



OPĆA PALEONTOLOGIJA



doc. dr. sc. Karmen Fio Firi
karmen.fio@geol.pmf.unizg.hr

O kolegiju...

- Predavanja (P) 3 sata, petkom
- Vježbe (V) 2 sata, petkom
- Seminar (S) 1 sat (uz vježbe)
- 6 ECTS-a
- Redovitost dolazaka na P i V
- Aktivnost i zadatci na P, V i S
- Provjere znanja: tri kolokvija tijekom semestra i/ili pisani ispit, usmeni ispit
- Bodovanje aktivnosti na nastavi:
 - Pisani testovi (kolokviji, ispit) – 50 %
 - Usmeni ispit – 50 % (Seminari – 20 %)
- Dodatne info: mailom



Ishodi učenja kolegija

- Opisati i prepoznati načine postanka fosila, u teoriji i na primjerima.
- Prepoznati tip i objasniti način postanka fosilnih ležišta.
- Procijeniti prezervacijski potencijal pojedinih skupina organizama.
- Opisati, a dijelom i primijeniti osnovne metode rada u paleontologiji.
- Prepoznati i razlikovati pojedine fosile i opisati i usporediti njihove glavne skeletne elemente.
- Primijeniti osnove prirodne sistematike i klasificirati kojoj skupini pripada pojedini fosil.
- Interpretirati fosilne okoliše na temelju saznanja iz paleontologije i drugih geoloških disciplina.
- Primijeniti analitičke metode za analiziranje osnovnih postavki paleoekologije, paleoklimatologije i paleobiogeografije.
- Primijeniti fosile u određivanju relativne starosti stijena i povijesti života na Zemlji.

Sadržaj kolegija: Opća paleontologija

https://www.pmf.unizg.hr/geol/predmet/opcpal_b

1. Temeljni pojmovi i definicije u paleontologiji. Metode rada u paleontologiji. Tafonomski procesi.
2. Fosilizacija. Fosilna ležišta (koncentracijska i konzervacijska). Prezervacijski potencijal.
3. Taksonomija. Sistematika u paleontologiji. Paleontološka vrsta. Nomenklatura pravila.
4. Mineralogija i građa skeleta.
5. Animalia (Avertebrata I) – Porifera, Cnidaria, Mollusca.
6. Animalia (Avertebrata II) – Bryozoa, Brachiopoda.
7. Animalia (Avertebrata III) – Annelida, Arthropoda, Echinodermata, Hemichordata.
8. Animalia (Vertebrata).
9. Prokaryota, Protista. Mikrofacijes.
10. Plantae.
11. Evolucija. Izumiranja.
12. Apsolutna i relativna starost. Osnovni principi biostratigrafije i kronostratigrafije. Provodni fosili.
13. Osnovni principi paleoekologije (abiotički i biotički faktori, distribucija organizama).
14. Osnovni principi paleoklimatologije i paleobiogeografije (primjena stabilnih izotopa).
15. Razvoj života na Zemlji.

Termini nastave

KALENDAR AKTIVNOSTI U AKADEMSKOJ GODINI 2025./2026. NA GEOLOŠKOM ODSJEKU

Početak nastave: 29. rujna 2025.

NASTAVA U ZIMSKOM I LJETNOM SEMESTRU	
ISPITNI ROKOVI / KOLOKVIJI	
NENASTAVNI DANI	DRŽAVNI PRAZNICI I BLAGDANI
DAN I NOĆ NA PMF-u 17. TRAVNJA 2026.	
DAN FAKULTETA 8. LIPNJA 2026.	

rujan 2025.						
P	U	S	Č	P	S	N
1	29	30				

listopad 2025.						
P	U	S	Č	P	S	N
I	6	7	8	9	10	11
II	13	14	15	16	17	18
III	20	21	22	23	24	25
IV	27	28	29	30	31	

studen 2025.						
P	U	S	Č	P	S	N
V	3	4	5	6	7	8
VI	10	11	12	13	14	15
VII	17	18	19	20	21	22
VIII	24	25	26	27	28	29

prosinac 2025.						
P	U	S	Č	P	S	N
X	1	2	3	4	5	6
XI	8	9	10	11	12	13
XII	15	16	17	18	19	20
XIII	22	23	24	25	26	27
	29	30	31			

siječanj 2026.						
P	U	S	Č	P	S	N
XIV	5	6	7	8	9	10
XV	12	13	14	15	16	17
XVI	19	20	21	22	23	24
	26	27	28	29	30	31

veljača 2026.						
P	U	S	Č	P	S	N
	2	3	4	5	6	7
1	9	10	11	12	13	14
2	16	17	18	19	20	21
3	23	24	25	26	27	28

ožujak 2026.						
P	U	S	Č	P	S	N
I	2	3	4	5	6	7
II	9	10	11	12	13	14
III	16	17	18	19	20	21
IV	23	24	25	26	27	28
V	30	31				

travanj 2026.						
P	U	S	Č	P	S	N
V	6	7	8	9	10	11
VI	13	14	15	16	17	18
VII	20	21	22	23	24	25
VIII	27	28	29	30		

svibanj 2026.						
P	U	S	Č	P	S	N
X	4	5	6	7	8	9
XI	11	12	13	14	15	16
XII	18	19	20	21	22	23
XIII	25	26	27	28	29	30

lipanj 2026.						
P	U	S	Č	P	S	N
XIV	1	2	3	4	5	6
XV	8	9	10	11	12	13
1	15	16	17	18	19	20
2	22	23	24	25	26	27
3	29	30				

srpanj 2026.						
P	U	S	Č	P	S	N
4	6	7	8	9	10	11
5	13	14	15	16	17	18
	20	21	22	23	24	25
	27	28	29	30	31	

kolovoz 2026.						
P	U	S	Č	P	S	N
	3	4	5	6	7	8
	10	11	12	13	14	15
	17	18	19	20	21	22
1	24	25	26	27	28	29
2	31					

rujan 2026.						
P	U	S	Č	P	S	N
2	7	8	9	10	11	12
4	14	15	16	17	18	19
	21	22	23	24	25	26
	28	29	30			

Termini petkom (P, V, S):

6. 3. 2026.
13. 3. 2026.
20. 3. 2026.
27. 3. 2026.
3. 4. 2026.
10. 4. 2026.
17. 4. 2026. Dan i noć na PMF-u

Ispitni rok 20. – 24. 4. 2026.

1. 5. 2026. Praznik rada
8. 5. 2026.
15. 5. 2026.
22. 5. 2026.
29. 5. 2026.
5. 6. 2026. (?? 4. 6. Tijelovo)
12. 6. 2026.
19. 6. 2026.

