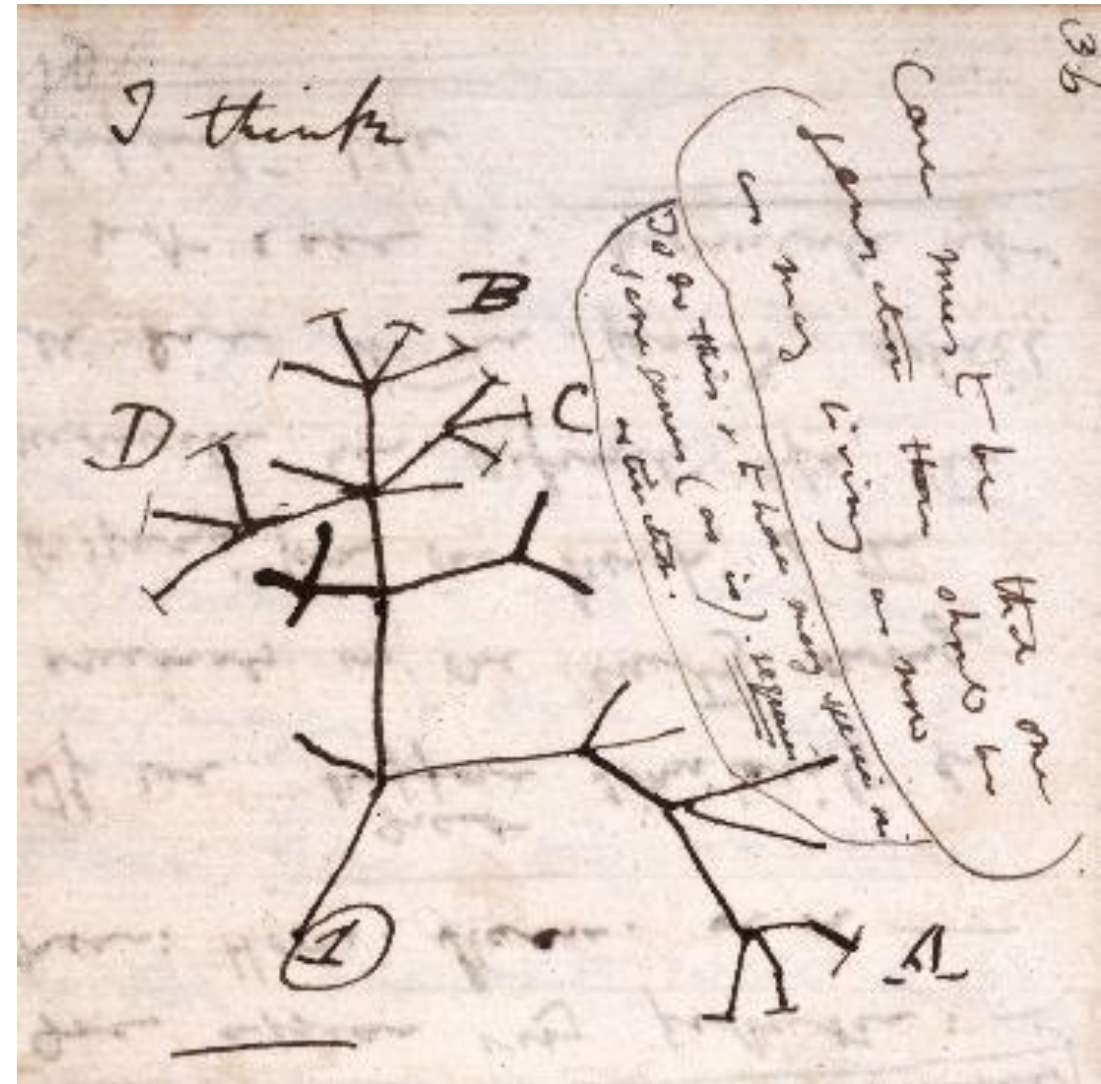


OPĆA PALEONTOLOGIJA

TAKSONOMIJA I SISTEMATIKA; PALEONTOLOŠKA VRSTA, PROBLEMI ODREĐIVANJA VRSTA

doc. dr. sc. Karmen Fio Firi

karmen.fio@geol.pmf.unizg.hr



Klasifikacija organizama

- Počeci još u antičko doba – Aristotel (345. g. pr. n. e.)
- 16. stoljeće – Gaspard Bauhin (švicarski botaničar) – imena vrsta biljaka na način pisao na način kako se u 18. st. razvija binomialna nomenklatura (Linné)



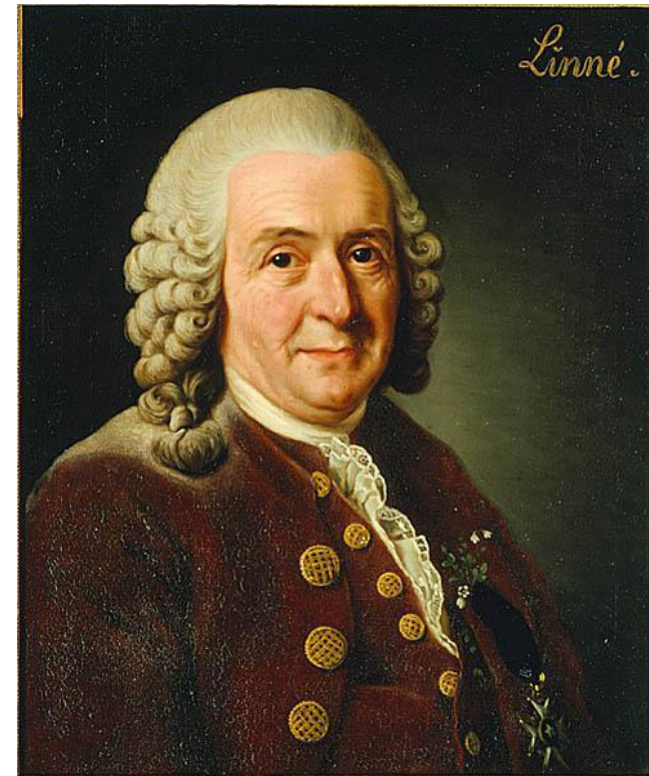
Foto: Francesco Hayez, ulje na platnu, 1811. <https://www.biografija.org/filozofija/aristotel/>



<https://elhogarnatural.com/reportajes/botanicos/CasparBauhin.htm>

Binarna (binomialna) nomenklatura (Dvojno nazivlje)

- **Carl von Linné** (1707. – 1778.), švedski botaničar i liječnik; u želji da opiše čitav poznati živi svijet svakoj vrsti (mineralu, biljki ili životinji) pripisao **dvostruki naziv** – jedinstvena dva latinska ili latinizirana (u pravilu starogrčka) imena
- Jedinstveni naziv je raširen u čitavom svijetu, prelazi jezične barijere pri prevođenju
- U biologiji označava službenu metodu **imenovanja vrsta**



Alexander Roslin - Nationalmuseum,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=52119229>

Binarna nomenklatura (Dvojno nazivlje)

- Znanstveni naziv se oblikuje kombinacijom dvaju izraza:
imena Roda/Genus (imenica) i **vrste/species** (imenica ili pridjev)
- Prvi izraz (ime roda) se prema aktualnom hrvatskom pravopisu i međunarodnom dogovoru uvijek piše VELIKIM, dok se svojstveni atribut uvijek piše malim početnim slovom, čak i ako je izveden iz vlastitog imena; npr. *Canis lupus* ili *Anthus hodgsoni*.
- U znanstvenim radovima dodaje se i **prezime autora** koji je vrstu prvi opisao, i godina kada ju je opisao, npr. *Mus musculus* Linné 1758. Ako je ime iz bilo kojega razloga mijenjano, autorovo se ime stavlja u zagradu, npr. *Corallium rubrum* (LINNÉ) – **princip prve revizije**
- Dvojno nazivlje se ispisuje u **kurzivu**; npr. *Homo sapiens*. Rukom pisani naziv se podcrtava.

