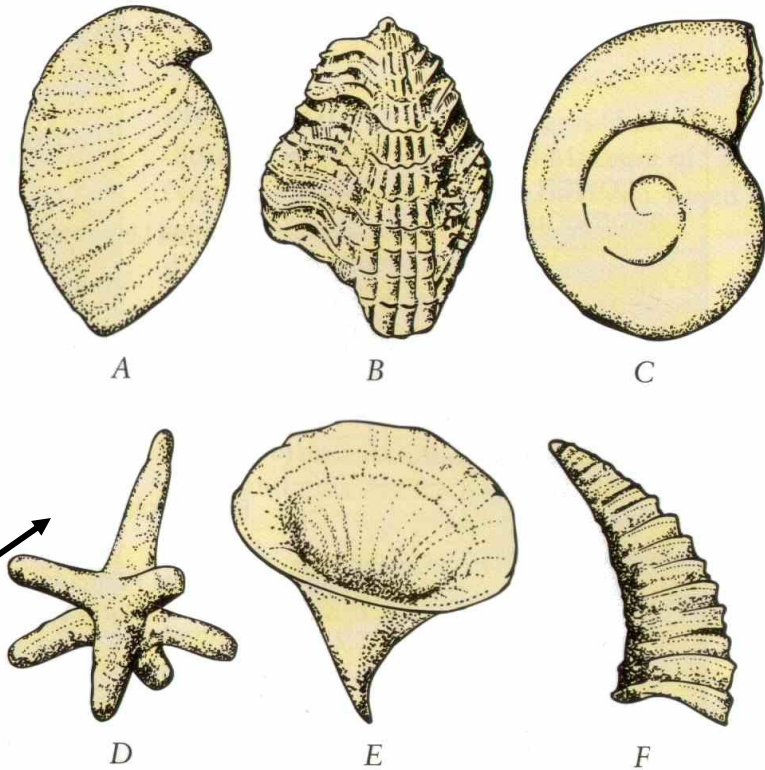
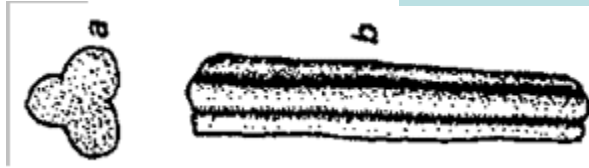


FIGURE 10-13 Late Precambrian and Early Cambrian shell-bearing fossils from Siberia. (A) *Anabarella*,  $\times 20$ , a gastropod; (B) *Camenella*,  $\times 18$ , affinity uncertain; (C) *Aldanella*,  $\times 20$ , a gastropod; (D) sponge spicule,  $\times 30$ ; (E) *Fomitchella*,  $\times 45$ , affinity uncertain; and (F) *Lapworthella*,  $\times 20$ . (After Matthews, S. J. and Missarzhevsky, V. V. J. 1975. Geol. Soc. London 131:289-304.)

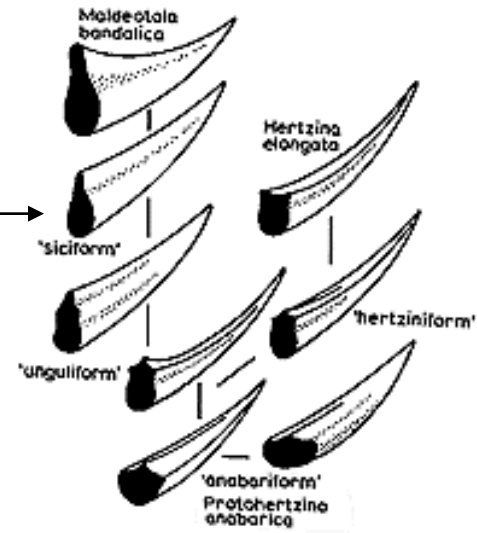
Okolo hranice Prz/Cm se objevuje tzv. „tomotská fauna“:

- drobné (1 – 5 mm) fosfatické schránky, většinou neznámého systematického zařazení a příbuznosti.
- tvar: většinou trubičky, ostny, kuželovité nebo destičkovité fosílie
- zástupci tomotské fauny mizí během kambria.

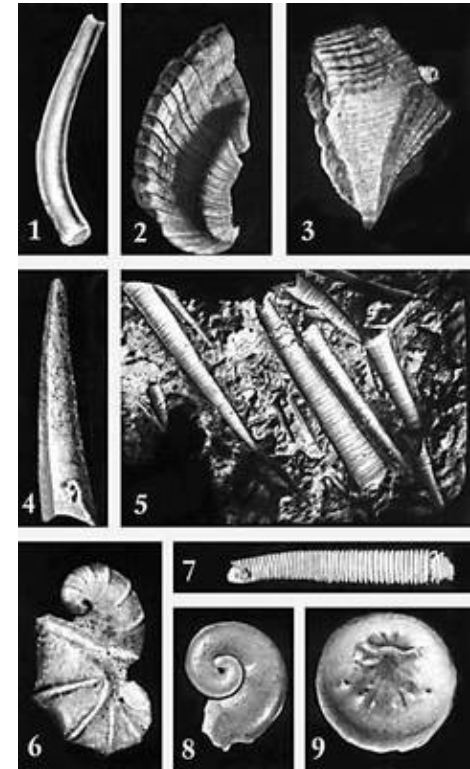
# Další ukázky tomotských zkamenělin, Sibiř



