

Paleontologija vaje

Aleksander Horvat in Luka Gale

Spongia, Archaeocyatha, Cnidaria

štud. I. 2008/09

Phylum Porifera (spužve)

- mnogocelični organizmi, a sestojijo iz majhnega števila vrst celic, ki niso organizirane v tkiva, in nimajo živčevja, zato jih še nimamo za prave metazoje, temveč za **parazoje**;
 - parazoji niso predniki metazojev, temveč slepa evolucijska veja;
 - velika moč regeneracije, vendar celice ne morejo živeti samostojno;
 - sesilni bentos, filtratorji;
- Največkrat imajo pokončno vrečasto telo z osrednjo votlino (**paragaster**), ki se navzven odpira z **oskulom**; zunanja površina je perforirana z drobnimi luknjicami (**ostia**), ki vodijo v dotočne kanale in kamre, ki so obdane s celicami ovratničarkami (**hoanocite**); iz kamer vodijo odtočni kanali do paragastra;
- poleg ovratničark imajo nekatere še sploščene epitalialne celice (**pinakocite**), od katerih so nekatere perforirane (**porocite**) in lahko po potrebi zapirajo pore; skozi telo se prosto gibljejo **amebocite**, ki prenašajo hrano v druge dele spužve;
 - večina ima skelet: lahko je preprosta želatina, pri večini pa je iz roževinaste snovi (**spongin**) in/ali iz karbonatnih ali kremeničnih **spikul**; nekatere imajo poleg spikul še karbonatni skelet; arheociati so imeli le karbonaten skelet, brez spikul;

- Pri recentnih spužvah ločimo tri stopnje organizacije: **askon**, **sikon** in **levkon (ragon)**;

- 1500 rec. Rodov, 80% morskih;
- vir biogene kremenice, grebenotvorni organizmi (Cm – archeociati; Pz – stromatoporoidi; J – heksaktinelide...), bioerozija (*Cliona*);

Glede na strukturo stene ločimo 2 poddebli:
- **Gelatinosa** (zunanji epitalialni sloj leži preko želatinaste srednje plasti (mezenhim), v katerem so skleroblasti, ki izločajo spikule in kjer se gibljejo amebocite):

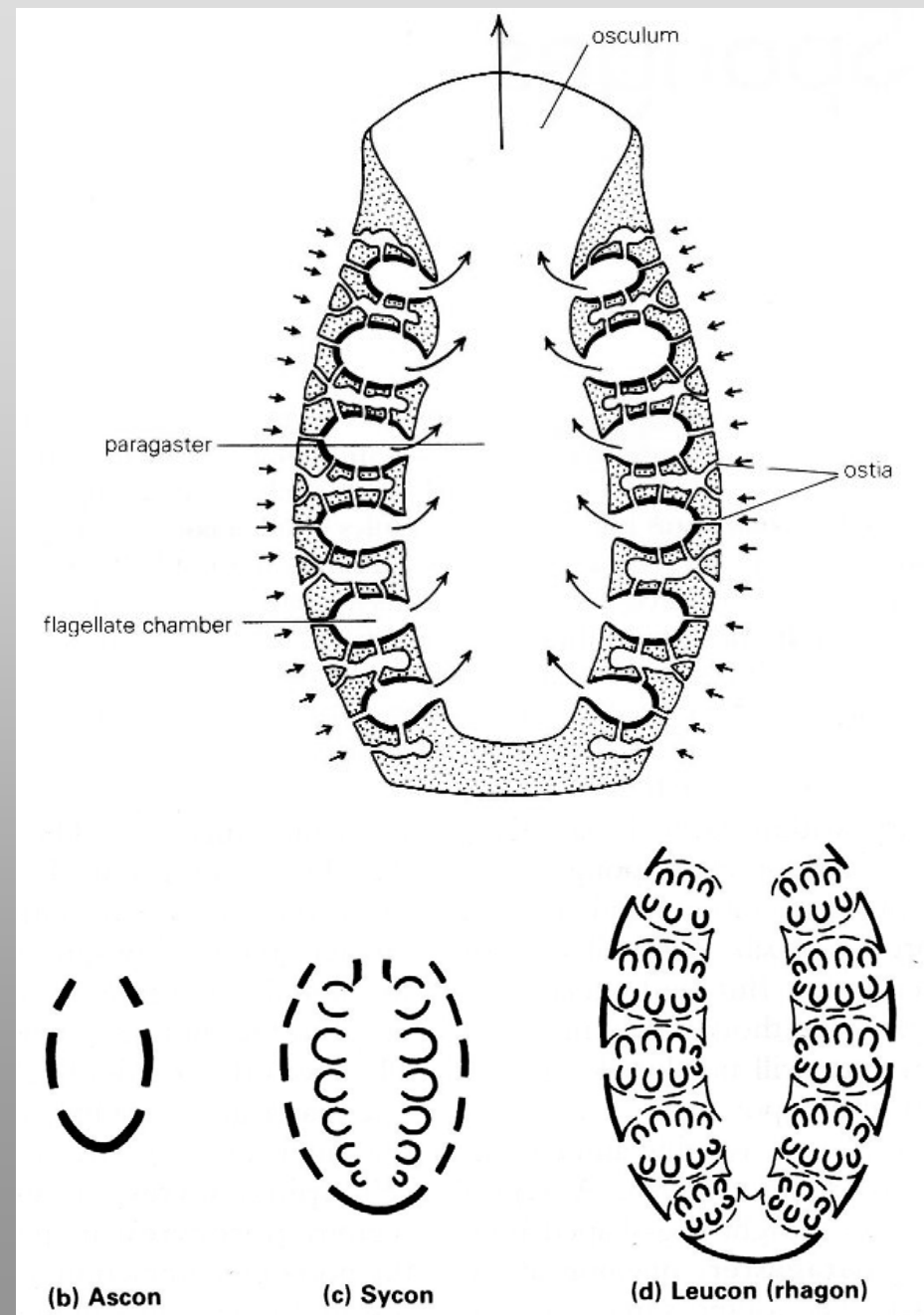
- cl. Demospongia (kremenične spikule in/ali spongin): sklerospongije, hetetide, sfinktozoji, stromatoporoidi;

- cl. Calcarea (Calcispongia) (karbonatne spikule): sfinktozoji, stromatoporoidi;

- **Nuda** (nimajo niti zunanje plasti, niti mezenima):

- cl. Hexactinellida (Hyalospongia): kremenične spikule;

- incertae sedis Archaeocyatha (karbonaten skelet): nekaj sfinktozojev in stromatoporoidov.