Binarna nomenklatura (Dvojno nazivlje)

- Opće-prihvaćeni naziv je obično popraćen znanstvenim nazivom u zagradama; npr. „kineski aligator (*Alligator sinensis*) je ugrožena vrsta”
- Znanstveni naziv se pri prvoj upotrebi u tekstu ili pri popisivanju više vrsta istoga roda treba pisati u punom obimu. Kasnije se može kratiti korištenjem početnog slova s točkom umjesto imena roda; npr. *Canis lupus* će biti *C. lupus*
- Iznimke su slučajevi kada je skraćeni naziv prerastao u opću upotrebu; npr. bakterija *Escherichia coli* se najčešće navodi kao *E. coli*, a *Tyrannosaurus rex* je poznatiji po nazivu *T. rex*

Binarna nomenklatura (dvojno nazivlje)

- Kratica „sp.” („spec.”) = **species indeterminabilis** – koristi se kada ne možemo odrediti vrstu, a poznato nam je o kojem se rodu organizma radi; npr. *Canis* sp. znači „vrsta roda *Canis*”.
- Kratica „spp.” (množina) zamjenjuje „više nepoznatih vrsta”.
- Kratica „cf.” = **confer** – označava sličnost s naznačenom vrstom; npr. *Corvus* cf. *splendens*
- Kratica „aff.” = **affinis** – označava da je opisani takson srodan nekoj poznatoj vrsti; npr. *Chlamys* aff. *elegans*
 - Kratice cf. i aff. umeću se između imena roda i vrste
 - Kratice se ne pišu kurzivom!
 - Imena rodova i vrsta ne smiju se sklanjati! Upotrebljavaju se samo u nominativu.

Primjeri nazivlja u paleontologiji

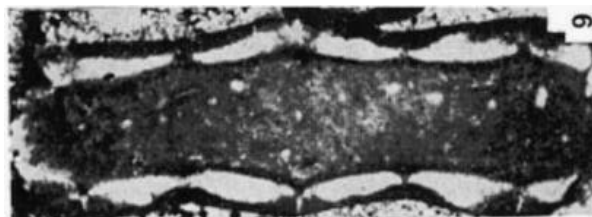
- Imena vrste prema npr.:
 - obliku ili veličini organizma
 - načinu života
 - lokaciji nalazišta
 - imenima istraživača
 - izmišljenom sklopu koji se može latinizirati



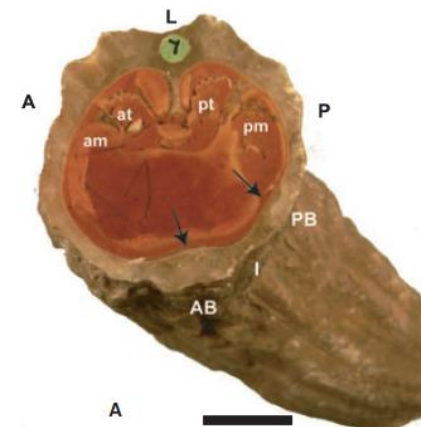
Skulptura u Podsusedu posvećena fosilnom kitu
*Mesocetus **agrami***



Permska zelena alga
*Mizzia **velebitana***, iz Grgasović
(2008)



Alga ***Velebitella** triplicana* KOCHANSKY-
DEVIDÉ, 1964;
Iz rada Sremac (2007)



Rudist ***Gorjanovicia** endrissi*, iz rada
Fenerci-Masse et al. (2011)

Određivanje vrste u paleontologiji

- Paleontolog vrstu određuje prema vanjskom izgledu – uglavnom samo na temelju **skeleta (morfološka vrsta)**, rijetko se očuva otisak mekog tkiva
- Različita mjerenja i modeli za prepoznavanje vrste na temelju biometrije skeleta
- Potrebno je objaviti novi nalaz – znanstveni rad s propisanim pravilima
- **HOLOTIP** – čuvani tipski primjerak vrste na kojem se osobito dobro vide svojstva (uz crtež ili fotografiju)
- LEKTOTIP – određuje se za vrste kojima autor nije izabrao holotip
- NEOTIP – određuje se u slučaju da se uništi holotip
- HOMONIMIJA – kronološka lista radova gdje se pojavljuje vrsta koju opisujemo

Homonimija

Kronološki napravljena lista radova u kojima se opisuje određena vrsta

Gastropods

Genus *Natiria* de Koninck, 1881

Type species: *Natiria lyrata* Phillips, 1836 by monotypy
(de Koninck, 1881, p. 5)

?*Natiria costata* (Münster, 1841)

Fig. 8A, B

- *1841 *Naticella costata* sp. n. – Münster: p. 101, pl. 10, fig. 14.
- 1892 *Naticella costata* Münster – Kittl, p. 67.
- 1967 *Naticella costata* Münster – Leonardi, pl. 20, figs 15–16.
- 1985 *Natiria costata* (Münster) – Neri and Posenato, p. 91.
- 2002 *Natiria costata* (Münster) – Hips and Pelikán, p. 356, fig. 8A.
- 2005 *Natiria costata* (Münster) – Nützel, p. 440, fig. 6.

Type locality: Most likely Gröneshof, South Tirol, Italy; Werfen Formation, Olenekian, Early Triassic (compare Kittl, 1892: 67).

Material: Single rock piece, composed of gastropod coquina from Studorski preval. The association is monospecific, the shells are recrystallized and mostly weathered out from the visible surfaces. Sample BJ 2480.

Remarks: In spite of the mass occurrences of this gastropod in the Werfen Formation, its taxonomic – both generic and specific – status remains unclear. The type species of *Natiria* was described from the Viséan (Lower Carboniferous) of Yorkshire (Phillips, 1836), while the species *Natiria costata* was defined by Münster (1841) in a monograph on gastropods from the Camian (Upper

Triassic) St. Cassian Formation. It seems, however, that the type series of *N. costata* came from a locality of the Werfen Formation, rather than of the Cassian Fm. Kittl (1892, p. 67) suggested that the material of Münster (1841) could have come from an outcrop of the Werfen Fm at Gröneshof, where it occurs abundantly. Taking into account approximately 100 million years and the P-T extinction event between the occurrences of *N. lyrata* and *N. costata*, it is doubtful that both forms are congeneric (see also discussion in Yin and Yochelson, 1983, p. 523). Unfortunately, despite the ubiquity of the material from the Lower Triassic, no protoconch of *N. costata* has been discovered yet.

The material recovered at Studorski preval is poorly preserved and does not contribute any new morphological information to the existing descriptions. In fact the identification itself is poorly constituted and only conditional, on the basis of gross shell morphology. Nevertheless, no other gastropod of this morphology and size is known from the Werfen Formation and therefore the identification seems to be plausible and it is yet another piece of data, confirming the wide distribution of this gastropod in the Early Triassic Tethys.