*Protohertzina*



*Anabarites* sp., proterozoikum/kambrium, Sibiř, v hornině a rekonstrukce



rugose Korallen, téměř všechny třískové (spongy),

bezopornatí ramenonožci



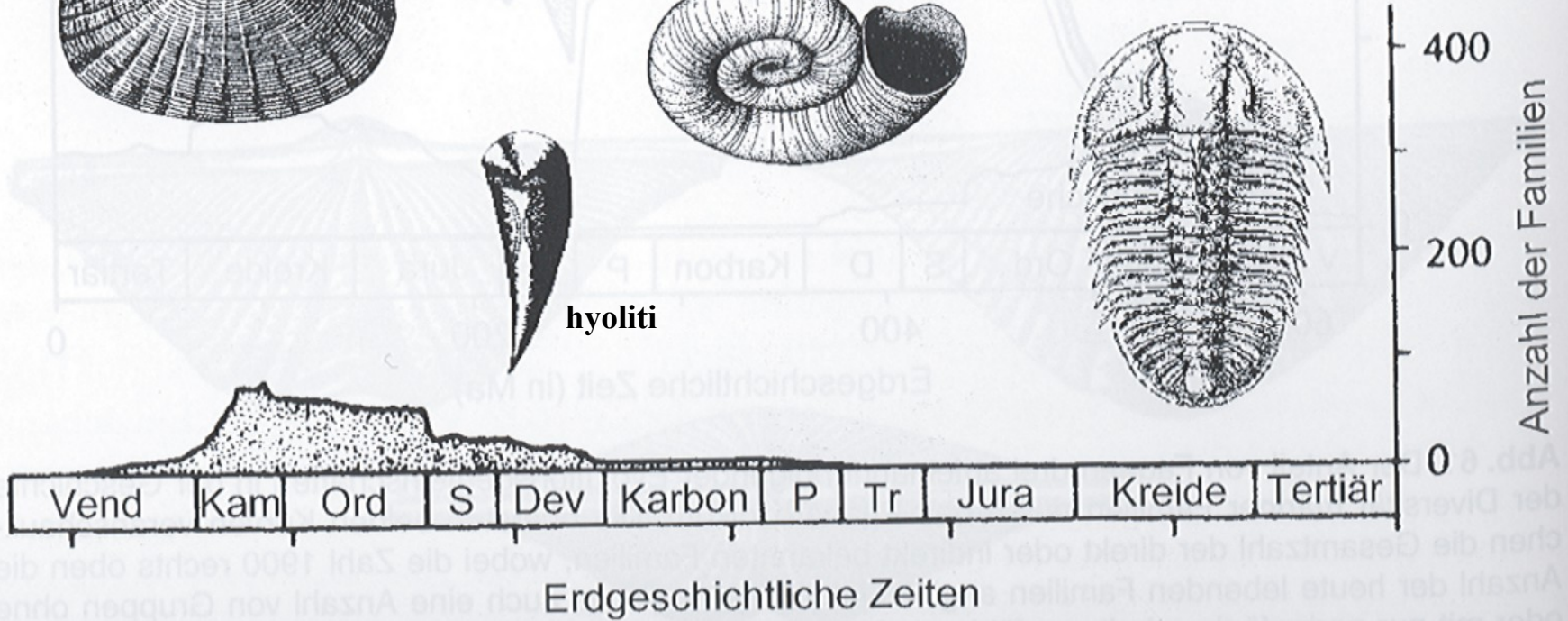
starobybí plži



trilobiti

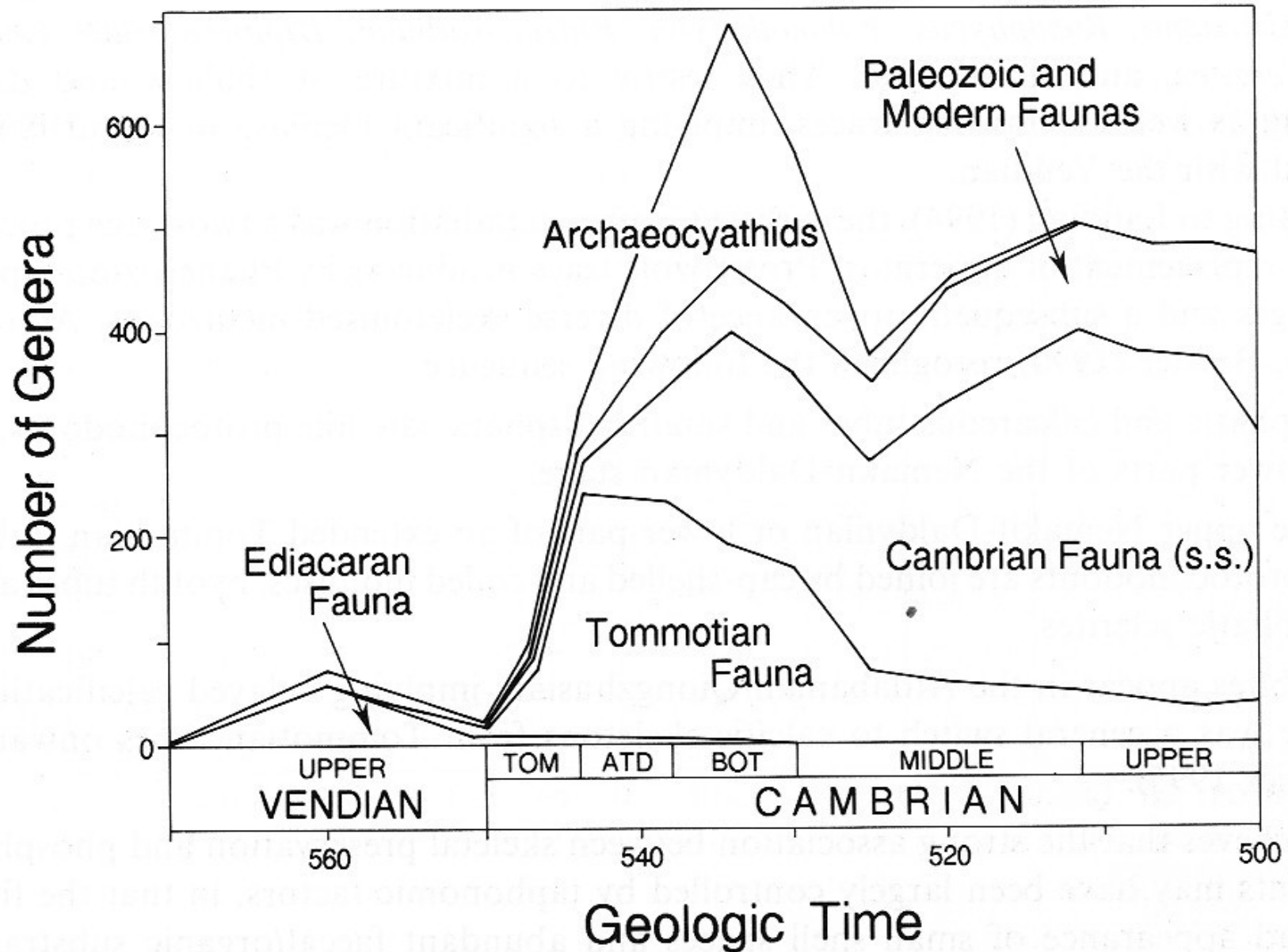


hyoliti



**Kambrická (1. fauna)**

# Diverzita rodů mnohobuněčných v kambriu (Sepkoski 1992)



# Archeocyāti (příbuzní živočišných hub) – stavitelé spodnokambrických útesů

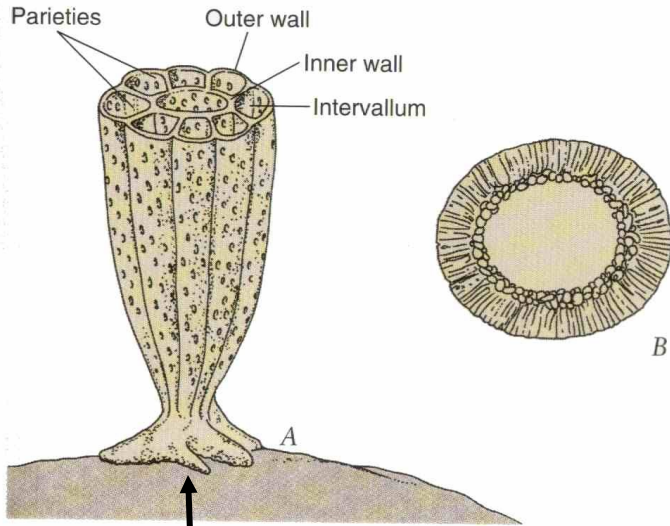


FIGURE 10-25 The archaeocyathan skeleton. (A) Longitudinally fluted cup of an archaeocyathan, about 6 cm in height. (B) Transverse section of a nonfluted archaeocyathan having closely spaced parietes and vesicular inner wall. (Maximum diameter is 4 cm.)



Řez biohermou archeocyátů s mezerní hmotou kalcimikrobů, spodní kambrium, lemdadské souvrství, Vys. Atlas, Maroko

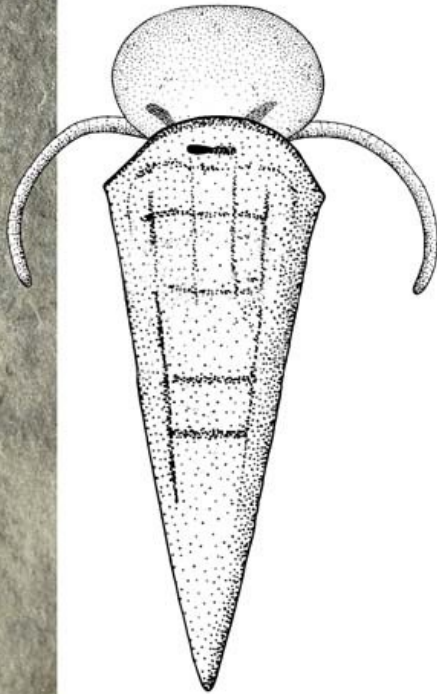
Stavba schránky archeocyátů je podobná poriferám nebo láčkovcům (korálům)



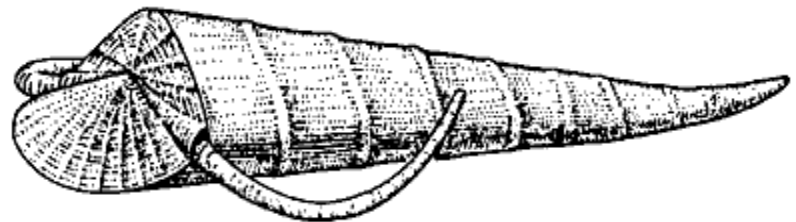
**Hyolitha, mořští, dnes k měkkýšům,  
rozvoj v kambriu, vymírají ve stř. permu**



*Hyolithes* sp.,  
kambrium, Utah