Mikrostruktura spongij in hidrozojev

1 kalcitne spongije, zg. trias

2 hetetide

3 *Astrosylopsis* (A) spongija z Mg-Ca
skeletom enkrustirana s hetetidami (C),
zg. trias

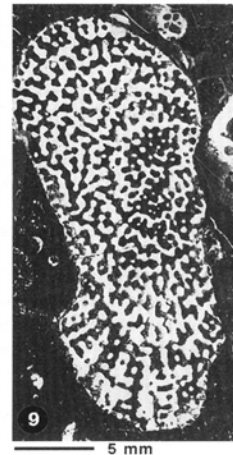
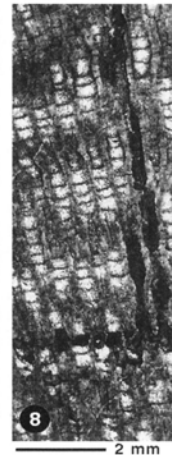
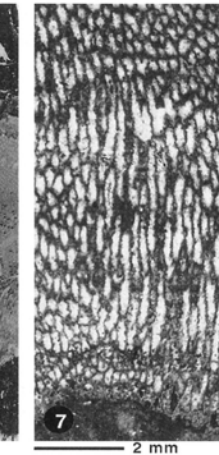
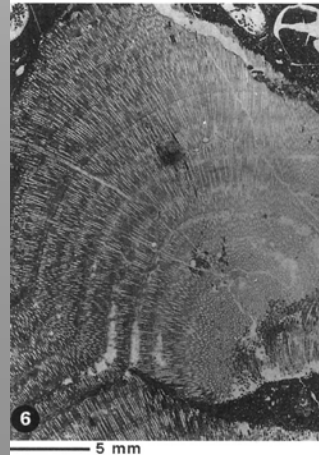
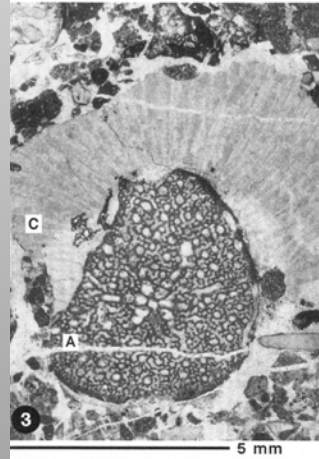
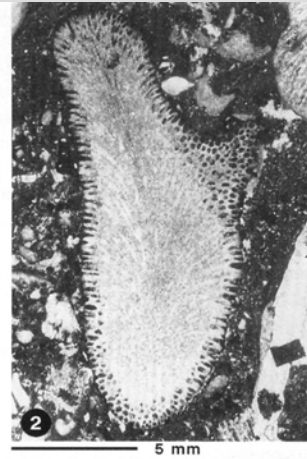
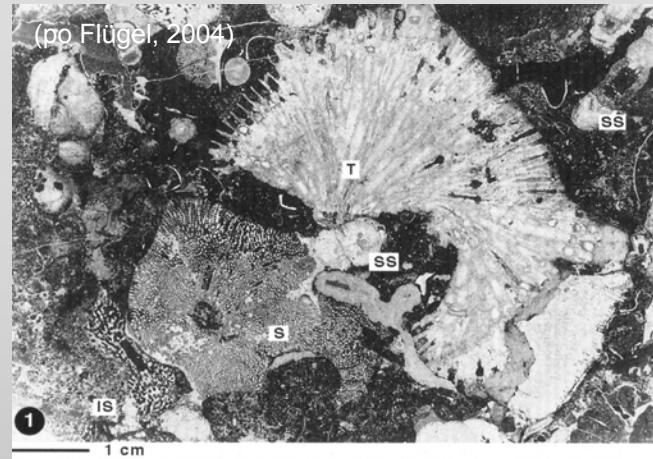
4 longitudinalni preseki hetetid, zg. trias

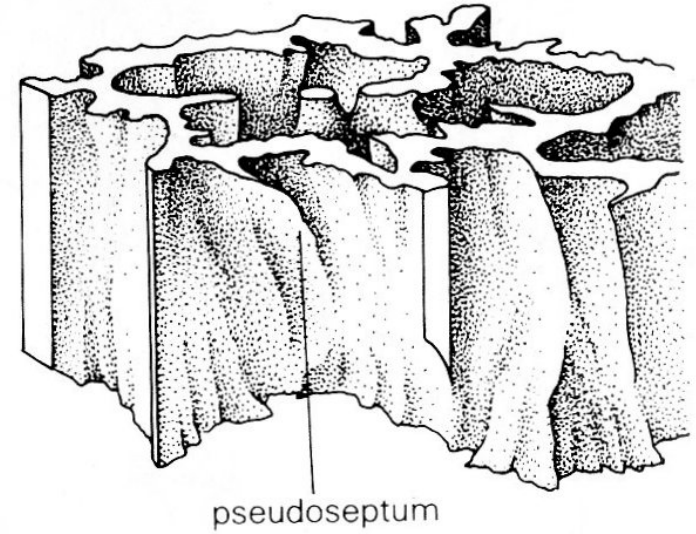
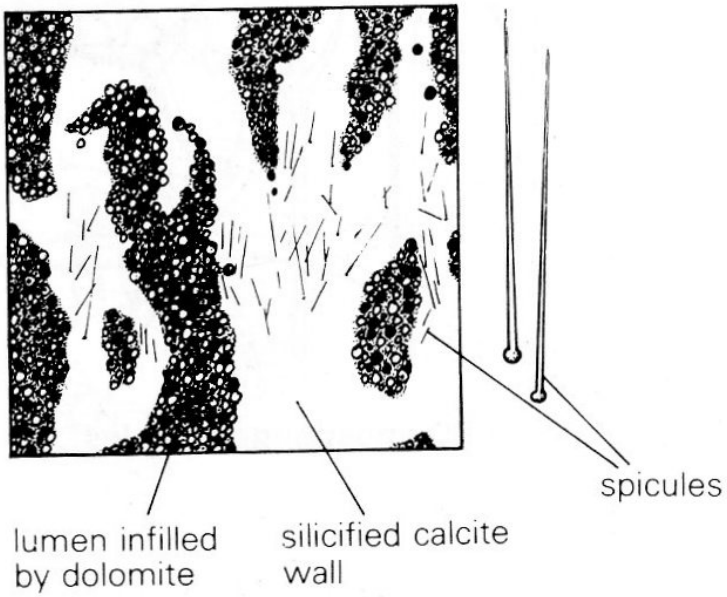
5 *Ellipsactinia* - hidrozoj, zg. jura

6, 7 *Prychochaetetes globosus* - zonarna
rast, zg. jura

8 *Neuropora* hetetidna sklerospongija
včasih uvrščena med hidrozoje, zg. jura

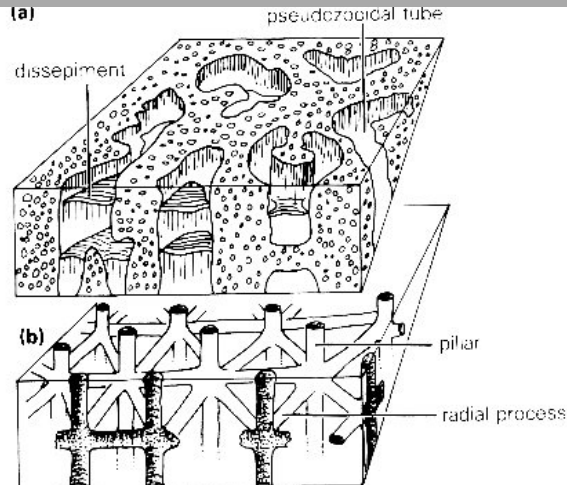
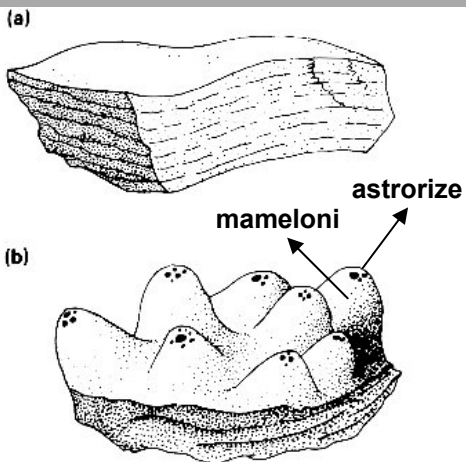
9 *Spongiomorpha ramosa*, zg. trias