Stratigraphic and geographic occurrence: *Natiria costata* along with *Werfenella rectecostata* are the most typical gastropods of the Early Triassic Werfen Formation (e.g. Nützel, 2005). These two species occur in Europe, coinciding roughly with outcrops of the upper Werfen Formation or its equivalents. Occurrences include in Italy (e.g., Leonardi, 1967; Neri and Posenato, 1985, Nützel, 2005), Hungary (Broglia Loriga, 1990; Hips and Pelikán, 2002), Austria (Diener, 1926; Kutassy, 1940), Croatia (Prj-Šimić, 2006), and Slovenia (Pavšič, 2003; this paper). Recently, poorly preserved *Natiria* cf. *costata* has also been reported from the Spathian of Utah, USA (Hofmann *et al.*, 2013a, b).

Sistematika i taksonomija

Taksonomija

- bavi se identifikacijom, klasifikacijom i nomenklaturom živućih (recentnih), ali i fosilnih organizama
- Vrsta kao osnovna taksonomska kategorija
- Takson = grupa organizama

Sistematika

- proučava raznolikost organizama i njihovu međusobnu povezanost
- svrstava organizme u odgovarajuće srodstvene skupine na temelju srodstva

Filogenija

- evolucijska povijest skupina organizama koju dobivamo kroz sistematiku

„Sistematika je danas zapravo taksonomija temeljena na filogenetskoj srodnosti organizama, koja je odraz njihova razvoja (evolucije) od zajedničkih predaka.”

Sistematika i taksonomija

Karl Alfred von Zittel (19. st.)

- njemački paleontolog
- začetnik paleontološke sistematike –
klasificirao dotad poznate vrste prema
uzoru na zoološki sustav

TAKSONOMIJA FOSILA

- Grupiranje s organizmima s kojima
određeni nalaz dijeli slične osobine
- Identifikacija, na temelju prepoznatih
karakteristika
- Imenovanje, prema nomenklaturenim
pravilima



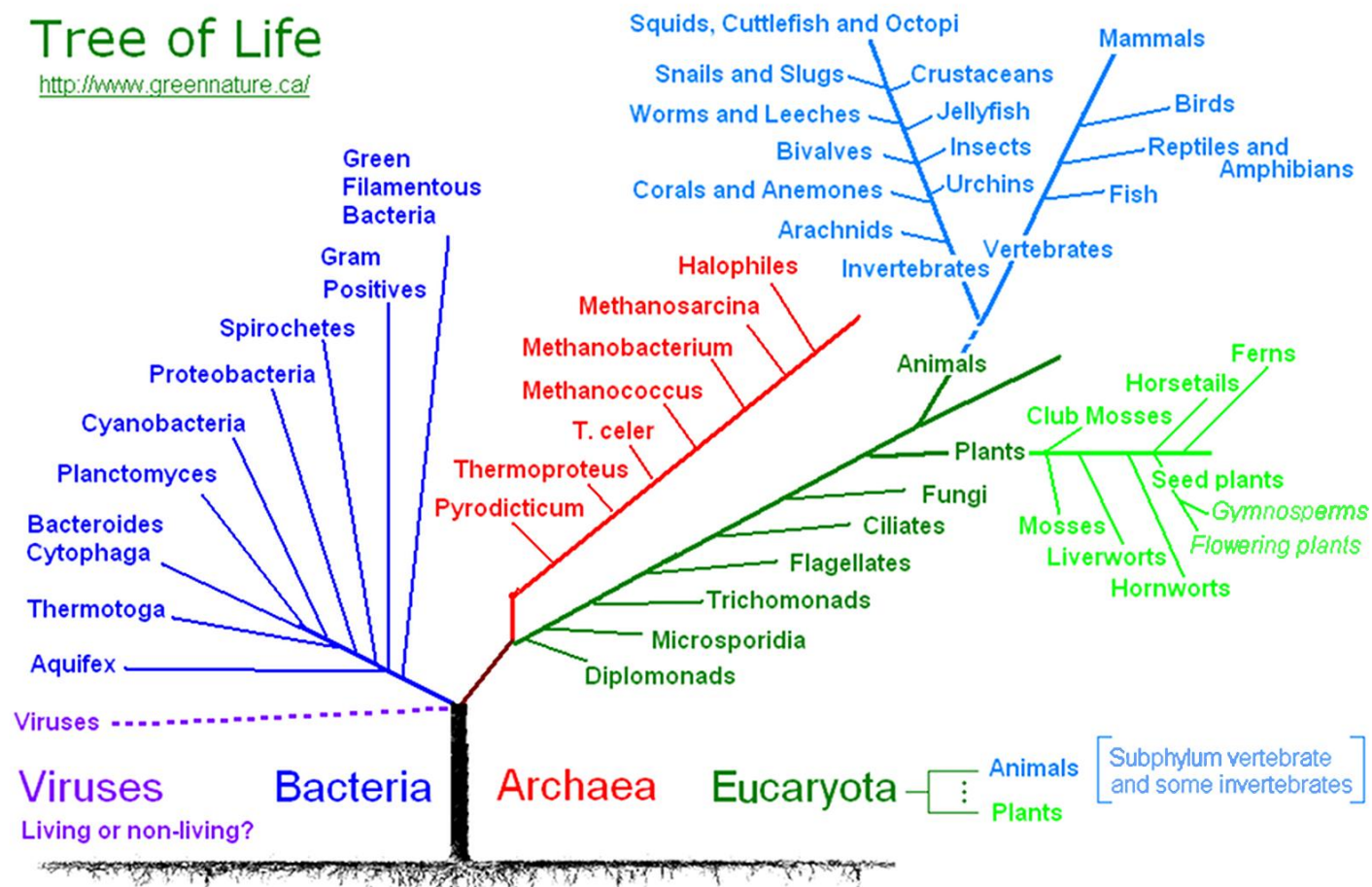
<https://cdn.britannica.com/79/134779-050-88B6C7C7/Karl-Alfred-Ritter-von-Zittel-1901.jpg>

Hijerarhijska klasifikacija – svojte, taksoni

- Srodni organizmi svrstavaju se u sistematske, odnosno taksonomske jedinice (*taksone* ili *svojte*), koje su u hijerarhijskom sustavu
- Vrste se razvrstavaju u **više taksonomske jedinice**, od kojih su u prirodnom sustavu glavne:
 - DOMENA – SUPERREGNUM (Eukariota)
 - CARSTVO – **REGNUM** (Animalia)
 - KOLJENO (kod životinja, za biljke ODJELJAK) – **PHYLUM** (Mollusca; Chordata)
 - RAZRED – **CLASSIS** (Gastropoda; Mammalia)
 - RED – **ORDO** (Pulmonata; Primates)
 - PORODICA – **FAMILIA** (Lymnaeidae; Hominidae)
 - ROD – **GENUS** (*Radix*; *Homo*)
 - VRSTA – **SPECIES** (npr. *Radix croatica*; *Homo sapiens*)

Tree of Life

<http://www.greennature.ca/>



Six Kingdoms

<http://www.greennature.ca/>

Eubacteria	Archaeobacteria	Protista	Fungi	Plantae	Animalia
------------	-----------------	----------	-------	---------	----------

Five Kingdoms

Monera	Protista	Fungi	Plantae	Animalia
--------	----------	-------	---------	----------

Three Domains

Bacteria	Archaea	Eukaryota
----------	---------	-----------

Six Kingdoms

<http://www.greennature.ca/>

Eubacteria	Archaeobacteria	Protista	Fungi	Plantae	Animalia
------------	-----------------	----------	-------	---------	----------

Five Kingdoms

Monera	Protista	Fungi	Plantae	Animalia
--------	----------	-------	---------	----------

Three Domains

Bacteria	Archaea	Eukaryota
----------	---------	-----------

Haeckel (1894)
Tri carstva

Whittaker (1959)
Pet carstava

Woese (1977)
Šest carstava

Woese (1990)
Tri Domene

<u>Protista</u>	<u>Monera</u>	<u>Eubacteria</u>	<u>Bacteria</u>
		<u>Archaeobacteria</u>	<u>Archaea</u>
	<u>Protista</u>	<u>Protista</u>	<u>Eukarya</u>
<u>Plantae</u>	<u>Fungi</u>	<u>Fungi</u>	
	<u>Plantae</u>	<u>Plantae</u>	
<u>Animalia</u>	<u>Animalia</u>	<u>Animalia</u>	

[https://hr.wikipedia.org/wiki/Carstvo_\(taksonomija\)](https://hr.wikipedia.org/wiki/Carstvo_(taksonomija))

PROTISTI → PROTOKTISTI

- Praživotinje, zeleni bičaći, svijetleći bičaći
- Alge kremenjašice, zelene, smeđe i crvene alge
- Gljive sluznjače

Domene, carstva i podjele...