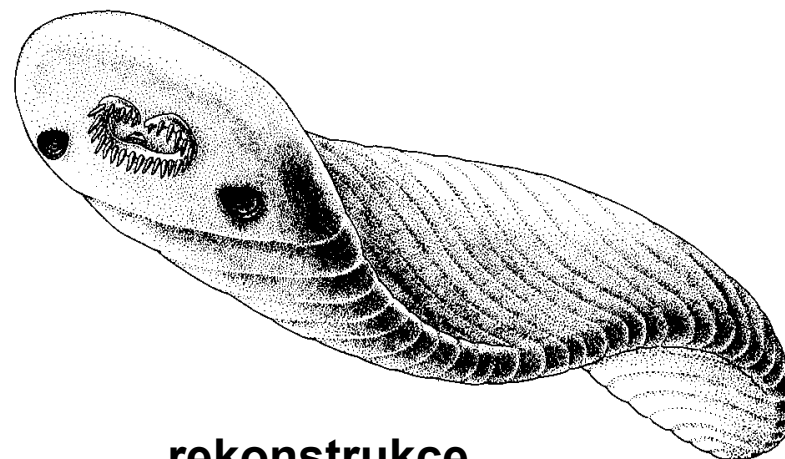


*Haplopherensis reesei*,  
kambrium, Utah





**Fosílie, burgesské břidlice, stř. Cm  
Britská Kolumbie, Kanada**



**rekonstrukce**

***Odontogriphus omalus*, kmenová skupina pro měkkýše nebo pro  
všechna lofotochozoa(?)**

• **Brachiopoda:**

• Dvouchlopňová schránka, filtrátoři

• Dominantní skupina v kambriu jsou “**inartikulátní**” (bezoporní): < infauní formy se schránkami z fosforečnanu vápenatého a epifauní formy s Ca CO<sub>3</sub> schránkami)

• Nastupují i **artikulátní brachiopodi** (se zámkem, epifauní, kalcitové schránky)



*Bohemiella romingeri*, Skryje, střední kambrium, barrandien.



*Lingulella ampla*, svrchní kambrium, Colfax, Wisconsin, USA

## Trilobita



*Sao hirsuta*, střední kambrium, Skryje



*Conocoryphe sulzeri*, střední kambrium, Jince, barrandien



*Olenellus fowleri*,  
Spodní kambrium,  
Lincoln County,  
Nevada

*Ptychoparia striata*  
střední kambrium  
Jince, barrandien



• **Echinodermata** (ostnokožci):

- Druhoústí s 5-ti četnou symerií, vápnitými schránkami, speciální rozvod vody (ambulakrální soustava)
- Většina kambrických ostnokožců měla stonek (přísedlí)