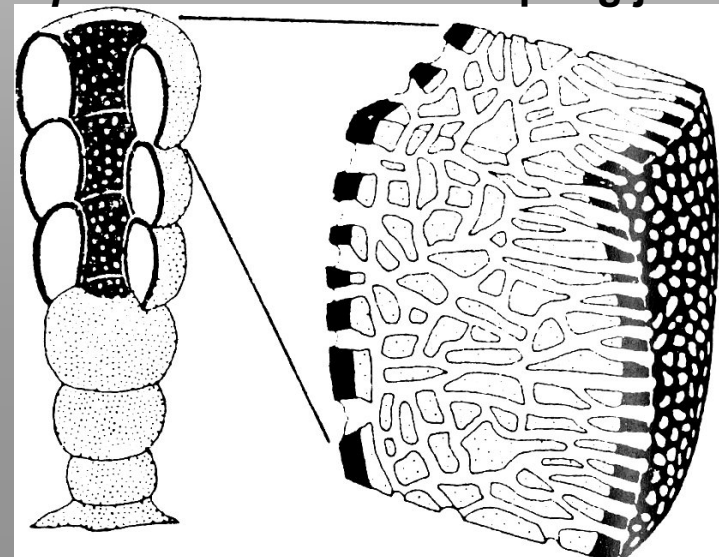


(Clarkson, 1993)

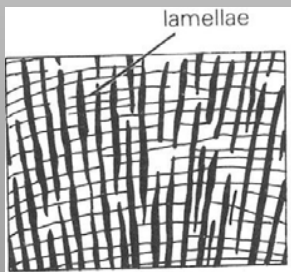
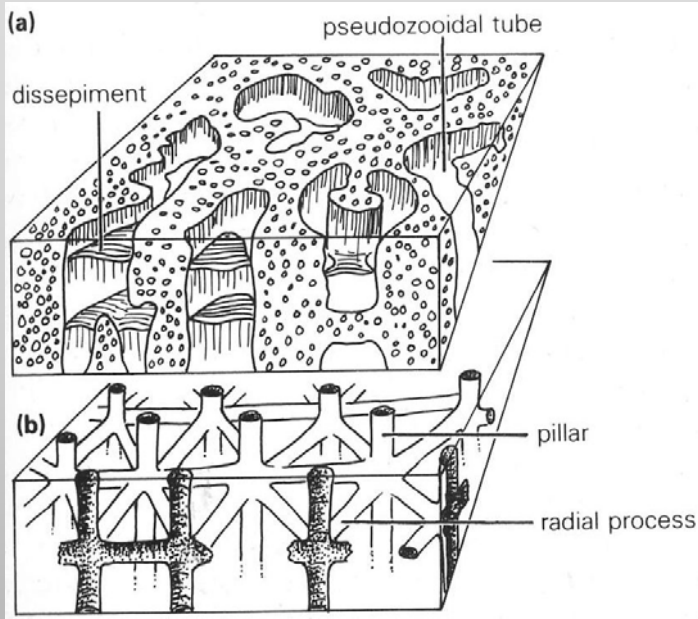
Stromatopora - masivne karbonatne plastnate strukture, ki se pojavljajo v karbonatnih sekvencah od kambrija do oligocena



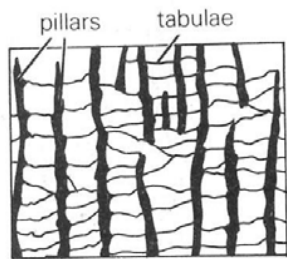
Sphinctozoa - členkaste spongije



Stromatopora - mikrostruktura



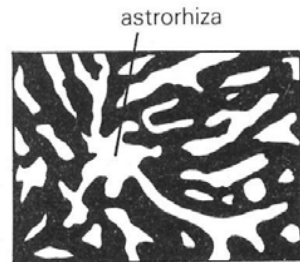
(a) *Actinostroma*



(b) *Labechia*

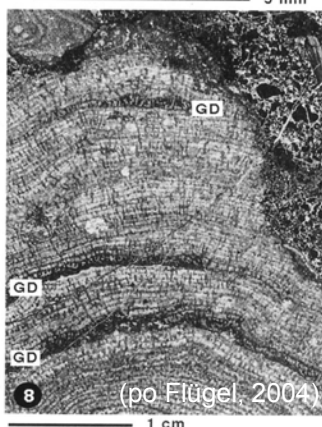
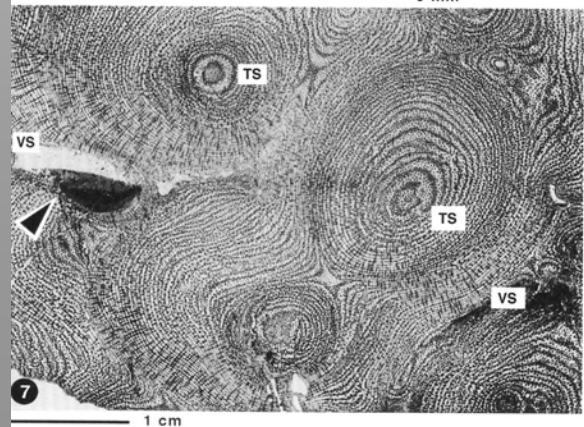
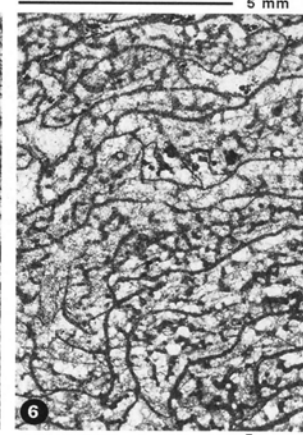
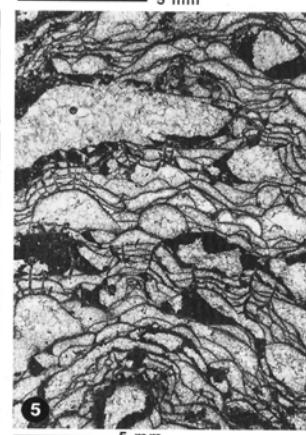
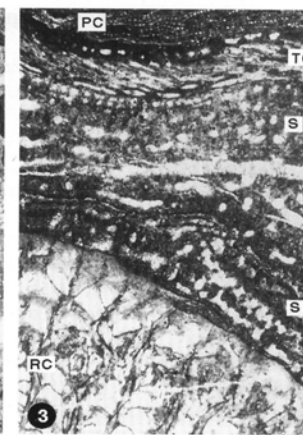
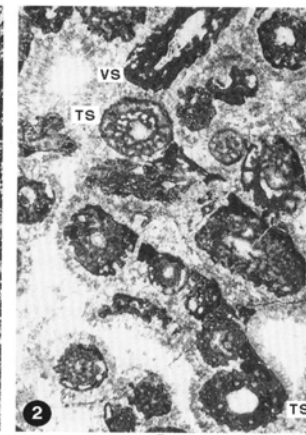
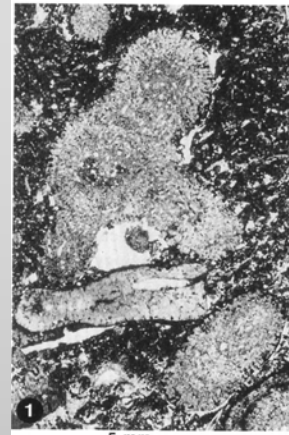


(c) *Stromatopora*



(d) *Stromatopora*

(po Clarkson, 1993)