Linnaeus 1735	Haeckel 1866	Chatton 1925	Copeland 1938	Whittaker 1969	Woese <i>et al.</i> 1977	Woese <i>et al.</i> 1990	Cavalier-Smith 1993	Cavalier-Smith 1998	Ruggiero <i>et al.</i> 2015
(not treated)	(not treated)	2 empires	2 empires	2 empires	2 empires	3 domains	3 superkingdoms	2 empires	2 superkingdoms
2 kingdoms	3 kingdoms	(not treated)	4 kingdoms	5 kingdoms	6 kingdoms	(not treated)	8 kingdoms	6 kingdoms	7 kingdoms
(not treated)	Protista	Prokaryota	Monera	Monera	Eubacteria	Bacteria	Eubacteria	Bacteria	Bacteria
					Archaeobacteria	Archaea	Archaeobacteria	Bacteria	Archaea
		Eukaryota	Protista	Protista	Protista	Eucarya	Archezoa	Protozoa	Protozoa
							Protozoa	Chromista	Chromista
Vegetabilia	Plantae		Plantae	Plantae	Plantae		Plantae	Plantae	Plantae
				Fungi	Fungi		Fungi	Fungi	Fungi
Animalia	Animalia		Animalia	Animalia	Animalia		Animalia	Animalia	Animalia

[https://en.wikipedia.org/wiki/Kingdom_\(biology\)#Seven_kingdoms](https://en.wikipedia.org/wiki/Kingdom_(biology)#Seven_kingdoms)

PROTISTI → PROTOKTISTI

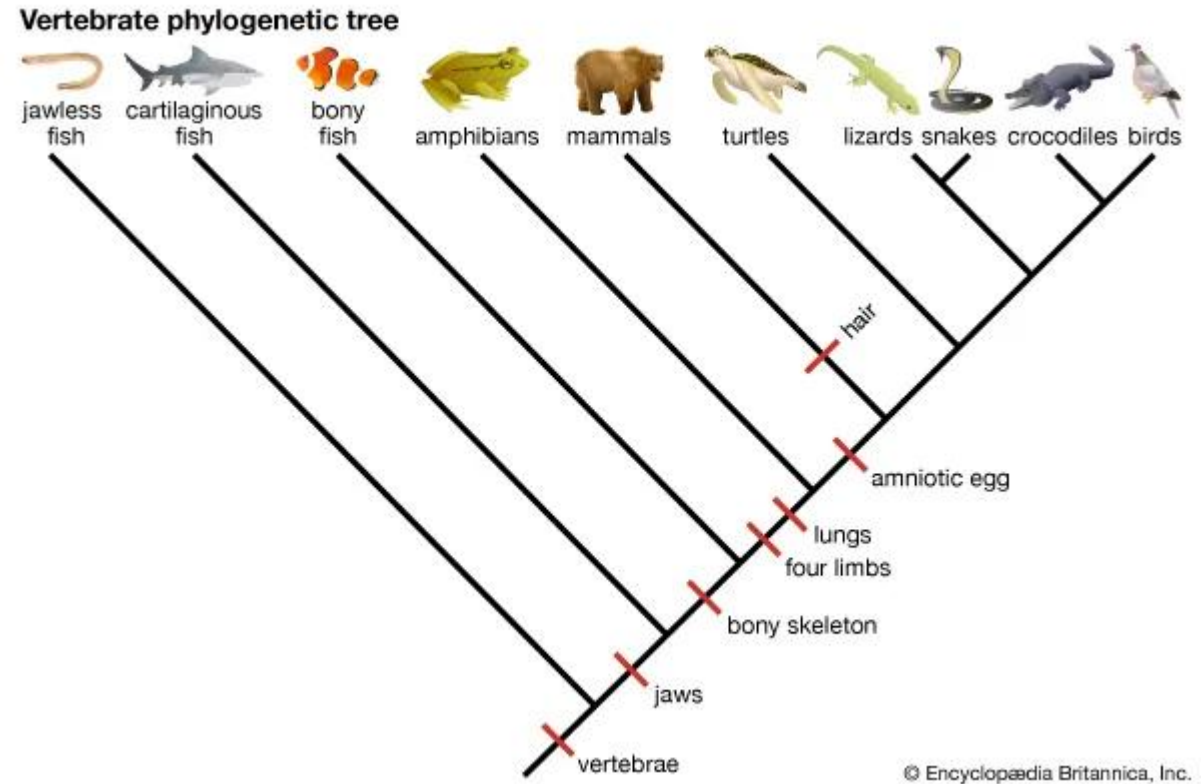
- Praživotinje, zeleni bičaći, svijetleći bičaći
- Alge kremenjašice, zelene, smeđe i crvene alge
- Gljive sluznjače

Umjetna sistematika

- Umjetne sistematske kategorije kada ne možemo svrstati fosilne ostatke u prirodni sustav
- Koristi se kod određivanja biljaka i dijelova biljaka (polen, spore – palinologija)
- Kod određivanja vrsta ihnofosila (*Ichnospecies*) - skup međusobno sličnih načina ponašanja sličnih ili različitih organizama koja su rezultirala sličnim ihnostrukturama; npr. *Ophiomorpha rudis* (KSIAŹKIEWICZ, 1977); *Ophiomorpha* *isp.*
 - CARSTVO – *REGNUM*
 - TIP ORGANIZACIJE/STABLO – *PHYLUM*
 - ODJELJAK/KOLJENO – *DIVISIO/CLADUS* – (*Anteturma*)
 - RAZRED – *CLASSIS* – (*Turma*)
 - RED – *ORDO* – (*Subturma*)
 - PORODICA – *FAMILIA* – (*Infraturma*)
 - ROD – *GENUS* – (*Form genus*)
 - VRSTA – *SPECIES* – (*Form species*)
 - PODVRSTA – *SUBSPECIES*