Opća paleontologija

	DATUM	TEMA PREDAVANJA
1.	6. 3. 2026.	Uvodno predavanje Temeljni pojmovi i definicije u paleontologiji. Metode rada u paleontologiji. Tafonomski procesi.
2.	13. 3. 2026.	Fosilizacija. Fosilna ležišta (koncentracijska i konzervacijska). Prezervacijski potencijal.
3.	20. 3. 2026.	Taksonomija. Sistematika u paleontologiji. Paleontološka vrsta. Nomenklaturna pravila.
4.	27. 3. 2026.	Ponavljanje uvodnog dijela; Mineralogija i građa skeleta. (Početak Animalia?)
5.	3. 4. 2026.	1. kolokvij (ppt 1–4A, završno s elementima građe skeleta); Animalia (Avertebrata I) – Porifera, Cnidaria, Mollusca.
6.	10. 4. 2026.	Animalia (Avertebrata II) – Bryozoa, Brachiopoda, Annelida, Arthropoda, Echinodermata, Hemichordata.
		Dan i noć na PMF-u 17. 4. i ISPITNI ROK 20. – 24. 4. 2026.
7.	8. 5. 2026.	Animalia: Vertebrata; Plantae.
8.	15. 5. 2026.	Prokaryota, Protista. Mikrofacijes.
9.	22. 5. 2026.	2. kolokvij (ppt 4B–9C); Evolucija. Izumiranja. Apsolutna i relativna starost.
10.	29. 5. 2026.	Osnovni principi biostratigrafije i kronostratigrafije. Provodni fosili. Osnovni principi paleoekologije (abiotički i biotički faktori, distribucija organizama).
11.	5. 6. 2026.	Osnovni principi paleoklimatologije i paleobiogeografije (primjena stabilnih izotopa).
12.	12. 6. 2026.	Razvoj života na Zemlji.
13.	19. 6. 2026.	3. kolokvij (ppt 10–13C)
		Ispravci; završni ispit u rokovima

Osnovna* i dodatna literatura:

*CLARKSON, E.N.K. (2008): Invertebrate Palaeontology and Evolution. Blackwell Publishing, 452 str.

*SREMAC, J. (1999): Opća paleontologija. Skripta. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 192 str.

*TAYLOR, P.D., LEWIS, D.N. (2005): Fossil Invertebrates. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 208 str.

DOYLE, P. (1996): Understanding Fossils. Wiley, Chichester.

PROTHERO, D.R. (1998): Bringing Fossils to Life – an introduction to Paleobiology. McGraw-Hill, London.

RAUP, D. M., STANLEY, S.M. (1978): Principles of Palaeontology. Freeman, San Francisco.

Različiti web izvori i paleontološki udžbenici koji se nalaze u Centralnoj Geološkoj knjižnici.

Uvod

- Što je paleontologija?
- Aktualistički princip?
- Što su fosili?
- Fosili i vrijeme?
- Što je biostratigrafija?
- Primjene paleontologije?
- Metode rada u paleontologiji?



Što je paleontologija?

- Riječ grčkog podrijetla: παλαιός (palaios) = star
ὄν, ὄντ- (on, ont-) = stvorenje
λόγος (logos) = riječ, znanost

→ Znanost o životu iz geološke prošlosti

- * Što je *znanost*?
- * Što je *geološka prošlost*?



<https://www.newdinosaurians.com/dinosaur-fossils/>

Zašto je paleontologija zanimljiva i bitna kao znanost?

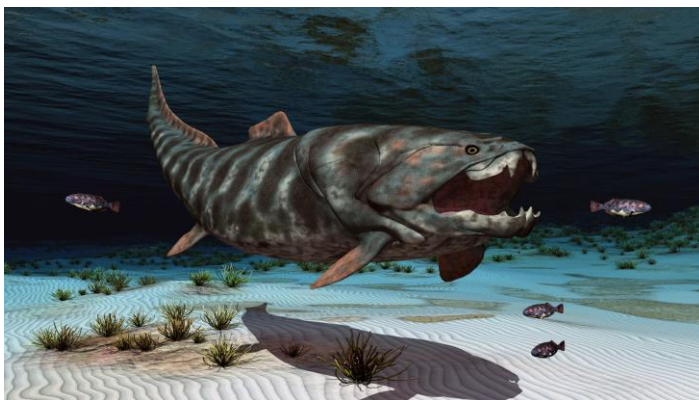
- Paleontološka istraživanja pomažu u:
 - (pre)poznavanju organizama iz geološke prošlosti
 - rekonstrukcijama samih organizama i paleookoliša
 - saznanjima o razvoju Zemlje u određenom vremenskom periodu



https://www.museum.state.il.us/exhibits/changes/htmls/tropical/underwater_devonian.html

Zašto je paleontologija zanimljiva i bitna kao znanost?

- Paleontologija proučava evolucijski razvoj skupina živućih i izumrlih organizama kroz **direktne dokaze**.
- Paleontologija proučava uzroke i posljedice odnosa u (živom) svijetu, i sljedove **promjena kroz vrijeme**.
- Paleontologija pomaže u shvaćanju **promjena** koje su se događale, a i danas se događaju u svijetu (npr. izumiranja).
- Na temelju prethodnih promjena i događaja, paleontologija prikazuje **odnose koji su mogući i u budućnosti** (npr. klimatske promjene).



Evolucija

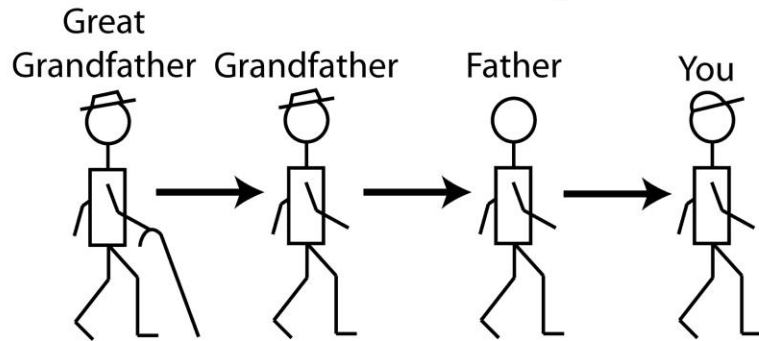
- Ideje o evoluciji već u Staroj Grčkoj i tijekom povijesti
- Charles Darwin (1859): “Postanak vrsta” – teorija evolucije putem **prirodnog odabira**, varijacije pod utjecajem vanjskih i unutarnjih čimbenika
- Teorija evolucije ne objašnjava kako je život nastao, ali objašnjava raznolikost života na Zemlji
- Iz teorije evolucije proizlazi i Darwinova teorija o postojanju univerzalnog **zajedničkog pretka** svih živih organizama, oblika koji je živio prije 3,5 – 3,8 mlrd.g.