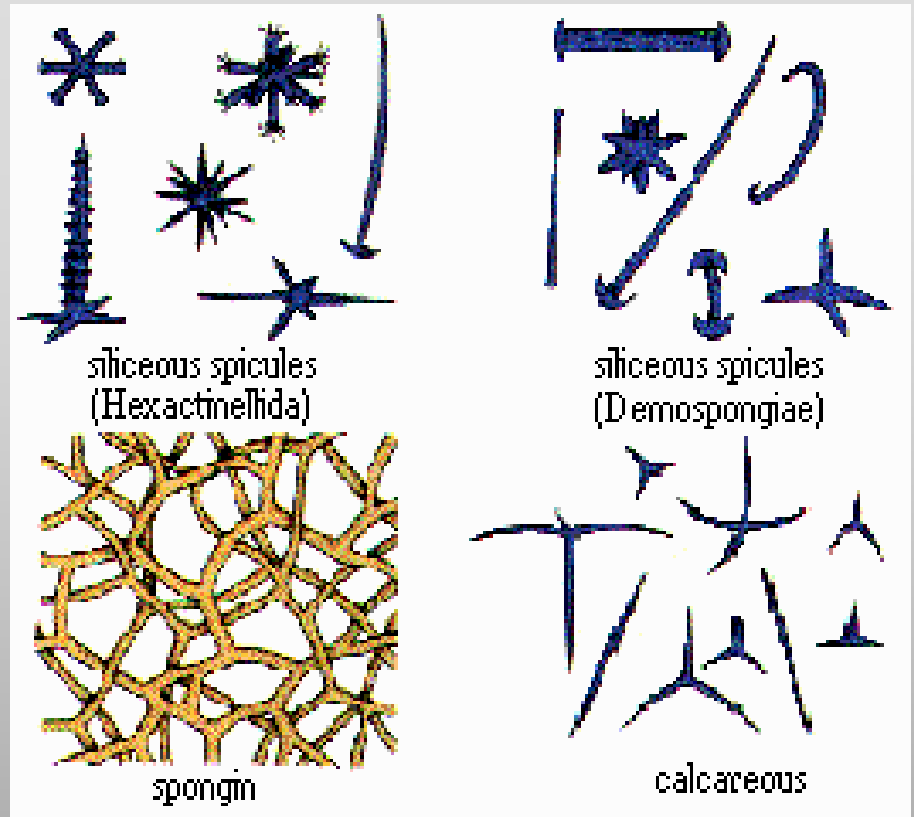


(po Flügel, 2004)

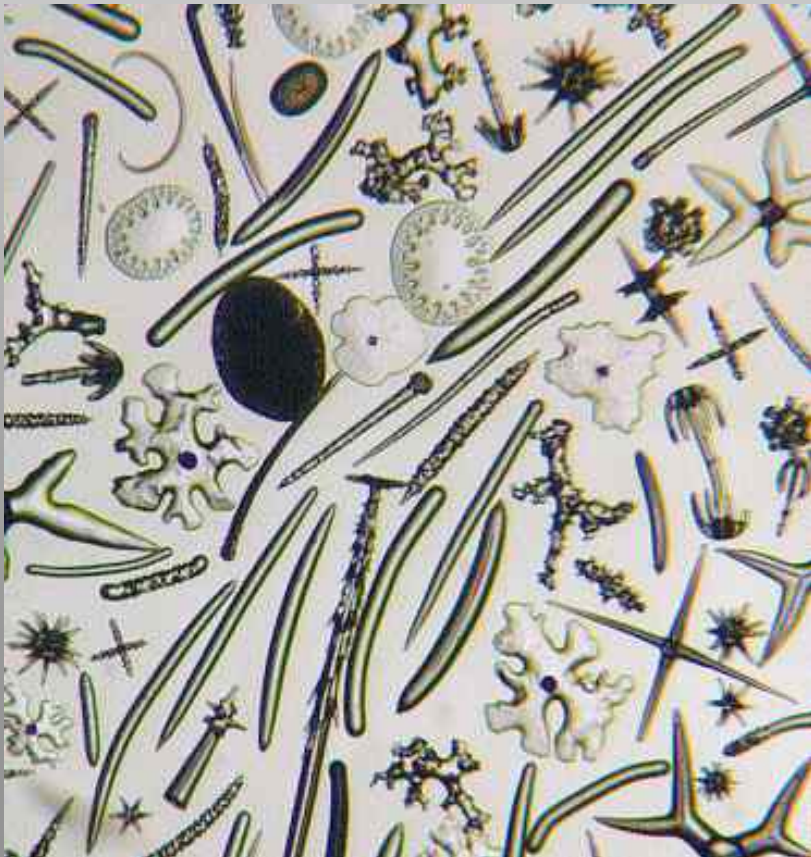
Spikule spongij

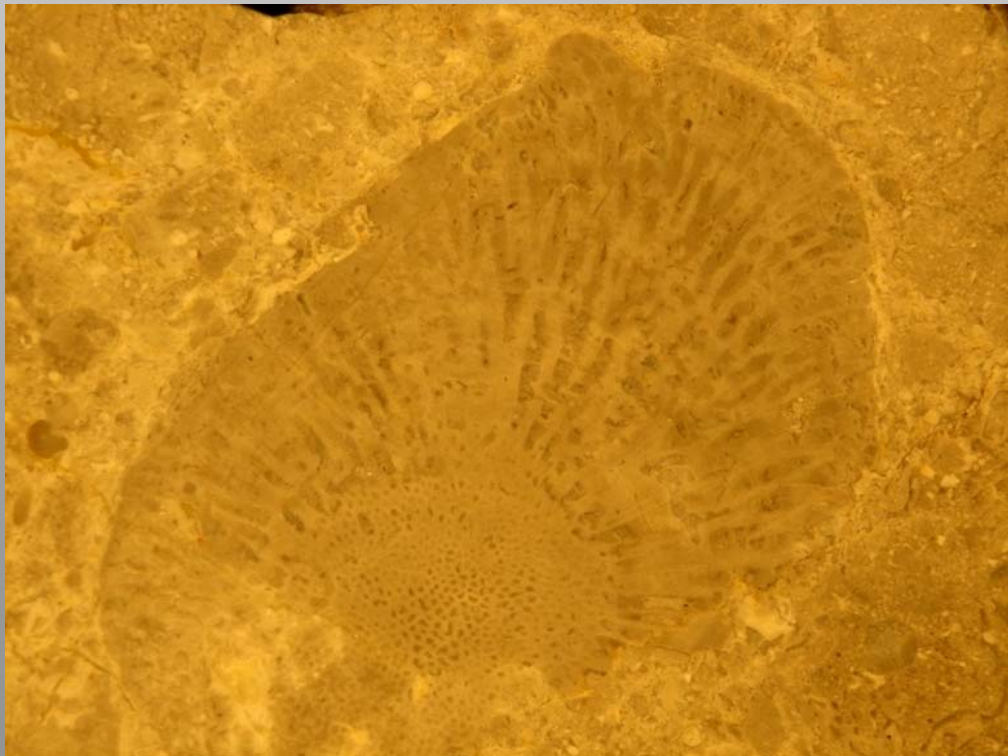
Skelet nekaterih skupin spongij pogosto sestoji samo iz mineraliziranih spikul (*Calcarea* - kalcit, *Hexactinellida* - opal).

Spikule so različnih oblik in različnih velikosti (mikrosklere in makrosklere).