***Gogia* sp., stř. kambrium, House Range, Utah.**

**Eocrinoidea (kambrium-silur) patří k časným zástupcům ostnokožců.**

# Živočichové burgesských břidlic (rekonstr.)

## Členovci



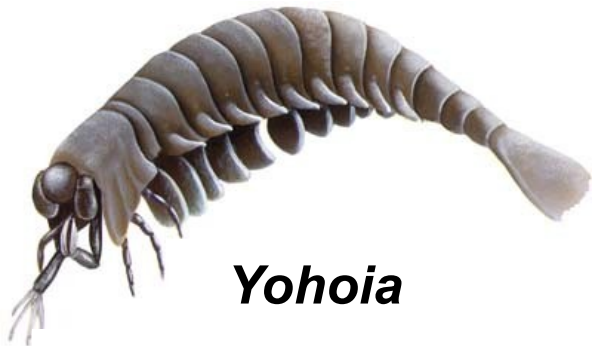
*Canadaspis*



*Marrella*



*Sanctacaris*



*Yohoia*



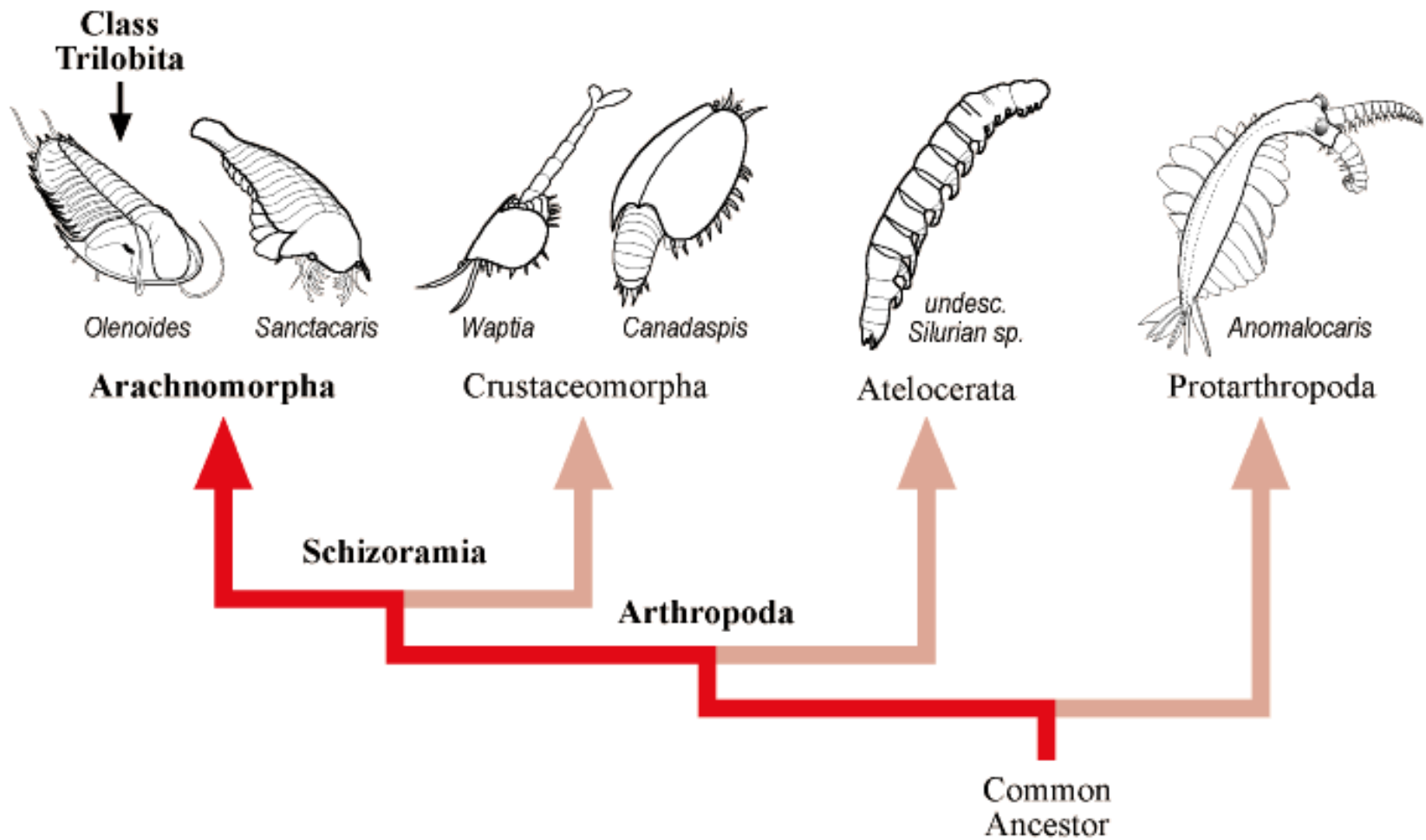
*Opabinia*



*Hurdia*



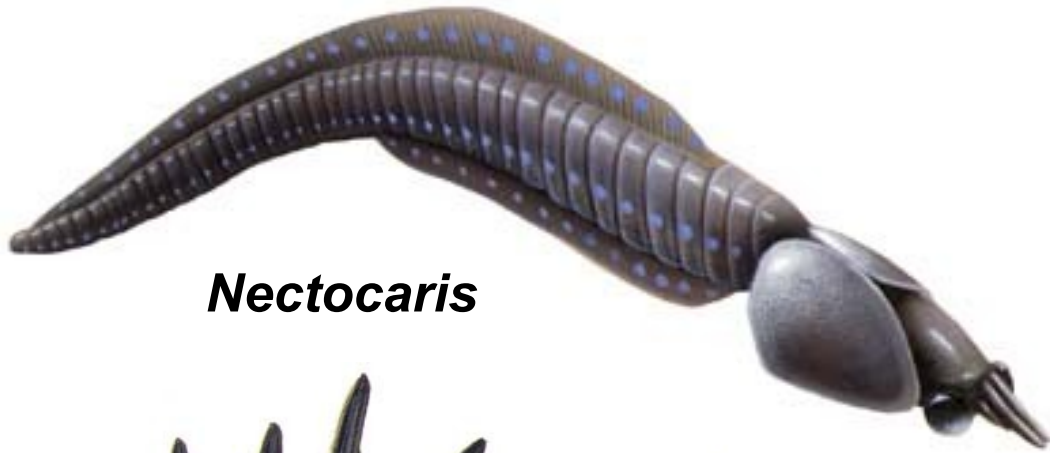
*Anomalocaris*



Úsvit arthropodů – kladogram, vztahy

# Živočichové burgesských břidlic

Neznámá příbuznost



*Nectocaris*



*Wiwaxia*

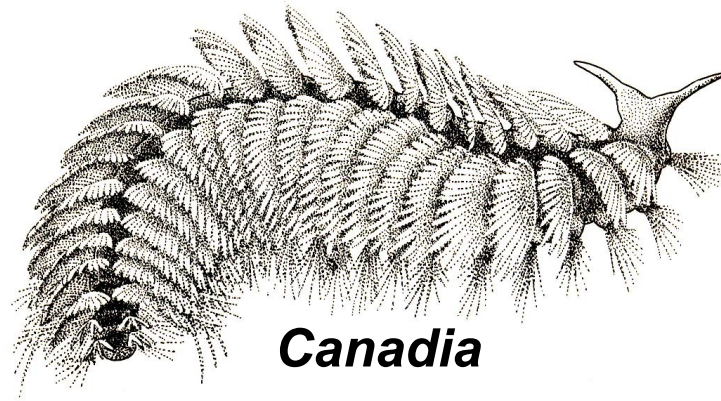


*Dinomischus*