Evolucija

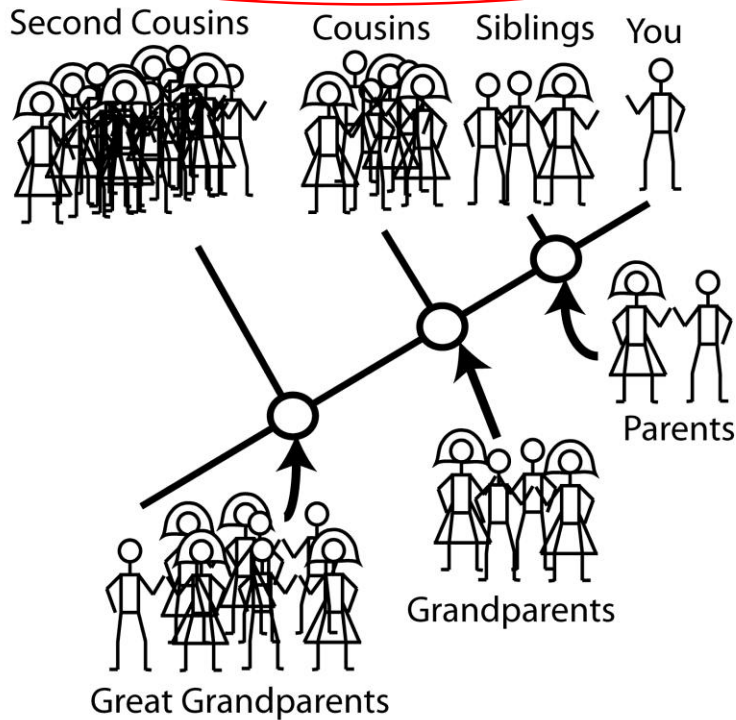
- <https://enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=18721> – Evolucija u biologiji:

Skup znanstvenih teorija i hipoteza o nastanku života, o zakonima i putovima postupnoga razvoja živoga svijeta; razvoj organizama od jednostavnih prema složenima; razvoj vrste, populacije, ili koje druge više sistematske skupine – filogenija. U najširem smislu, proces u kojem nizom promjena ili razvojnih stupnjeva živi organizam ili skupina organizama stječe karakteristične morfološke i fiziološke značajke; teorija po kojoj različiti tipovi životinja i biljaka potječu od drugih preegzistentnih tipova. Ta teorija, prema kojoj se viši oblici života izvode iz nižih, temelji se na opsežnim promatranjima, osobito na područjima **paleontologije**, **embriologije**, **poredbene anatomije**, **genetike**, **molekularne biologije** (molekularna evolucija), **poredbene fiziologije** i **životinjskoga ponašanja**.