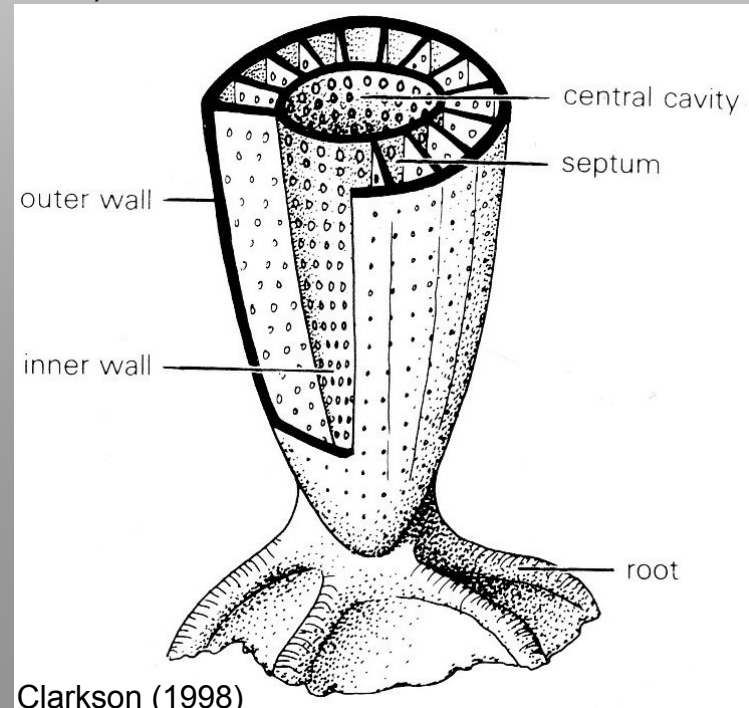
<http://oceanlink.island.net/LEYS/images/SPICULES.gif>





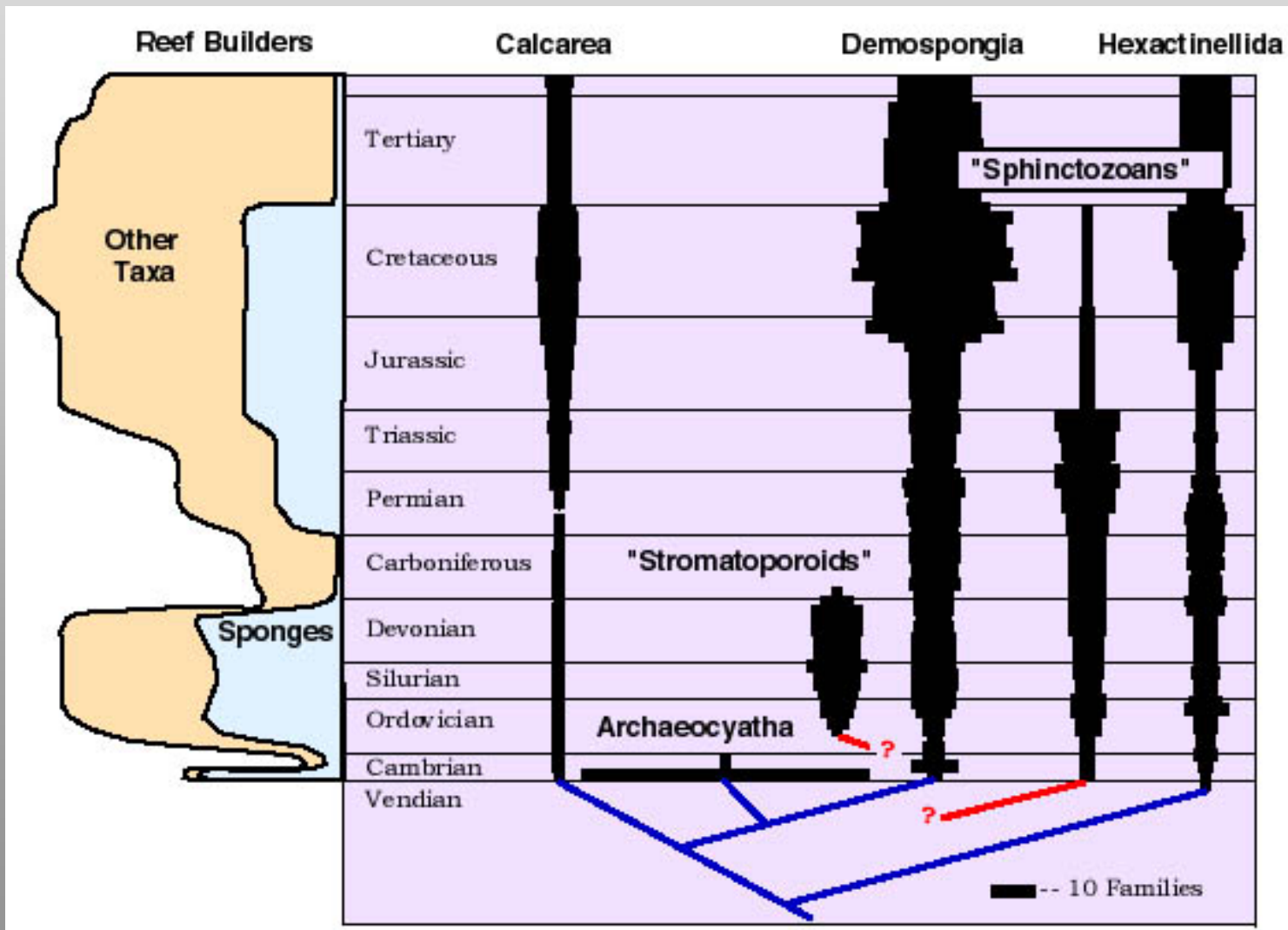
Phylum Archaeocyatha

- dva narobe obrnjena stožca, tvorita zunanjo in notranjo steno, povezana sta z vertikalnimi predelki (septa) in ločena z obročasto odprtino (intervalum); velika osrednja votlina je analogna paragastru; spodnji del čaše razširjen v bazalno ploščo in koreninami za pritrjanje;
- Pore zunanje stene so manjše od por notranje stene, septa so šibkeje perforirana;
- veliki 5 (15) cm, premer 1-2.5 cm;
- razreda Regulares in Irregulares (nepravilne pore, nepravilna oblika čaše);
- filtratorji, pomemben pasiven tok; topla morja, optimum globina 20-30 m (do 100 m); v višjeE okoljih bolj čokati;
- v Rusiji pomembni za biostratigrafijo; prvi grebenotvorni organizmi (iz sp.kambrija so znani tudi barierni grebeni z akumulirano debelino do 100 m);