Filogenija

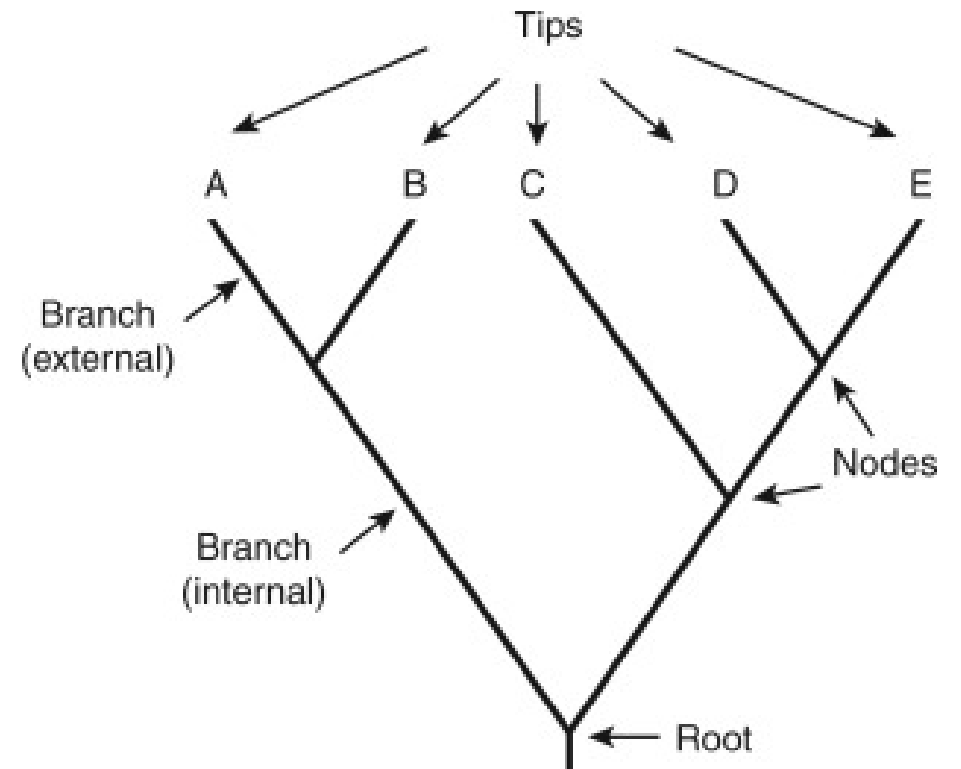
- Filogenija opisuje odnose među organizama, omogućava njihovu klasifikaciju te prikazuje evolucijski slijed organizama...
- Filogenetsko ili evolucijsko stablo (**kladogram**) – grafički prikaz evolucijske povijesti i odnosa organizama i svojstava koje stječu od zajedničkog pretka



Specifično svojstvo koje ima pojedina grupa životinja; npr. gušteri imaju čeljust, koštani skelet, pluća, četiri noge/uda, amniotsko jaje, ali nemaju perje ili dlaku

Filogenija

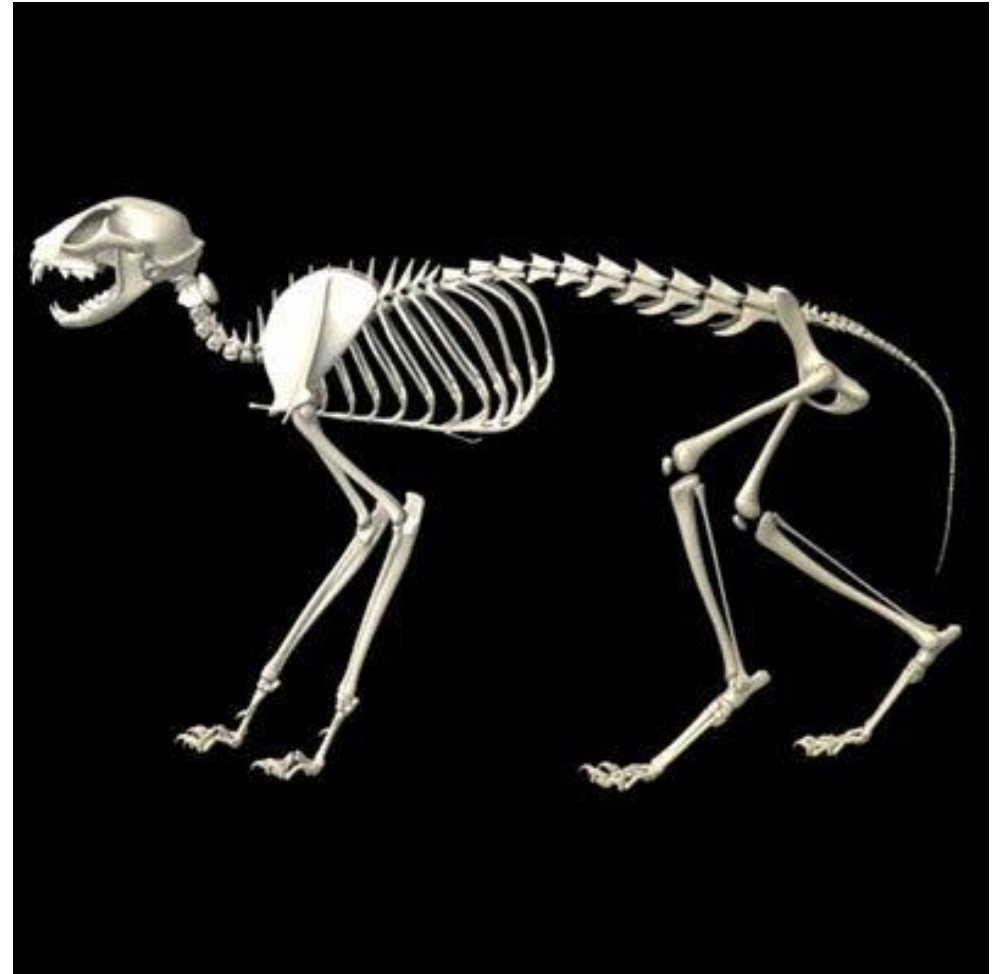
- Vršni dijelovi (*tips*) mogu biti vrste, populacije ili čak jedinke, a može se radi o živućim ili izumrlim skupinama organizama. Nalaze se na pojedinim granama.
- Grane (*branch*) predstavljaju trajanje određene skupine kroz vrijeme, i mogu sadržavati više vršnih dijelova
- Grane se međusobno povezuju na čvorovima (*nodes*), koje predstavljaju zadnjeg poznatog pretka
- Dio grane koji povezuje vršni dio (*tips*) sa čvorom je vanjska grana (*external branch*), a dio grane koji povezuje dva čvora je unutarnja grana (*internal branch*)
- Nakon čvora nastavlja se evolucija kojom se odvojeno razvijaju različiti oblici, a izgled stabla i njegovo grananje pokazuje izmjene kroz vrijeme