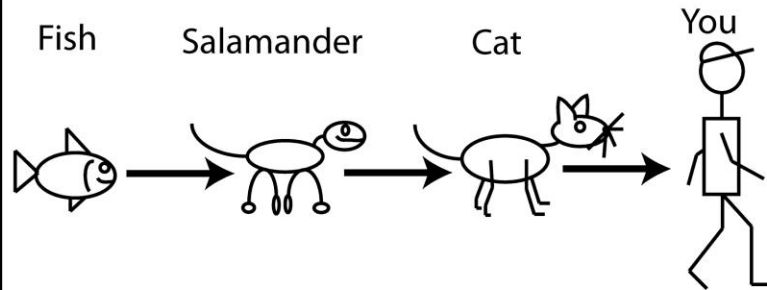
This is NOT Your Family Tree



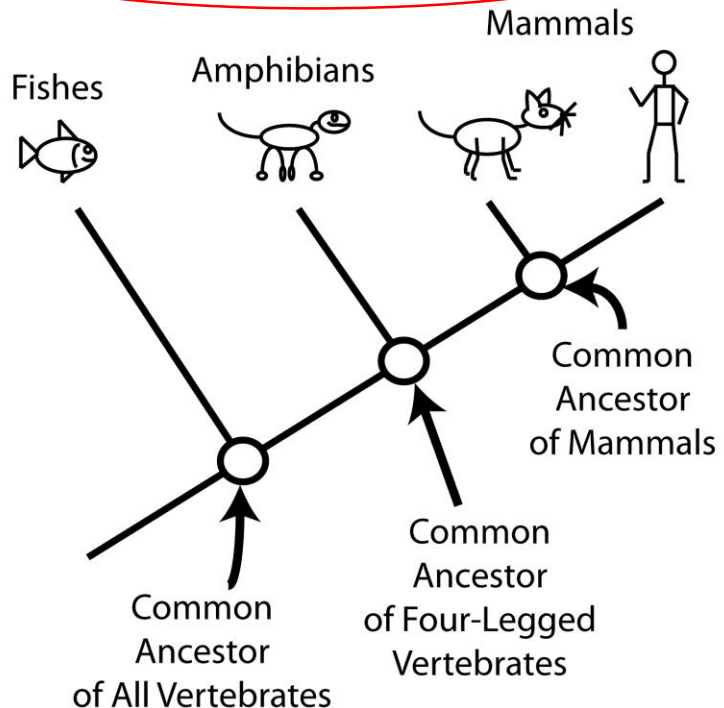
This is Your Family Tree



This is NOT Evolution

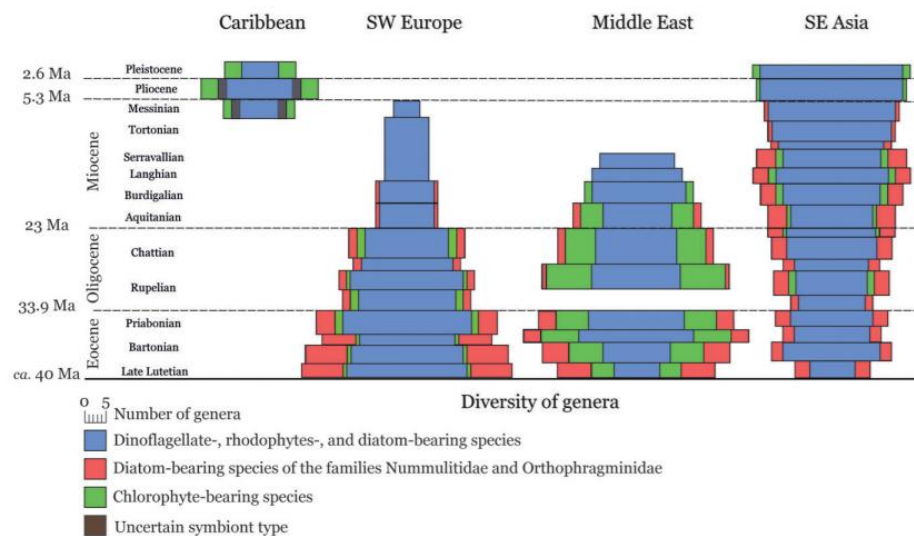
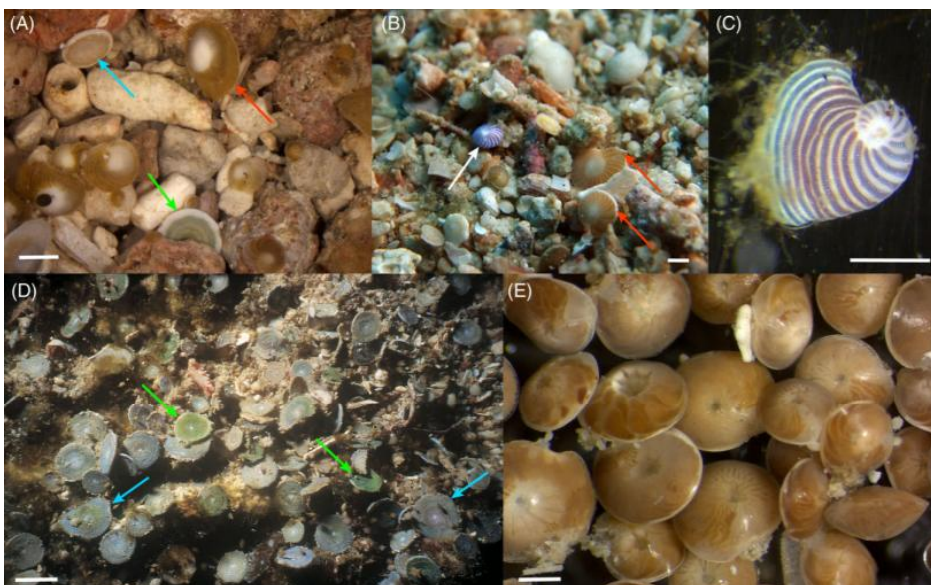


This is Evolution



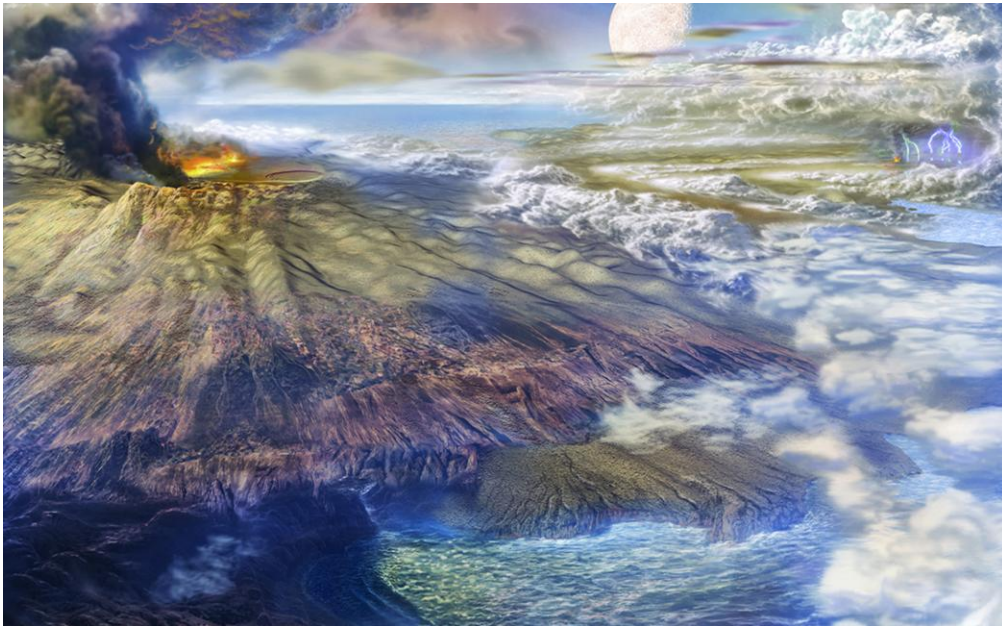
Aktualistički princip

Na temelju istraživanja recentnih oblika organizama dolazimo do spoznaja koje nam pomažu u tumačenju oblika i načina života organizama u geološkoj prošlosti.



Recentne foraminifere s različitim simbiotskim algama i pregled simbiotskih oblika kod foraminifera kroz kenozojsku eru (Prazeres & Renema, 2018)

Razvoj Zemlje i života na Zemlji?



<https://news.vanderbilt.edu/2014/09/15/early-earth-less-hellish/>



<https://creativesystemstinking.wordpress.com/2015/01/18/shifting-paradigms-aligning-with-the-wisdom-of-nature/>