# Živočichové burgesských břidlic

**Kroužkovci**



*Canada*

**Drápkovci (dnes  
suchozemské tropy)**



*Hallucigenia*

**Strunatci (Chordata,  
Acrania)**

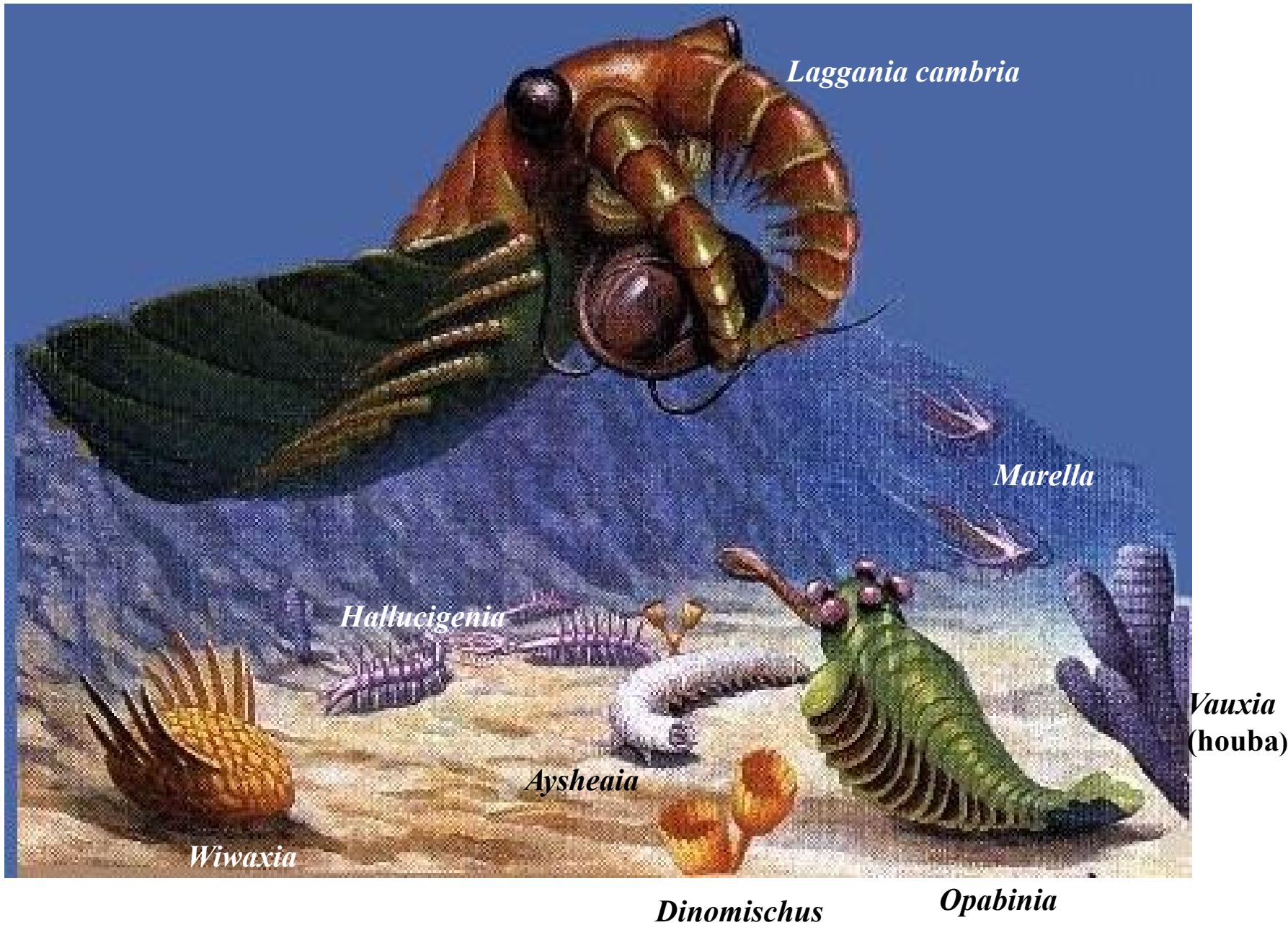


*Pikaia gracilens*



*Aysheaia*

Rekonstrukce života během sedimentace burgesských břidelic (střední kambrium, Britská Kolumbie)



*Laggania cambria*

*Marella*

*Hallucigenia*

*Vauxia*  
(houba)

*Wiwaxia*

*Aysheaia*

*Dinomischus*

*Opabinia*



*Yunnanozoon*

**Vetulicolia – spodní kambrium, Čína,  
nový kmen živočichů  
blízký předkům strunatců (žaberní  
štěrbiny etc.), detritofágní nekton,**