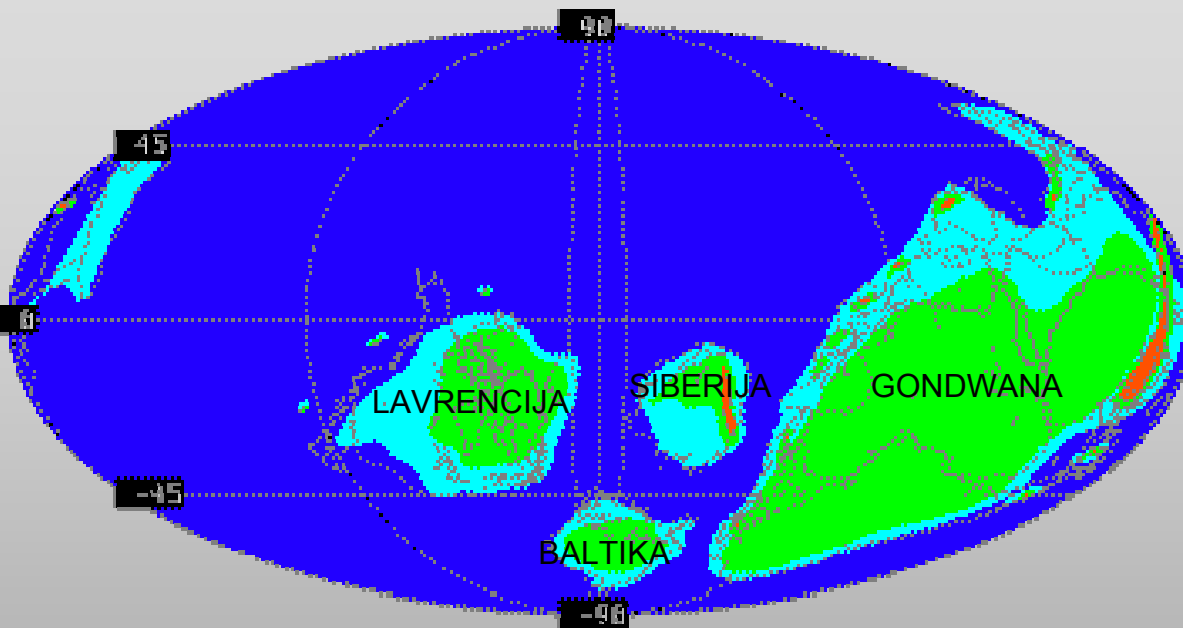


ARCHAEOCYATHA

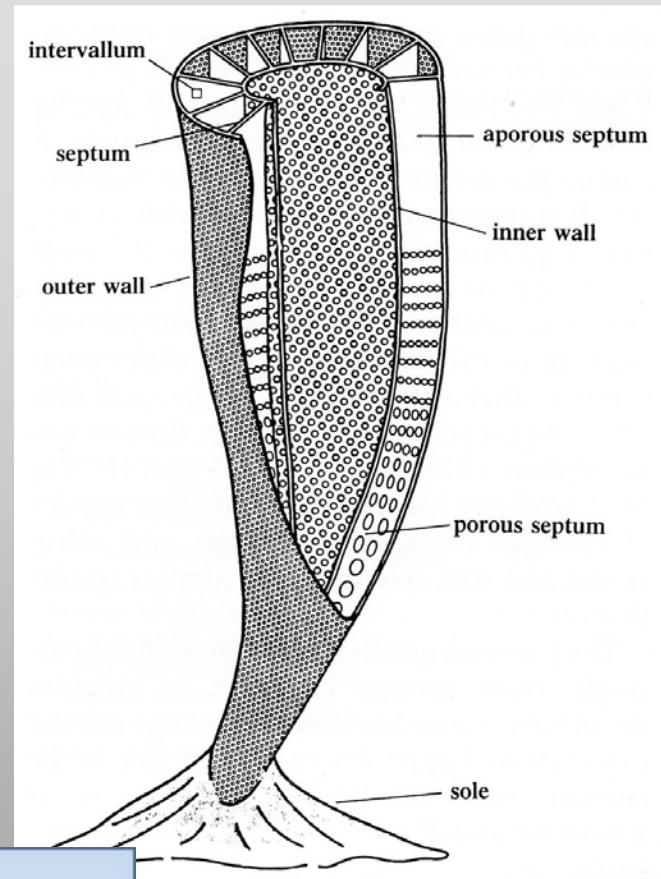
PRVI GREBENOTVORNI ORGANIZMI



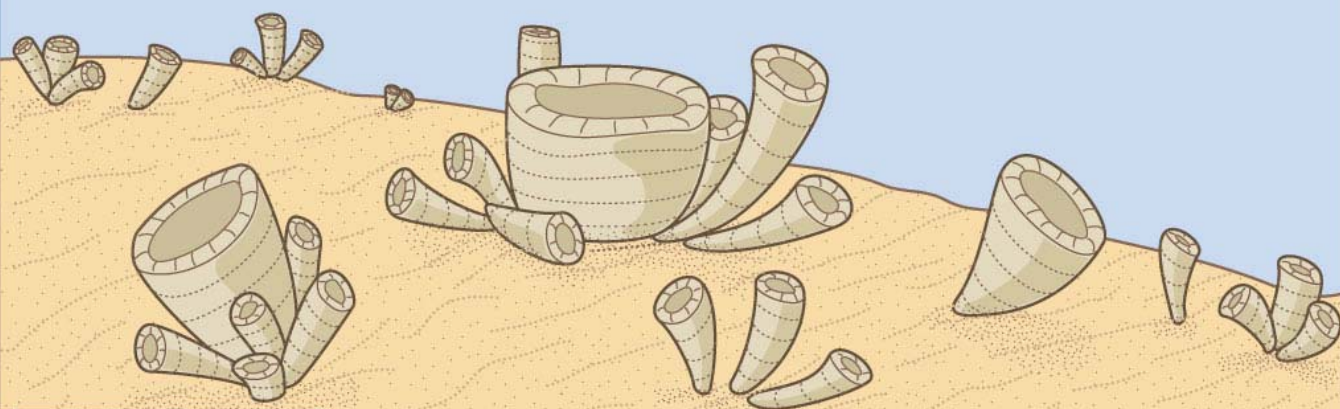
ARCHAEOCYATHA



 Razširjenost arheociatnih grebenov v kambriju.



rekonstrukcija arheociatnih grebenov

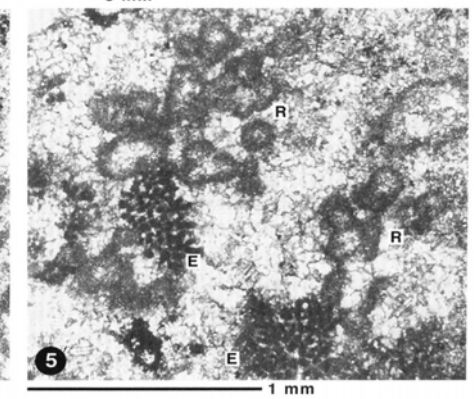
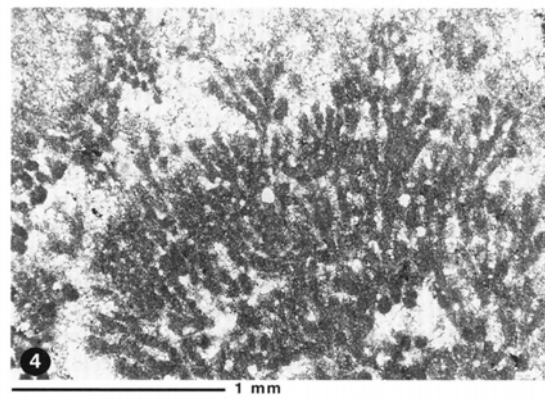
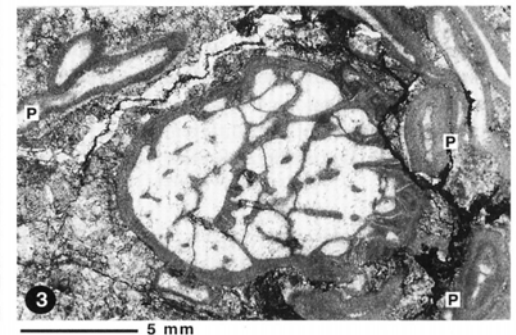
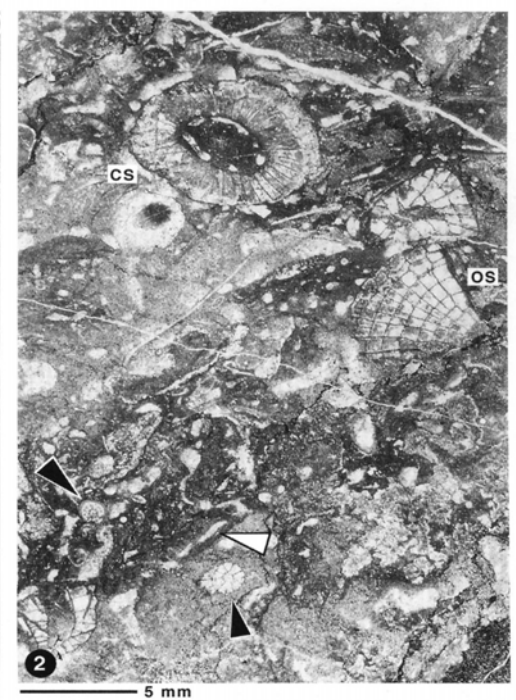