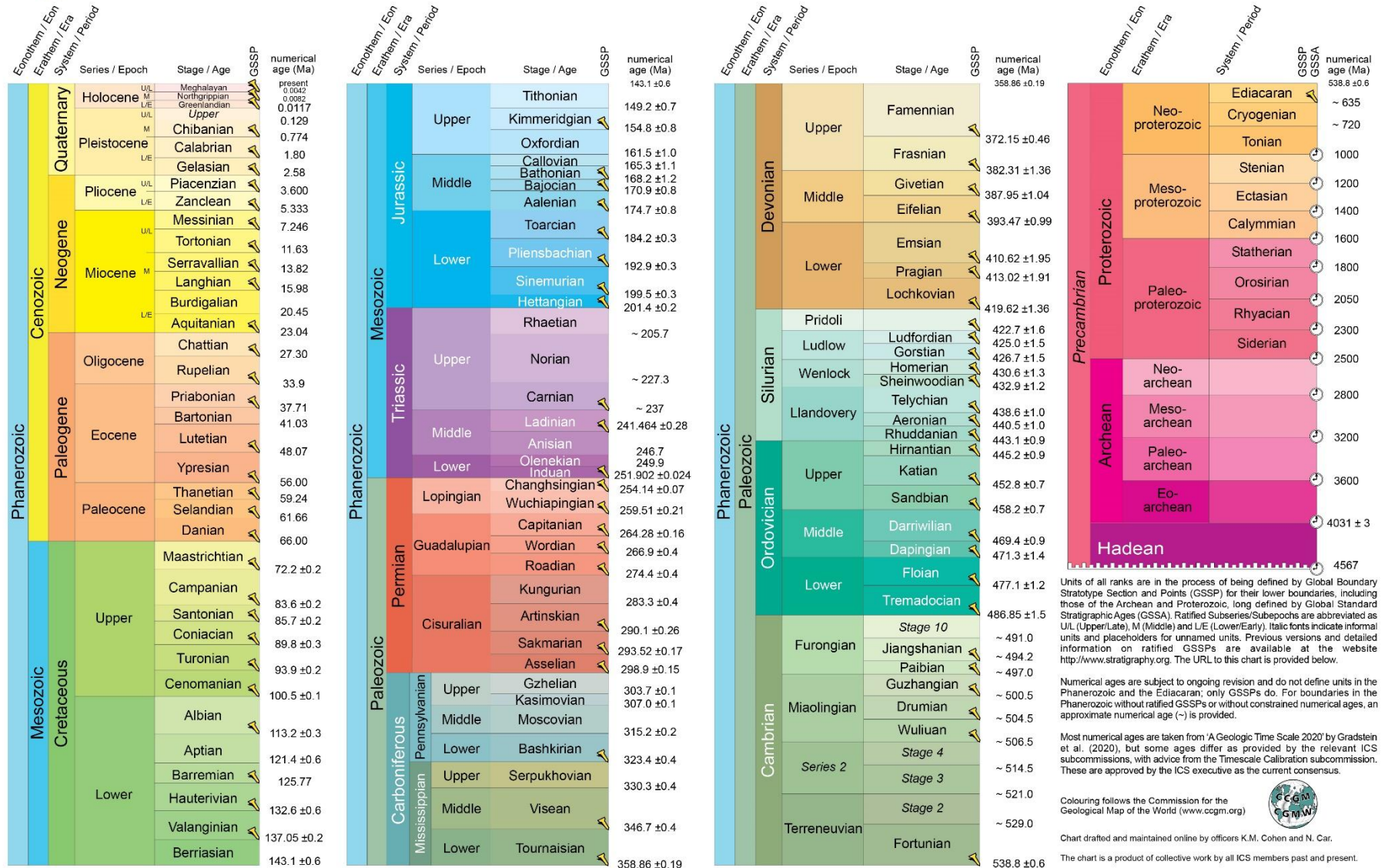


INTERNATIONAL CHRONOSTRATIGRAPHIC CHART

www.stratigraphy.org

International Commission on Stratigraphy

v 2024/12



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). Ratified Subseries/Subepochs are abbreviated as U/L (Upper/Late), M (Middle) and L/E (Lower/Early). Italic fonts indicate informal units and placeholders for unnamed units. Previous versions and detailed information on ratified GSSPs or without constrained numerical ages, an approximate numerical age (~) is provided below.

Numerical ages are subject to ongoing 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.

Most numerical ages are taken from 'A Geologic Time Scale 2020' by Gradstein et al. (2020), but some ages differ as provided by the relevant ICS subcommissions, with advice from the Timescale Calibration subcommission. These are approved by the ICS executive as the current consensus.

Colouring follows the Commission for the Geological Map of the World (www.cgmw.org)



Chart drafted and maintained online by officers K.M. Cohen and N. Car.

The chart is a product of collective work by all ICS members past and present.

(c) International Commission on Stratigraphy, December 2024

URL: <http://www.stratigraphy.org/CSchart/ChronostratChart2024-12.pdf>

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

Geološka vremenska skala

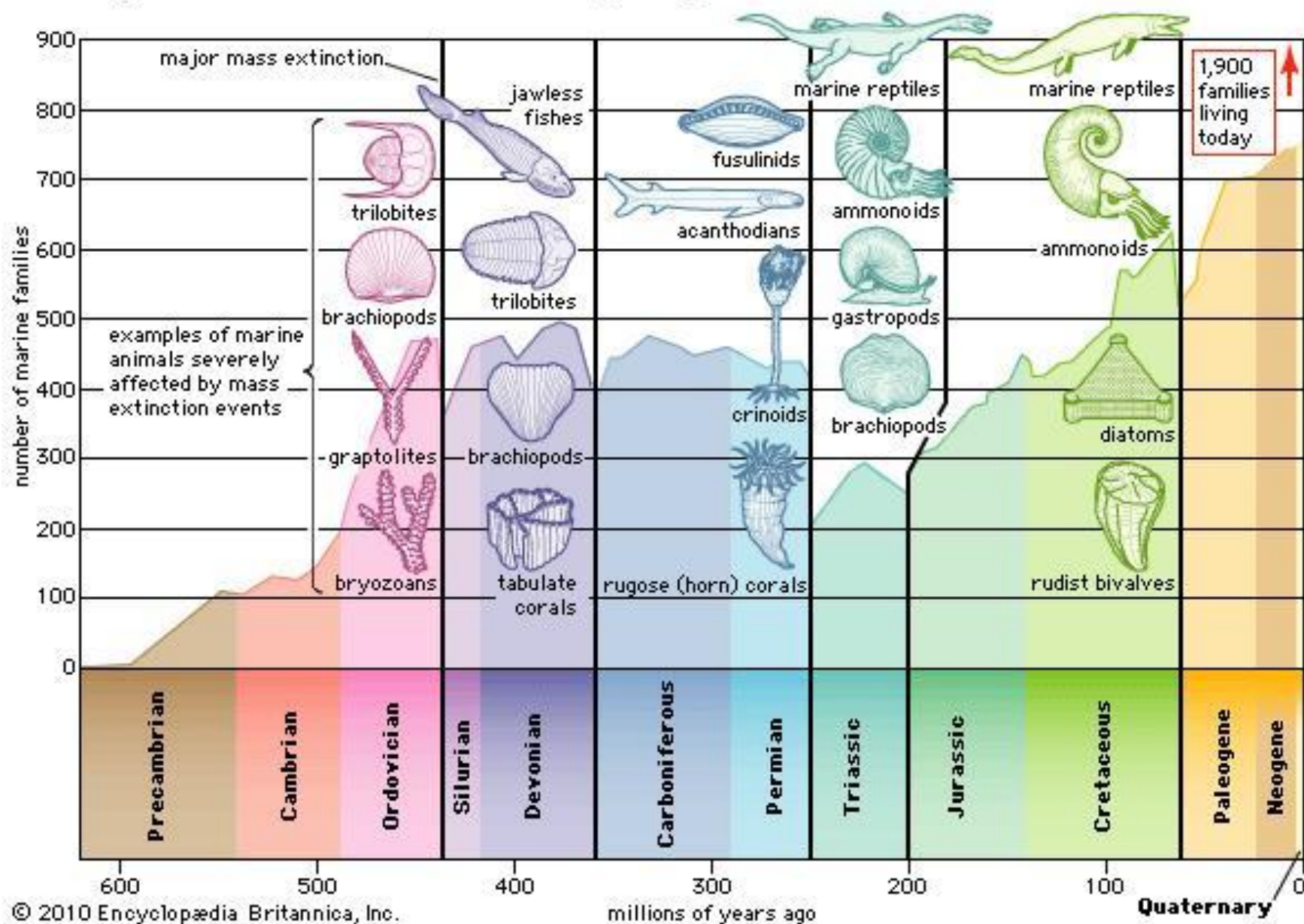
EON	ERA	PERIOD	Milijuna godina
FANEROZOIK	KENOZOIK	kvartar (Q)	2,6 – danas
		neogen (Ng)	23 – 2,6
		paleogen (Pg)	66 – 23
	MEZOZOIK	kreda (K)	145 – 66
		jura (J)	201 – 145
		trijas (T)	252 – 201
	PALEOZOIK	perm (P)	300 – 252
		karbon (C)	359 – 300
		devon (D)	419 – 359
		silur (S)	444 – 419
		ordovicij (O)	485 – 444
		kambrij (Cm)	539 – 485
PRETKAMBRIJ (KRIPTOZOIK)	PROTEROZOIK ARHAIK		2500 – 539
			4000 – 2500
HADIJ			4600 – 4000

(vrlo) kratak pregled kroz geološku prošlost...