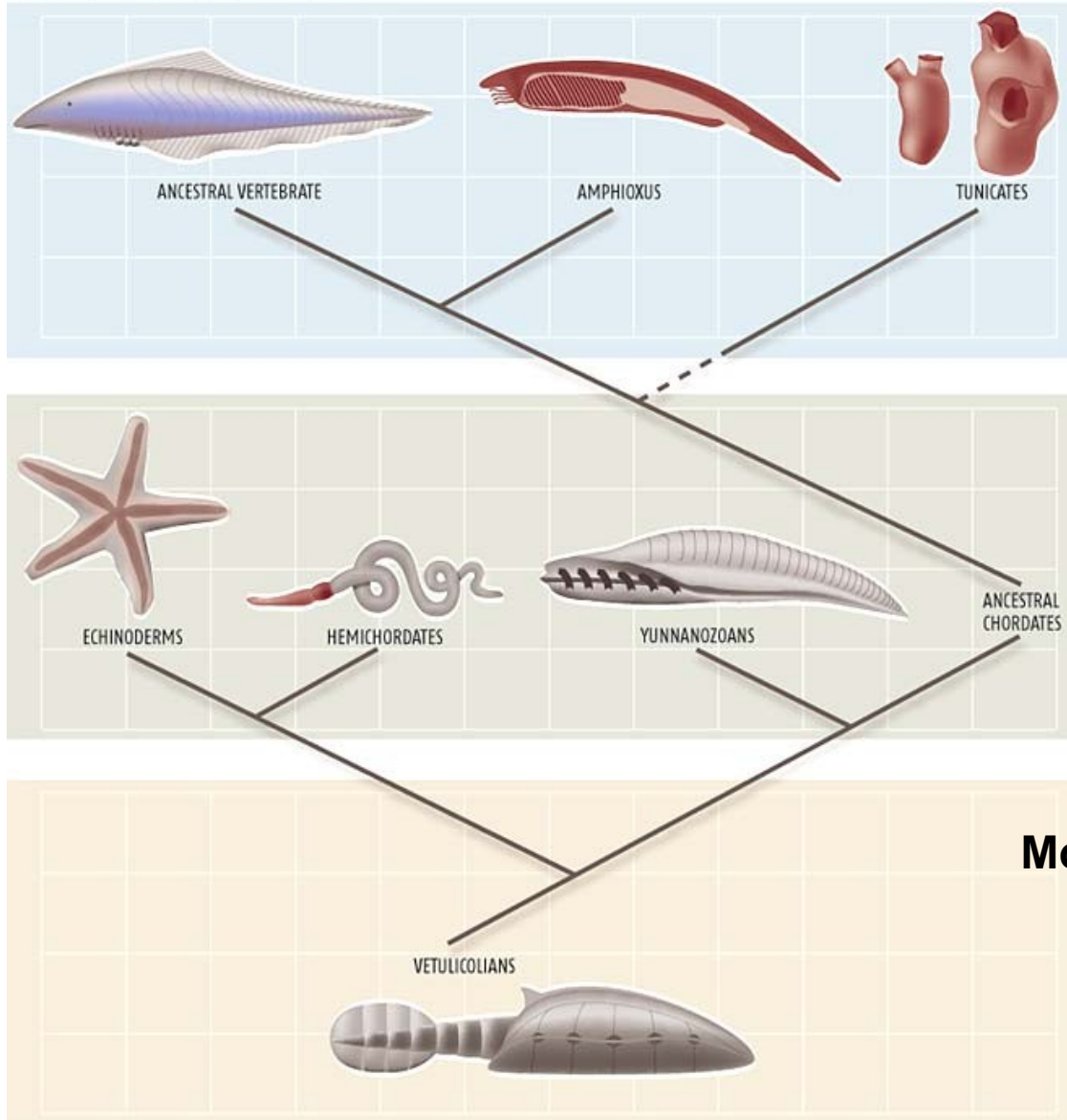


画像提供：中国西北大学 舒德干教授  
協力：蒲郡・生命の海科学館

Three vetulicolians. Front to back: Vetulicola, Xidazoon, Didazoon

## OUR FAMILY AND OTHER ANIMALS

All vertebrates, including humans, are members of the deuterostome supergroup. Fossils found at Chengjiang in China are starting to reveal what our most ancient ancestors looked like



**Možný kladogram úsvitu strunatců**

# Nejstarší doložená akrania

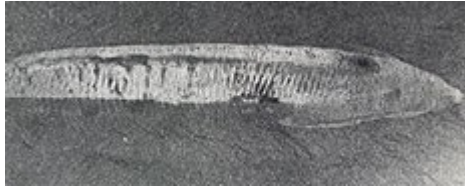
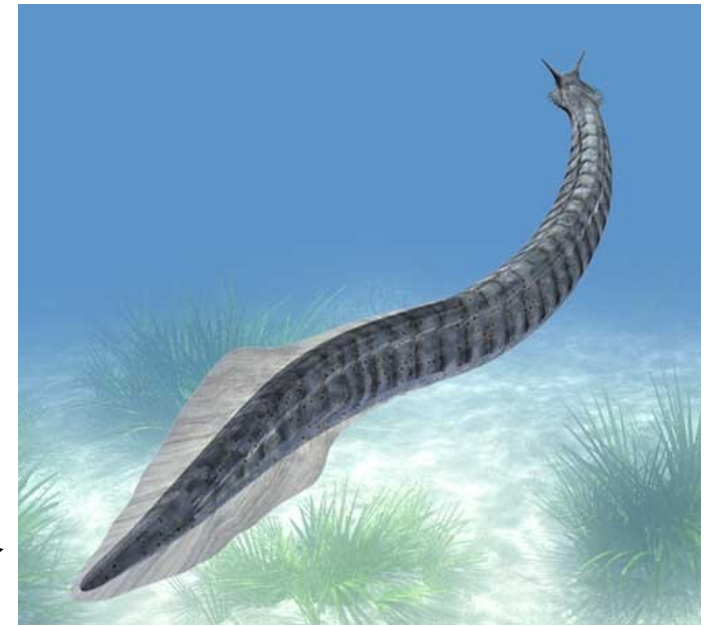