Vrsta u paleontologiji

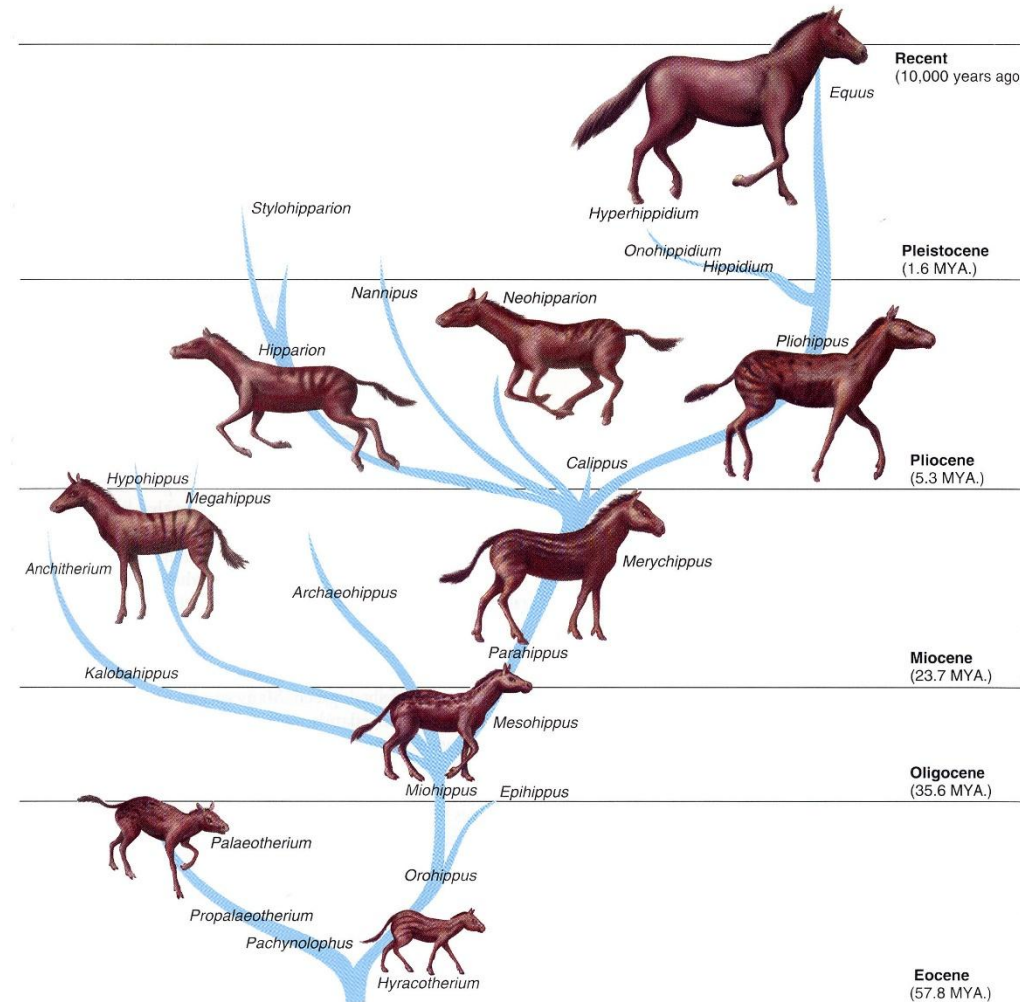
Definicija vrste u [paleontologiji](#) zasniva se na:

- Morfologiji i tipu skeleta



Vrsta u paleontologiji

- Vremenska dimenzija
→ ključna za paleontologa
- RAZVOJNI ili FILOGENETSKI NIZ – niz fosilnih nalaza u stijeni koji dokumentira postepen prijelaz iz jedne vrste u drugu



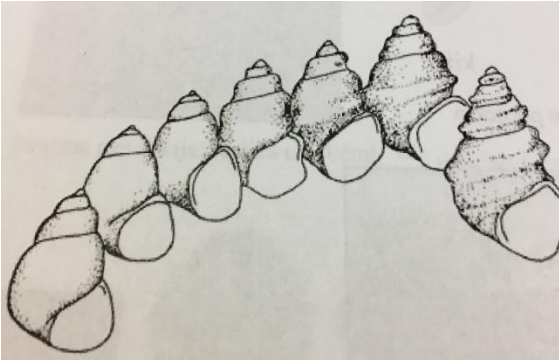
Vrsta u biologiji

- Vrsta (*species*) je osnovna taksonomska jedinica
- Definicija vrste u biologiji zasniva se na:
 - Sposobnosti jedinki da se razmnožavaju te da imaju plodno potomstvo
 - Stalnom broju i građi kromosoma za pojedinu vrstu
 - Što su manje razlike u građi DNA organizmi su srodniji
 - Karakterističnom broju i veličini stanice za vrstu
 - Karakterističnom sastavu izlučina i krvnog seruma, a osobito izgledu crvenih krvnih stanica i kristala hemoglobina
 - Karakterističnoj građi bjelančevina

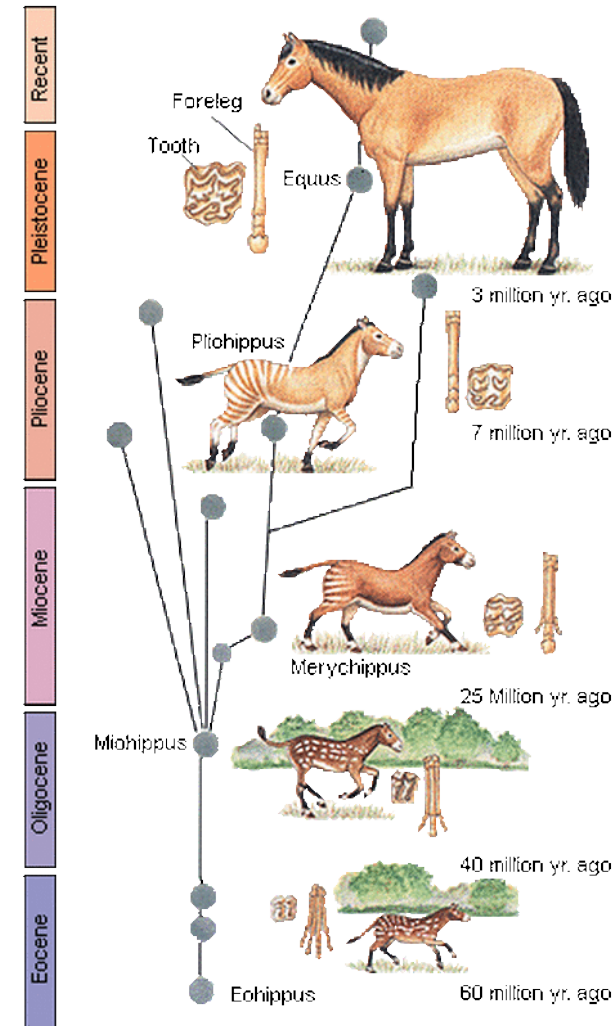
Problemi određivanja vrste u paleontologiji

Specijacija, razvojni niz

- proces postupnog nastajanja nove vrste



<http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=43538>



<https://clarkscience8.weebly.com/fossil-evidence.html>

Problemi određivanja vrste u paleontologiji

Varijabilnost oblika

- Ekološki uvjetovana
- Razlike u čvrstoći građe, veličini, boji...

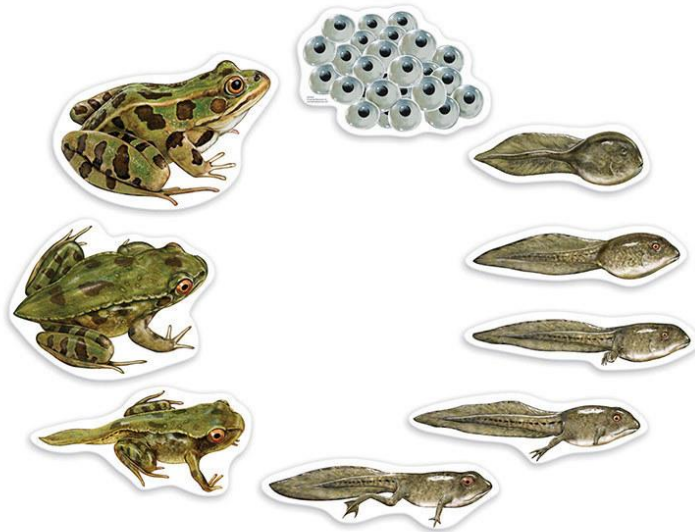


Shell color polymorphism in *Liguus fasciatus*. (From David Hillis, *Journal of Heredity*, July – August 1991.)