- 4,6 milijardi godina – formiranje Zemlje
- 3,4 milijardi godina – prvi jednostavni oblici života (bakterije, cijanobakterije)
- 700 milijuna godina – viši oblici organizama s bolje razvijenim sustavom za razmnožavanje
- 542 milijuna godina – nagli razvoj različitih oblika beskralježnjaka, skeletni oblici → fosilizacija

A Brief History of Geologic Time <https://youtu.be/rWp5ZpJAIAE>

Diversity of marine animal families over geologic time



Biostratigrafija

- određivanje relativne starosti sedimentnih naslaga (**kronostratigrafija**) na temelju pojavljivanja određenih oblika fosila
- Temeljna biostratigrafska jedinica – **BIOZONA**
 - prema razlikama u fosilnom sadržaju u stijenama u vertikalnom (vremenskom) slijedu

Litostratigrafski, kronostratigrafski i geokronološki klasifikacijski sustavi

Litostratigrafski sustav – sloj → član → formacija → grupa

- formacija – skupina **stijena** koje su vertikalno i horizontalno više-manje ujednačena sastava; nastala u jednoličnim uvjetima

Kronostratigrafski sustav – kat → serija → sistem → eratem → eonotem

- smještaj različitih lito- i biostratigrafskih jedinica u vremenski okvir; **stijene** litosfere nastale u istom vremenskom razdoblju

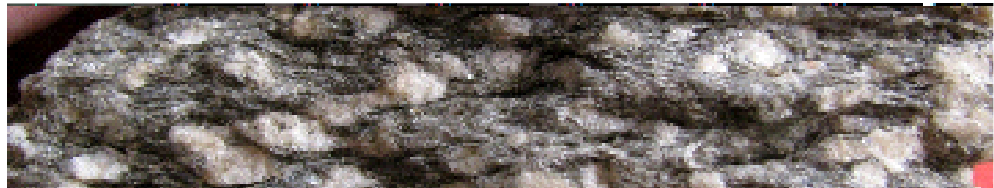
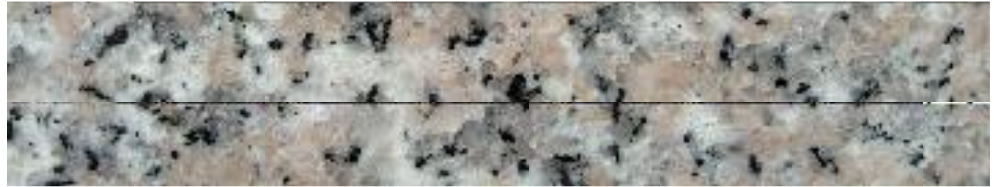
Geokronološki sustav – doba → epoha → period → era → eon

- **geološko vrijeme** koje odgovara pojedinim kronostratigrafskim jedinicama

Kronostratigrafski	Geokronološki sustav
eonotem	eon
eratem	era
sistem	period
serija	epoha
kat	doba

Stijene

- Magmatske
- Metamorfne
- Sedimentne



- Očuvanje ostataka organizama u ??
vapnencima, šejlovima, siltovima, muljevima;
puno rjeđe u pješčenjacima i krupnijim klastičnim
naslagama – **zašto**?
- Očuvanost ostataka ovisno o strukturi i sastavu naslaga,
kemijskim uvjetima u vrijeme taloženja, ali i naknadnim
dijagenetskim procesima (nakon taloženja)

Fosilizacija

- Proces preobrazbe uginulog organizma u fosil
- Rijedak proces!

TAFONOMIJA – Znanost o procesima koji se zbivaju na organizmu **od trenutka uginjanja do nastanka fosila.**



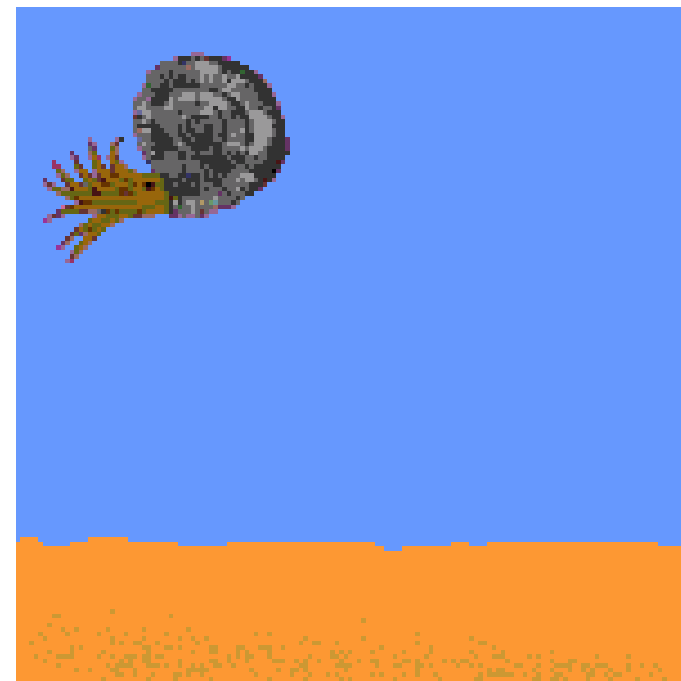
jmfelton.com/fossils/fossilisation2ani.gif

Tafonomija

Znanost o procesima koji se zbivaju na organizmu **od trenutka ugibanja do nastanka fosila.**

Uvjet: brzo zatrpavanje!