Morfologija arheociatnih skeletov

Archaeocyatha - mikrostruktura

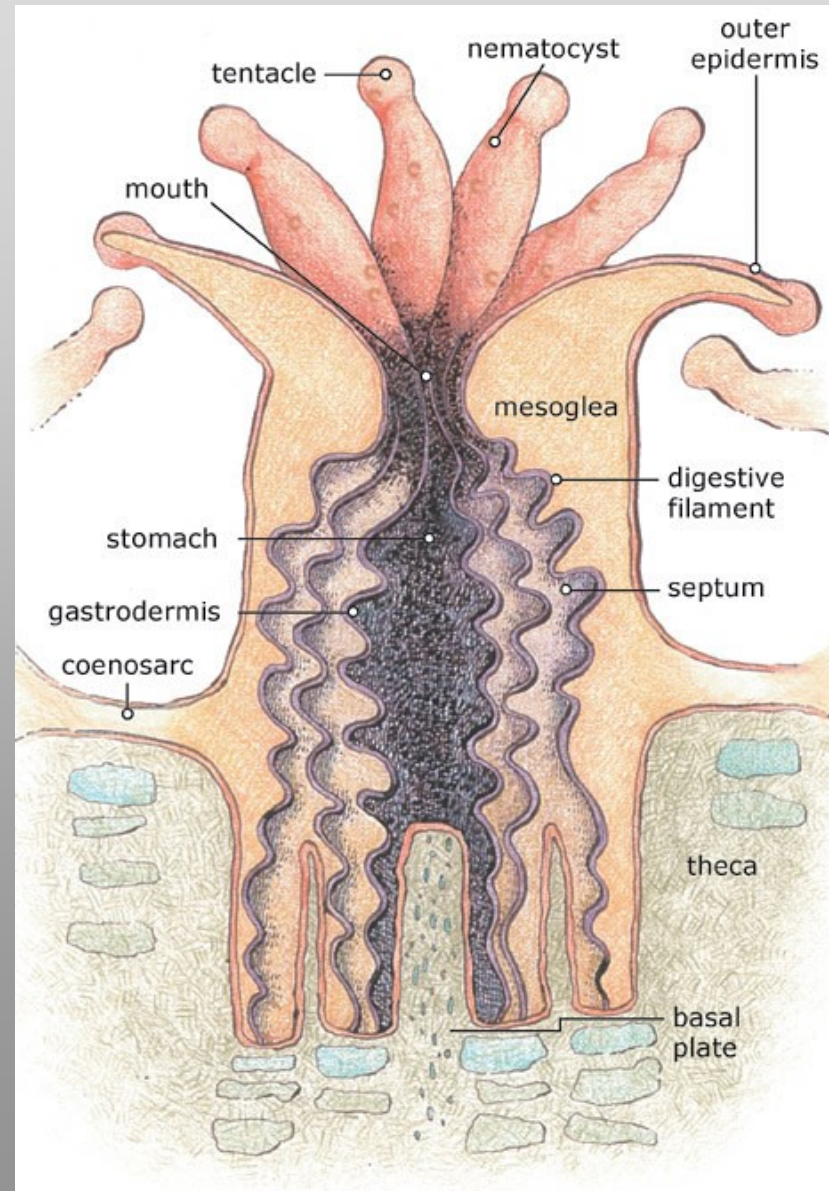
1-3 Archaeocyatha

4-5 kalcimikrobi (*Calcimicrobes*)



Phylum Cnidaria (ožigalkarji)

- Deblo združuje korale, klobučnjake, morske vetrnice in hidroide;
- najpreprostejši pravi metazoji, s pravimi tkivi; (skoraj) radialna organizacija telesa;
- celična stena je diploblastična: notranji **endoderm** (prebava) in zunanji **ektoderm** (muskuloepitalialne celice, senzorične celice, **nematociste** = celice ožigalke); med njima ni telesne votline, temveč le želatinasta masa (**mezogleja**) z živčnimi celicami;
- ena sama telesna votlina (**enteron**); odprta navzven z usti in anusom, obkrožen z vencem lovk;
- izmenjava generacij (začasni polimorfizem) = menjavanje polipne (nespolna) in meduzne generacije (spolna);
- pri klobučnjakih je polipna generacija močno reducirana, pri koralah pa meduzne generacije ni več;



Classis Anthozoa (koralnjaki)

- Meduze ni več, spolno se razmnožuje polipoidna faza;
- združuje korale, morske vetrnice, oktokorale in morska peresa;
- solitarni ali kolonijski, povsem morski organizmi;
- Polipi producirajo gamete, ki se po oploditvi razvijejo v planulo (torej dajo takoj novo polipno generacijo) – brez meduzne generacije;
- imajo cevast požiralnik (**stomodeum**), ki vodi v enteron;
- notranjost je predeljena z mezenteriji.

Subclassis Ceriantipatharia

- Solitarni ali kolonijski polipi, neznani kot fosili.