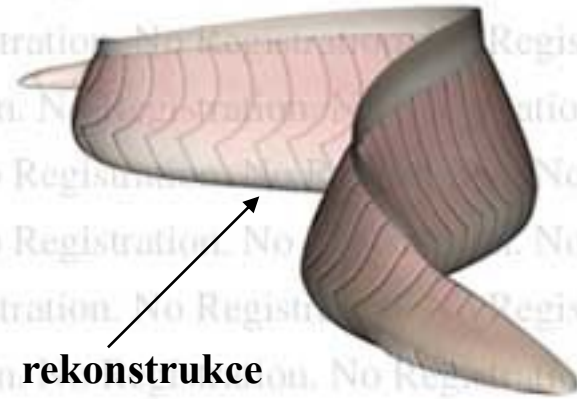
foto z burgeských břidelic

*Pikaia gracilens*, Burgess Pas,  
Kanada, stř. Cm

rekonstrukce



foto



rekonstrukce

(c) A.Sugishita, GeoScienceRC,

*Cathaymyrus diadectus*, sp. Cm, Jünan, Čína

# Vertebrata

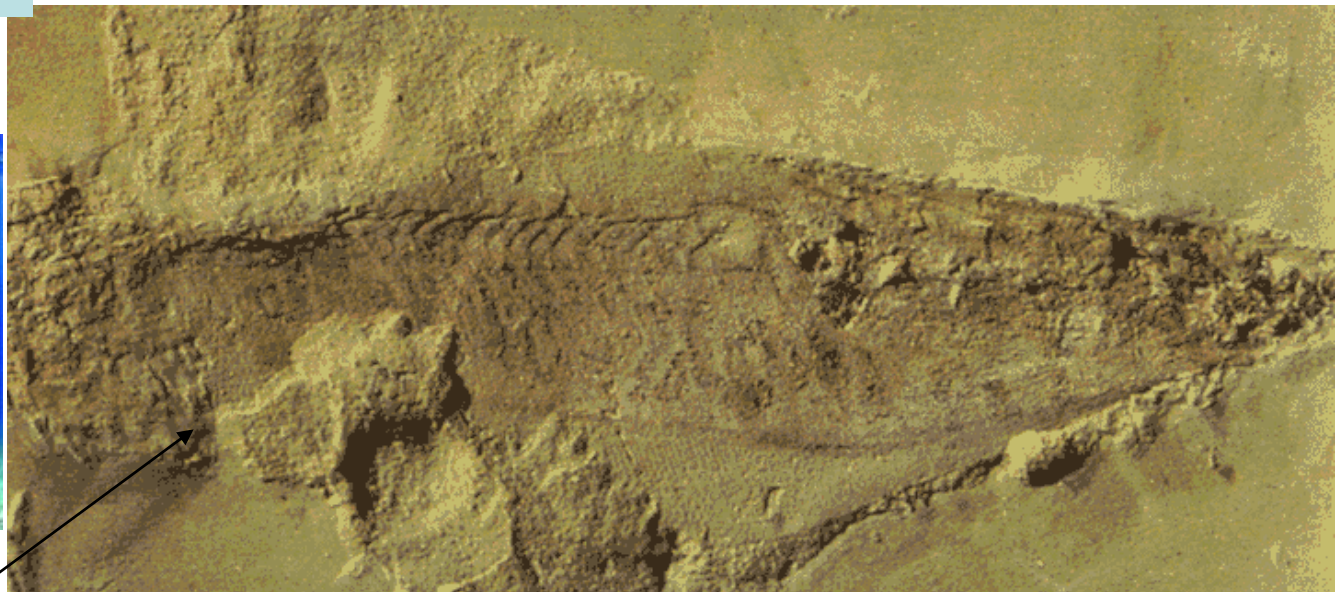
nastupují rovněž už ve  
sp. Cm.

*Myllokunmingia* jeví  
podobnosti s recentními  
sliznatkami

*Haikouichthys* pak spolu s  
eukonodonty je řazena na  
počátek nástupu  
bezčelistnatců (Agnatha)