Problemi određivanja vrste u paleontologiji

Ontogenetske varijacije

- Promjene tijekom života organizma, od juvenilne do adultne faze



<https://www.alfa.hr/artikl/info/577cac85572b943615ac15d1#&gid=1&pid=1>



<https://nextews.com/Offa155b/>

Problemi određivanja vrste u paleontologiji

Sezonske varijacije

- Cirkadijani ritam: zahvaljujući promjenama duljine trajanja dana i noći organizam lučenjem određenih hormona zimu tretira kao duže periode noći, a ljeto kao duže periode dnevnog svjetla
- Promjene oblika, boje, krzna...
- Teško primijetiti fosilno

Problemi određivanja vrste u paleontologiji

Spolni dimorfizam

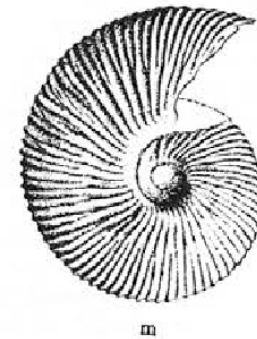
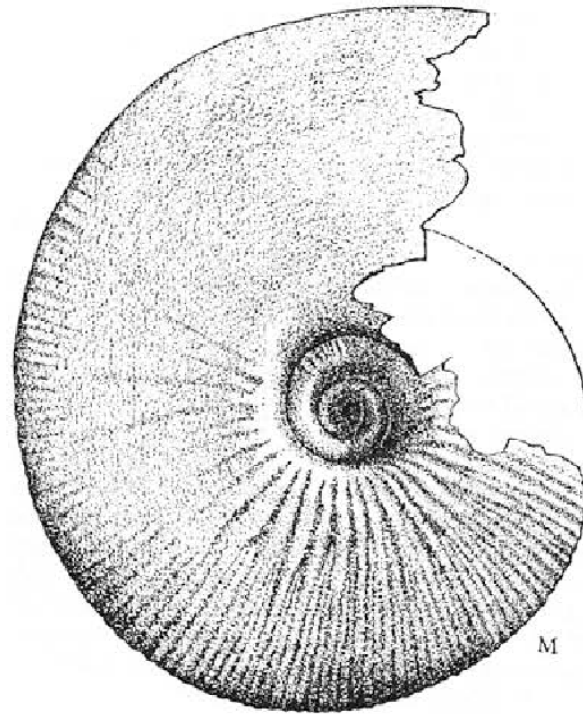
- Razlike u veličini ili ukrašavanju mužjaka i ženke



<https://definicion.de/dimorfismo/>



<https://www.expertoanimal.com/dimorfismo-sexual-definicion-curiosidades-y-ejemplos-24111.html>

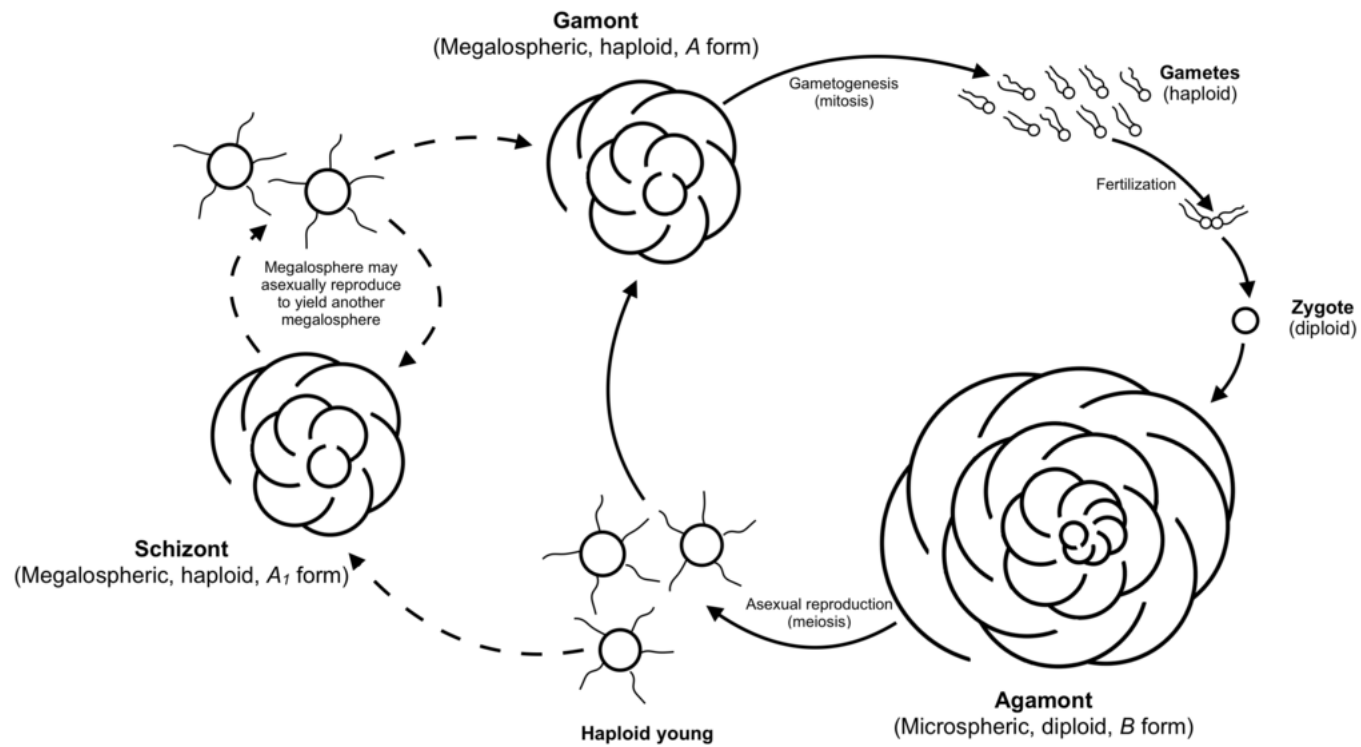


Iz: Bennet (2003)

Problemi određivanja vrste u paleontologiji

Izmjena generacija

- Foraminifere – mikro- i makrosferična generacija



Autor: Hayley Orlowski; https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/db/Foraminifera_life_cycle.png