1. **NEKROLIZA**
2. **BIOSTRATONOMIJA**
3. **FOSILNA DIJAGENEZA**



jmfelton.com/fossils/fossilisation2ani.gif

Neizmijenjeni ostaci

- Od rezistentnog materijala
- Npr. zubi, kalcitni skeleti
- Sačuvanje u jantaru (fosilna smola bora) – često i karbonizirani ostaci



Kalcitni dijelovi belemnita



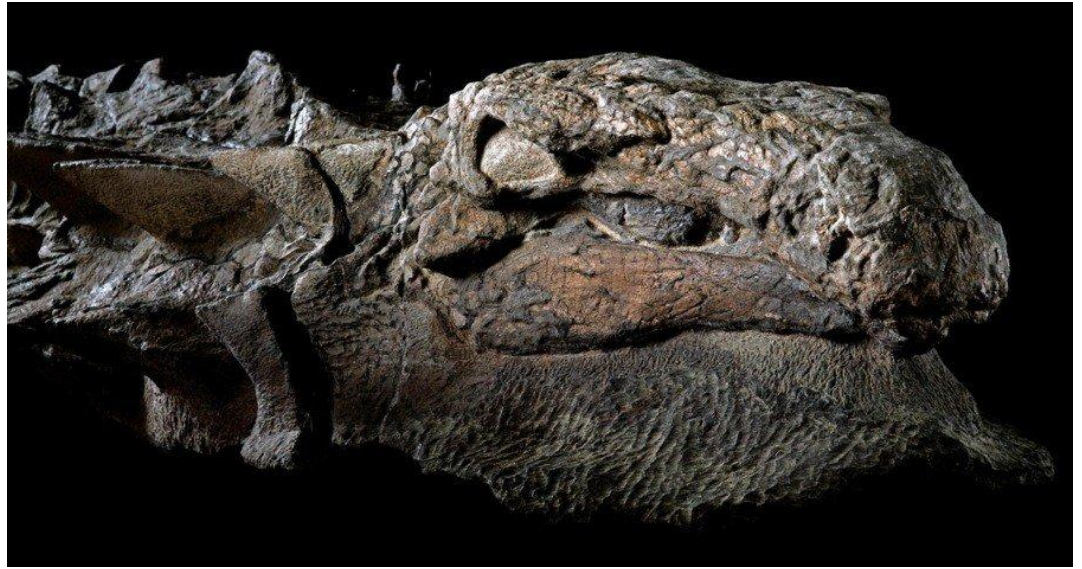
<https://www.rockngem.com/exploring-fossilized-shark-teeth/>



Autor Brocken Inaglory - CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2588986>

Neizmijenjeni ostaci

- Mumificirani ostaci
- Zamrznuti ostaci – konzervacija



<https://allthatsinteresting.com/nodosaur-dinosaur-mummy>



<https://www.independent.co.uk/news/uk/home-news/world-s-most-complete-preserved-mammoth-go-display-london-9258359.html>



https://www.discovermagazine.com/planet-earth/scientists-have-mapped-all-of-otzi-the-icemans-61-tattoos?utm_source=dscfb&utm_medium=social&utm_campaign=dscfb&fbclid=IwAR2PfJCjEQNLI2Au1ihmpgcvGVNOebBsCVETd_Y0J9afSG99SaeH8i1Z4xY

Izmijenjeni ostaci...



Fosili

- Ostaci živih bića iz geološke prošlosti
- Uključuju:
 - materijalne/skeletne ostatke organizama (ljuštare, kućice, kosti i sl.) → *body fossil(s)*
 - tragove životnih aktivnosti (ihnofosile) → *trace fossil(s)*
 - kemijske dokaze postojanja organizama → *chemical fossils*



symonsez.files.wordpress.com/2008/12/dinosaur...



NP Brijuni

Mikroorganizmi i mikrofosili <2 mm



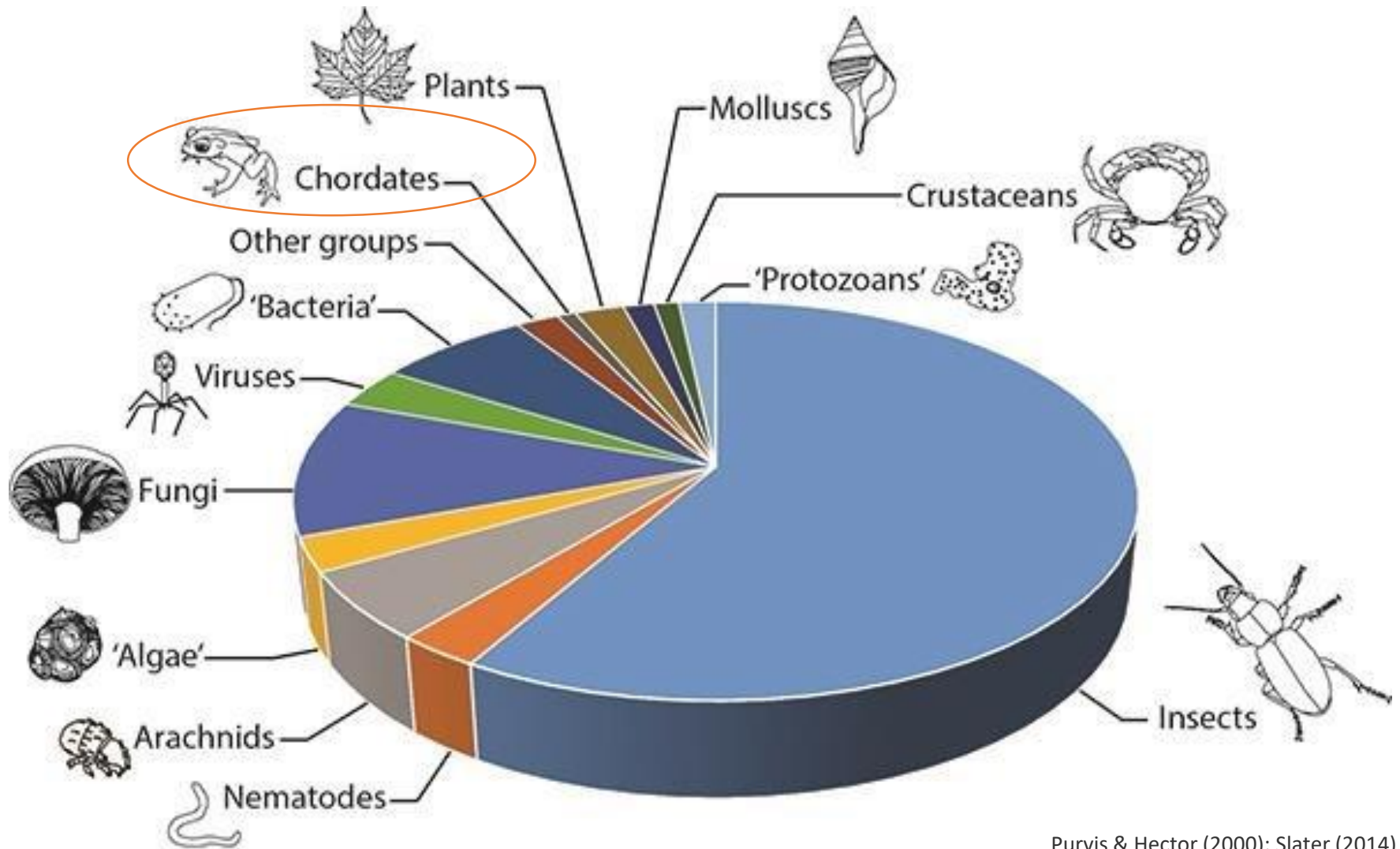
Table 1.1 Types of microfossils based on test composition, their size range, environmental distribution and geologic age