*Myllokunmingia fengjiana*, Haikou, Čína, sp. Cm

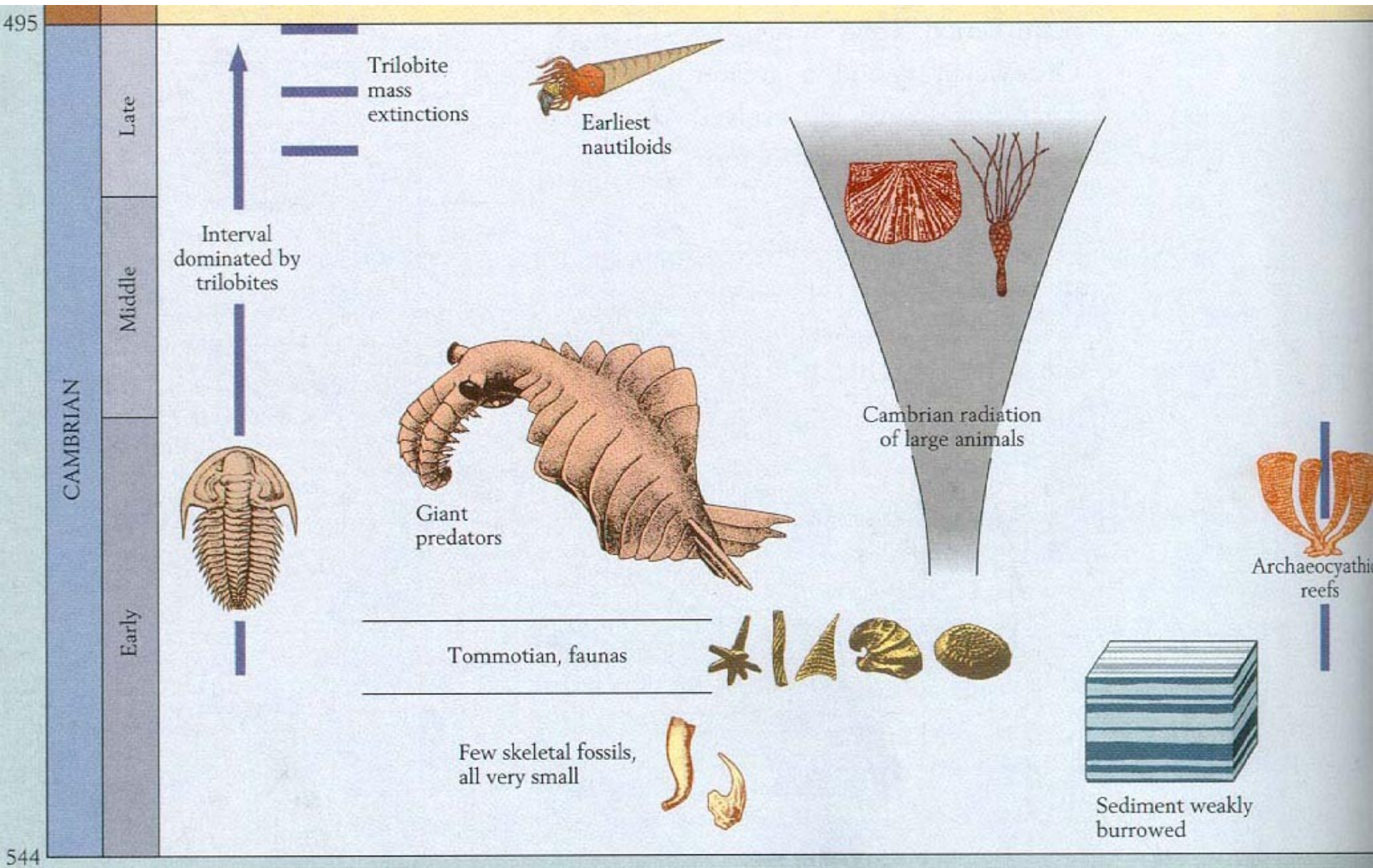


*Haikouichthys ercaicuensis*, Haikou, Čína, sp. Cm

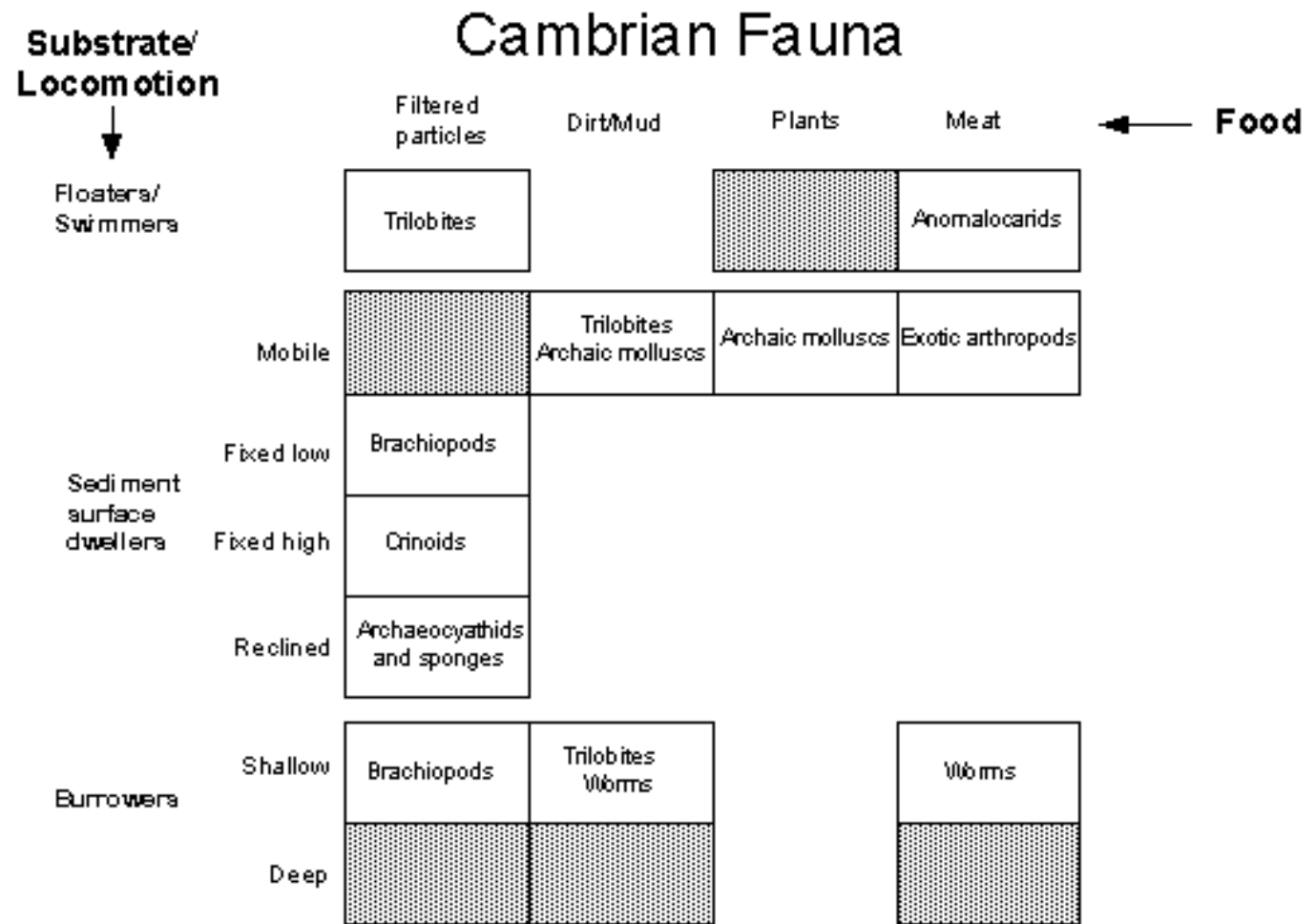
rekonstrukce

otisk

# Průběh života v kambriu



# Kambrický ekosystém



**Dominant animals:** Trilobites, Worms, Inarticulate brachiopods

**Dominant life modes:**

- Slow, surface-dwelling detritus feeding
- Few filter feeders, herbivores or carnivores
- Few burrowers or swimmers

**Local Diversity:**

- ~ 7 species in stressed zones
- ~13 species in near shore regions
- ~20 species in open marine



**Explosivní vývoj** (Gould: nestálost genetických kontrolních mechanismů + volné niky, poté upevnění genetické paměti – variace na dané téma)

**Fosfogenní událost**, vzrůst O<sub>2</sub>, **biomineralizace, skeletonizace**

**Nový ekosystém moří**: vznik úplné potravní pyramidy (diverz. fytoplankton + radiace zooplanktonu = rozvoj heterotrofie a velkých konzumentů)

**Specializace způsobů života:**

potrava: dravci, filtrátoři, spásající organizmy, detritofágové etc.

pohyb: plankton, bentos (sesilní, vagilní), nekton (nedokonalý)

**Systematika**: převládají skupiny, jejichž rozkvět je vázán na kambrium, a které poté výrazně ustupují a hrají již malou roli = **1. kambrická fauna**

V závěru kambria je 1. fauna ve vlnách **redukována**

# Vymírání:

**Ve svrchním kambriu – nejméně 2 vlny redukce fauny**

**Mizí:**

- tomotská fauna, řada čeledí trilobitů a loděnkovitých,
- již dříve archeocyāti,
- ovlivněny jsou však všechny skupiny především 1. fauny

**Redukce fauny je spojena s**

- transgresí a následující regresí (stres v šelfových prostředích)
- vyšší tvorba černých břidelic (anoxie u dna)
- delta C13 poklesl = odraz poklesu produktivity fytoplanktonu

**O krizi koncem kambria víme poměrně málo.**

Použité prameny:

- Benton, M.J., 1997: Vertebrate Palaeontology. – Chapman & Hall, pp.452. London.
- Courtillot, V. , 1999: Evolutionary Catastrophes, The Science of Mass Extinction. – Cambridge University Press, pp.173, Cambridge (UK).
- Gould J.S. (ed.), 1998: Dějiny planety Země. – Knižní klub, Columbus, pp. 256, Praha.
- Hallam, A., Wignall, P.B., 1997: Mass Exctinctions and their Aftermath. – Oxford Univ. Press, pp. 320. Oxford.
- Kalvoda, J., Bábek, O., Brzobohatý, R., 1998: Historická geologie. – UP Olomouc, pp. 199. Olomouc.
- Lovelock, J., 1994: Gaia, živoucí planeta. – MF, MŽP ČR, Kolumbus 129, pp. 221. Praha.
- Margulisová, L., 2004: Symbiotická planeta, nový pohled na evoluci. – Academia, pp. 150. Praha.
- Paturi, F. X., 1995: Kronika Země. - Fortuna Print, pp. 576. Praha.
- Pálfy, J., 2005: Katastrophen der Erdgeschichte – globales Aussterben ? – Schweizerbart. Ver. (Nägele u. Obermiller), pp. 245, Stuttgart.
- Pokorný, V. a kol., 1992: Všeobecná paleontologie. – UK Praha, pp. 296. Praha.
- Raup, D.M., 1995: O zániku druhů. – Nakl. LN, pp.187. Praha.

Internet – různé databáze (především obrazová dokumentace)