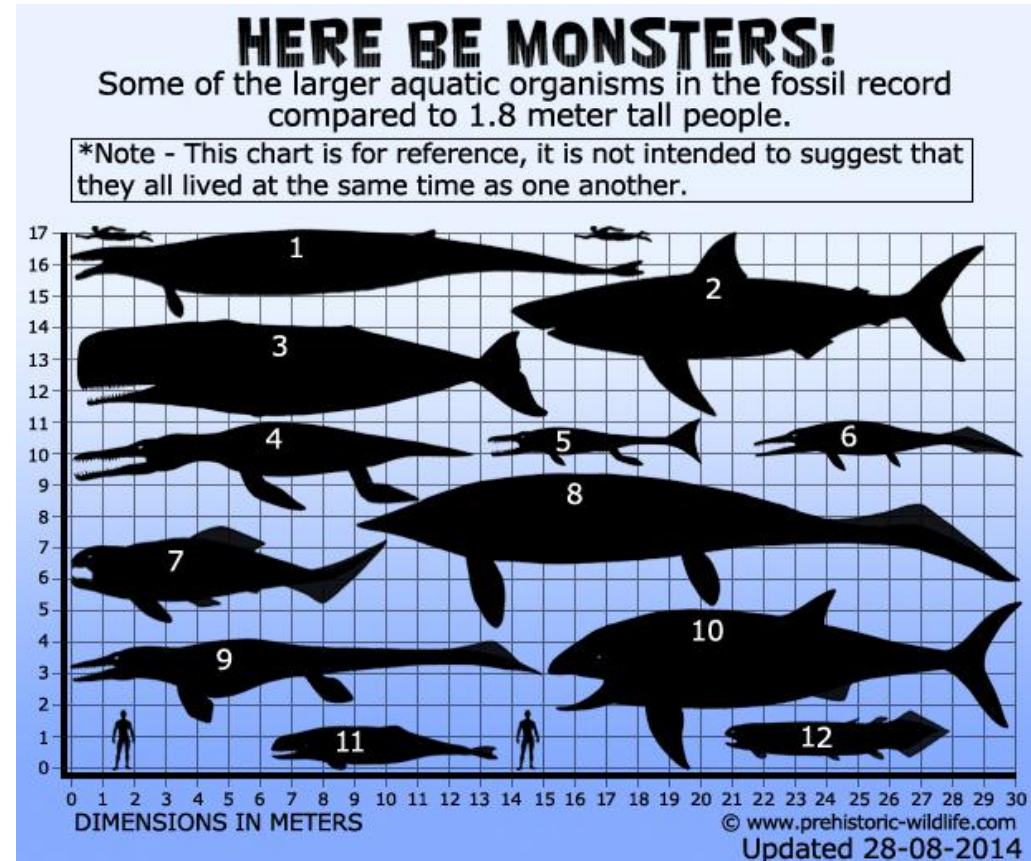
Problemi određivanja vrste u paleontologiji

Konvergencija

- Morfološka sličnost organizama koji međusobno nisu srodni zbog prilagodbe sličnim životnim uvjetima



Konvergentni organizmi: rudist, koralj i ramenonožac



1 - *Basilosaurus* (kit), 2 - *C. megalodon* (morski pas), 3 - *Livyatan melvillei* (kit), 4 - *Pliosaurus funkei* (pliosaur), 5 - *Plesiosuchus* (gmaz), 6 - *Thalattoarchon* (ihtiosaur), 7 - *Dunkleosteus* (riba oklopnjača), 8 - *Shastasaurus* (ihtiosaur), 9 - *Tylosaurus* (mosasaur), 10 - *Leedsichthys* (riba), 11 - *Brygmophyseter* (kit), 12 - *Rhizodus* (riba koštunjača). Preuzeto sa: <https://www.prehistoric-wildlife.com/species/l/leedsichthys.html>

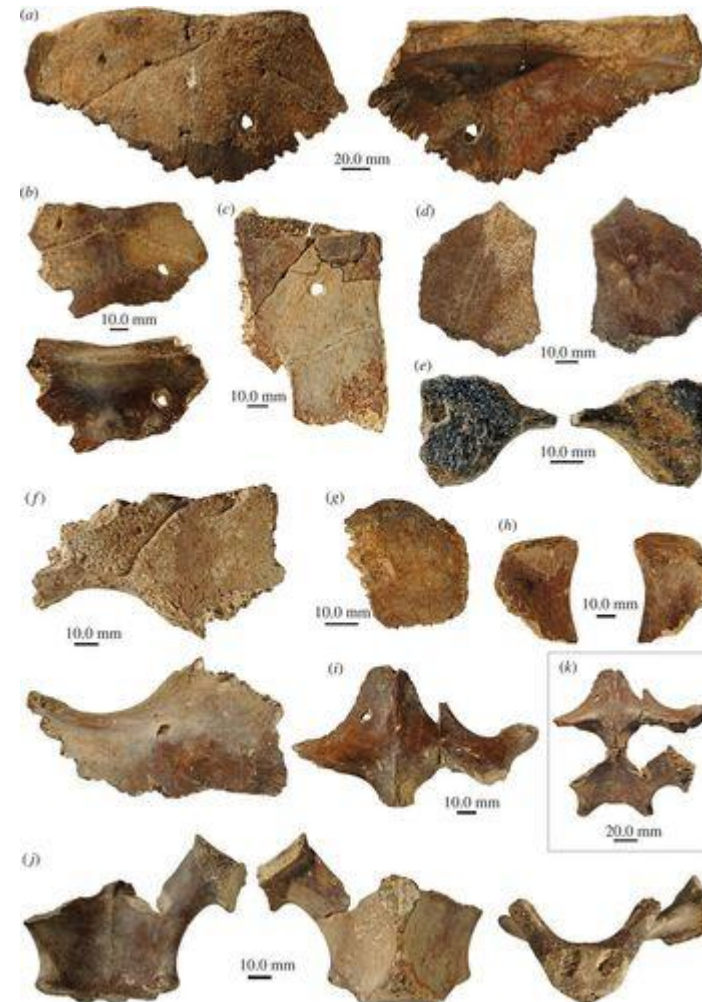
Problemi određivanja vrste u paleontologiji

Fragmentiranost fosilnih ostataka



Školjke pliocenske i pleistocenske starosti, južna Florida. Foto: Jonathan R. Hendricks

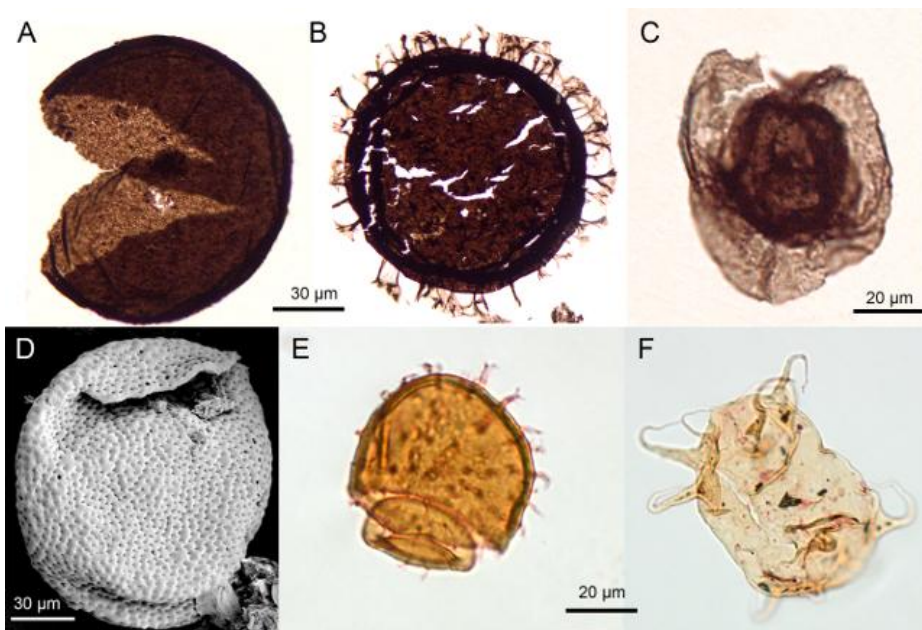
Na što nam ukazuju ovakvi ostaci?



Fragmenti kornjača, iz rada Scheyer et al. (2017)

Nepoznati oblici??

- *Problematica*
- *Incertae sedis*
- Nesiguran položaj jer ne znamo kako/gdje ih klasificirati, ili jer nema dovoljno podataka za odredbu



<https://images.app.goo.gl/cPxutK7czyBijut99>



<https://www.sciencefocus.com/nature/what-is-hallucigenia>

Svrstana u člankonošce, stonoge

Akritarhe – organski ostaci nesigurnog taksonomskog položaja, algalne ciste?

(https://www.palaeontologyonline.com/articles/2016/fossil-focus-acritarchs/?doing_wp_cron=1719230025.3007659912109375000000)