Microfossil	Test composition	Size range	Environment	Geologic age
Foraminifera	Calcareous, agglutinated, siliceous, chitinous	0.1 mm–10 cm	Marine	Cambrian–recent
Ostracoda	Calcareous, chitinous	0.5–5 mm	Marine–freshwater	Ordovician–recent
Calcareous nannoplankton	Calcareous	<20 µm	Marine	Jurassic–recent
Pteropods	Calcareous	2.5–10 mm	Marine	Eocene–recent
Radiolaria	Siliceous, strontium-sulphate	100–2000 µm	Marine	Cambrian–recent
Silicoflagellates	Siliceous	20–100 µm	Marine	Cretaceous–recent
Diatoms	Siliceous	5–2000 µm	Marine–freshwater	Cretaceous–recent
Conodonts	Phosphatic	0.1–3 mm	Marine	Cambrian–Triassic
Spores/pollens	Organic	5–200 µm	Terrestrial, brackish to freshwater	Silurian–recent
Dinoflagellates	Organic	20–150 µm	Marine–freshwater	Permian–recent
Acritarchs	Organic	<100 µm	Marine	Precambrian–recent
Chitinozoa	Organic	30–1500 µm	Marine	Ordovician–Devonian

Makrofosili >2 mm



Odnos organizama



Neposredni i posredni ostaci?



Neposredni i posredni ostaci organizama

NEPOSREDNI OSTACI

- Možete ih dodirnuti – dijelovi skeleta ili cjeloviti skeleti
- Ljušture, kućice, čahure, čaške, oklopi, kosti, zubi...



POSREDNI OSTACI

- Ukazuju na prisustvo organizma u geološkoj prošlosti
- Nemamo sam skelet već: otisak, kamenu jezgru, skulpturiranu kamenu jezgru, tragove životnih aktivnosti tih organizama...

Provodni fosili

- kratak vremenski raspon, a rasprostranjeni na širem geografskom prostoru
→ određivanje “relativne starosti” stijena ??



Facijesni fosili

- Fosili organizama osjetljivih na uvjete u okolišu (stenovalentni organizmi)
 - omogućuju rekonstrukciju nekadašnjeg biotopa



By Toby Hudson - Own work, CC BY-SA 3.0,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=11137678>



<https://www.worldhistory.org/image/6115/woolly-mammoths/>

Litogenetski fosili

Toliko česti u stijeni da sačinjavaju veći dio stijenske mase → biogeni stijene



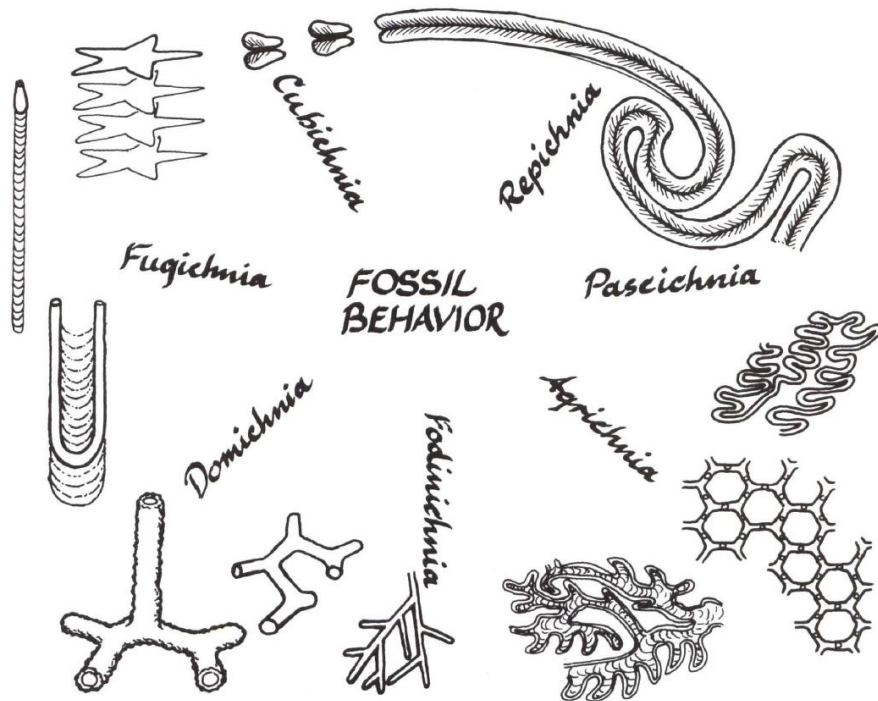
Fragmenti krinoida u karbonskim naslagama, Velebit.



Foraminifere u eocenskim pješčenjacima, otok Rab.

Ihnofosili

Tragovi aktivnosti nekadašnjih organizama (kretanja, odmaranja, hranjenja, stanovanja, bježanja...)



Ekdale et al. (1984)



Pseudofosili (lažni fosili)

- Teksture anorganskog porijekla koje izgledaju poput organskih ostataka, ponajviše biljaka
- Dendriti
- Najčešće spojevi mangana



Veza s drugim znanostima

Interdisciplinarni pristup u istraživanjima

- Geologija – posebice stratigrafija
- Paleozoologija
- Paleobotanika
- Paleoantropologija

Primjene paleontologije

- Određivanje relativne starosti stijena – **provodni** fosili
- Rekonstrukcija nekadašnjih okoliša – **facijesni** i **provodni** fosili
- Postanak i akumulacija fosilnih goriva – ?
- Priprema i odredba materijala za daljnja istraživanja (npr. geokemijska) – ?
- Klimatska i paleoklimatska istraživanja – ?
- U arheološkim, zooarheološkim i antropološkim istraživanjima – ?
- Biomineralizacija – ?
- Postanak rudnih ležišta – ?
- Mineralne sirovine (litogenetski fosili, ukrasni kamen; građevinski kamen)
- U industriji (proizvodnja namještaja, ukrasnih predmeta...) – ?
- Geoturistički potencijal – ?