Subclassis Octocorallia

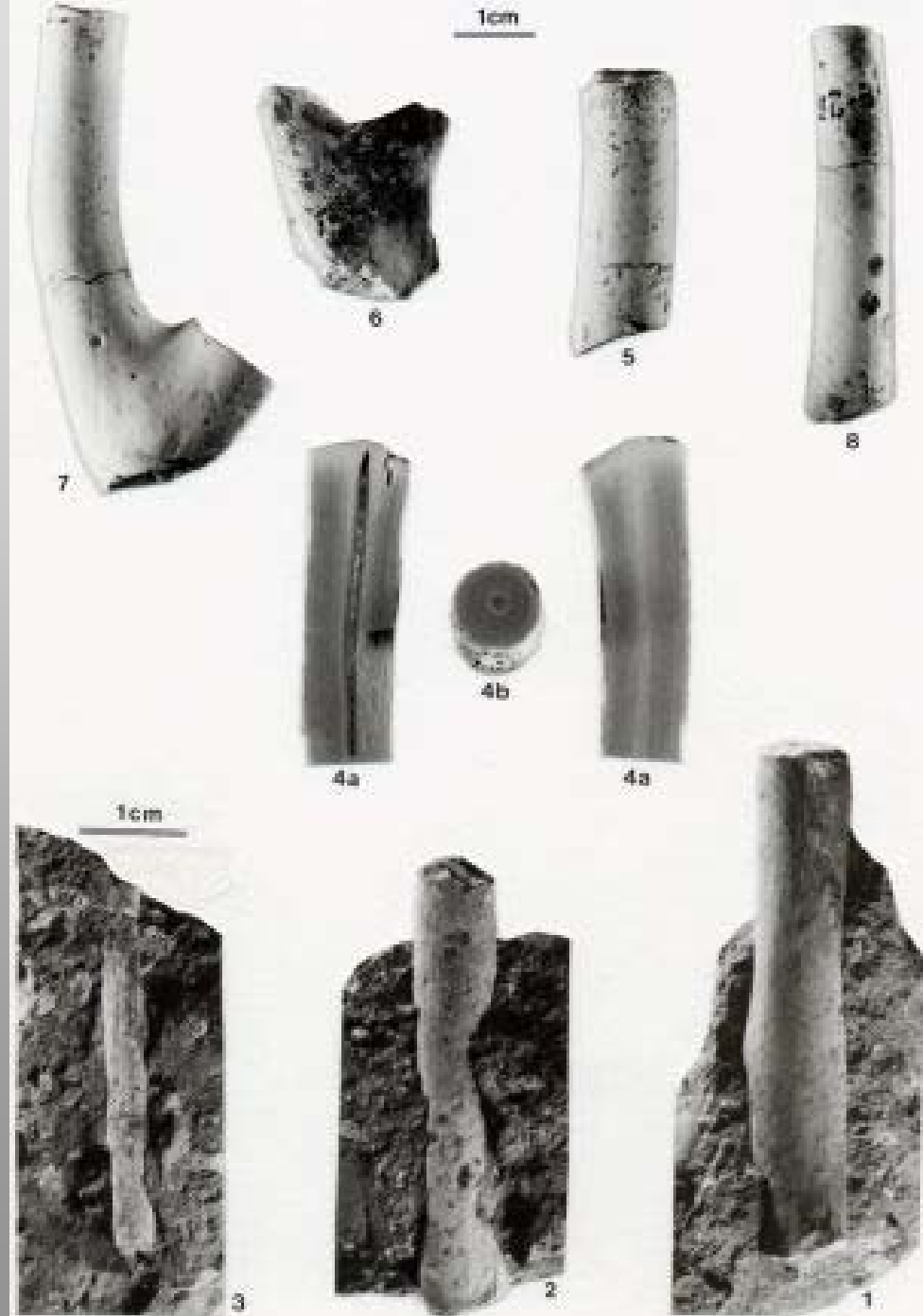
- Kolonija tvori pahljačo anastomoznih vej; skelet iz roževenastih razvejanih cevi, od katerih ima ponavadi vsaka osrednje kalcinirano jedro; na zunanji površini cevi rastejo številni majhni polipi (avtozoidi) s po 8 lovkami; avtozoidi so nameščeni v želatinast zunanji ovoj, v katerem so številne karbonatne spikule (le te se ohranijo kot fosil);
- znana sta zlasti redova Gorgonacea in Pennatulacea;

Subclassis Zoantharia

- korale s.str.;
- Mehko bazalno tkivo izloča aragonitno čašo (corallum); ta ima lahko zunanjo steno (epiteka);
- ordo: **Rugosa** (O-P), **Tabulata** (O-P), **Scleractinia** (T-rec.), Heterocorallia (D-C), Cothoniida (Cm), Kibluchohyllida (O);

Subclassis: Octocoralia
Ordo: Gorgonacea

Keratoisis melitensis
sr. miocen (badenij)

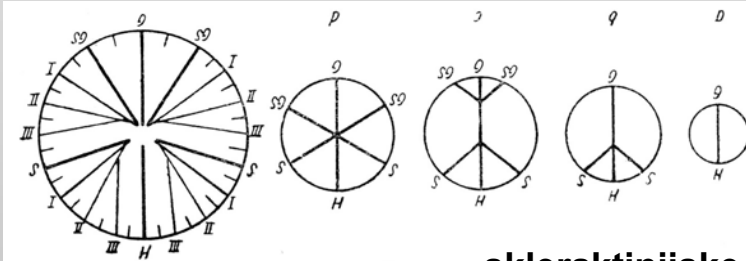


(po Mikuž, 1997)

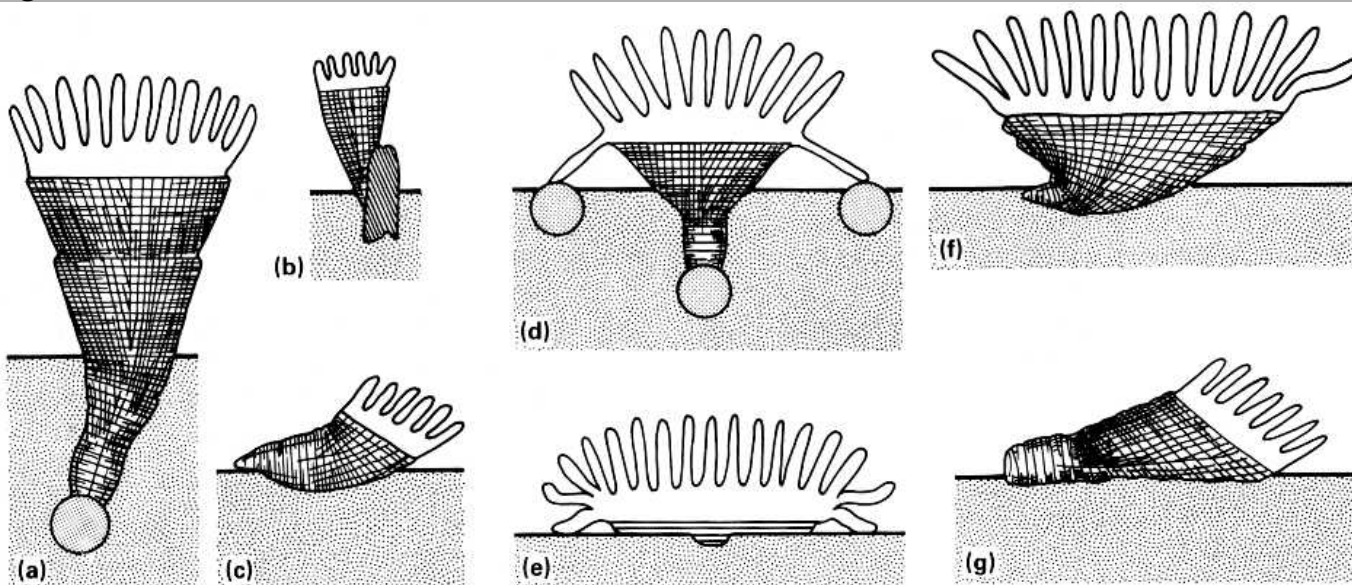
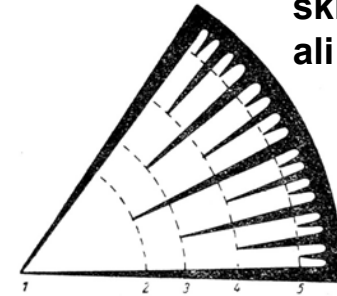
Ordo Rugosa (Tetracorallia, Pterocorallia)

- Paleozojske solitarne in kolonijske korale;
- bilateralna simetrija, v prvem ciklu 6 sept, nato se dodajajo po 4 septa;
- zunanja rogasta površina (od tod ime);
- pri solitarnih je pogosta oblika ukrivljenega roga (ceratoidna oblika);
- solitarne niso poznale učinkovitega načina pritrdjanja na dno; le redke so se lahko zasidrane/ukoreninile;
- tudi kolonijske niso bile zasidrane; stabilnost jim je dajala velikost (teža) kolonije;
- ker niso bile cementirane, so bile omejene na okolja z manjšo energijo vode – niso mogle graditi pravih grebenov.

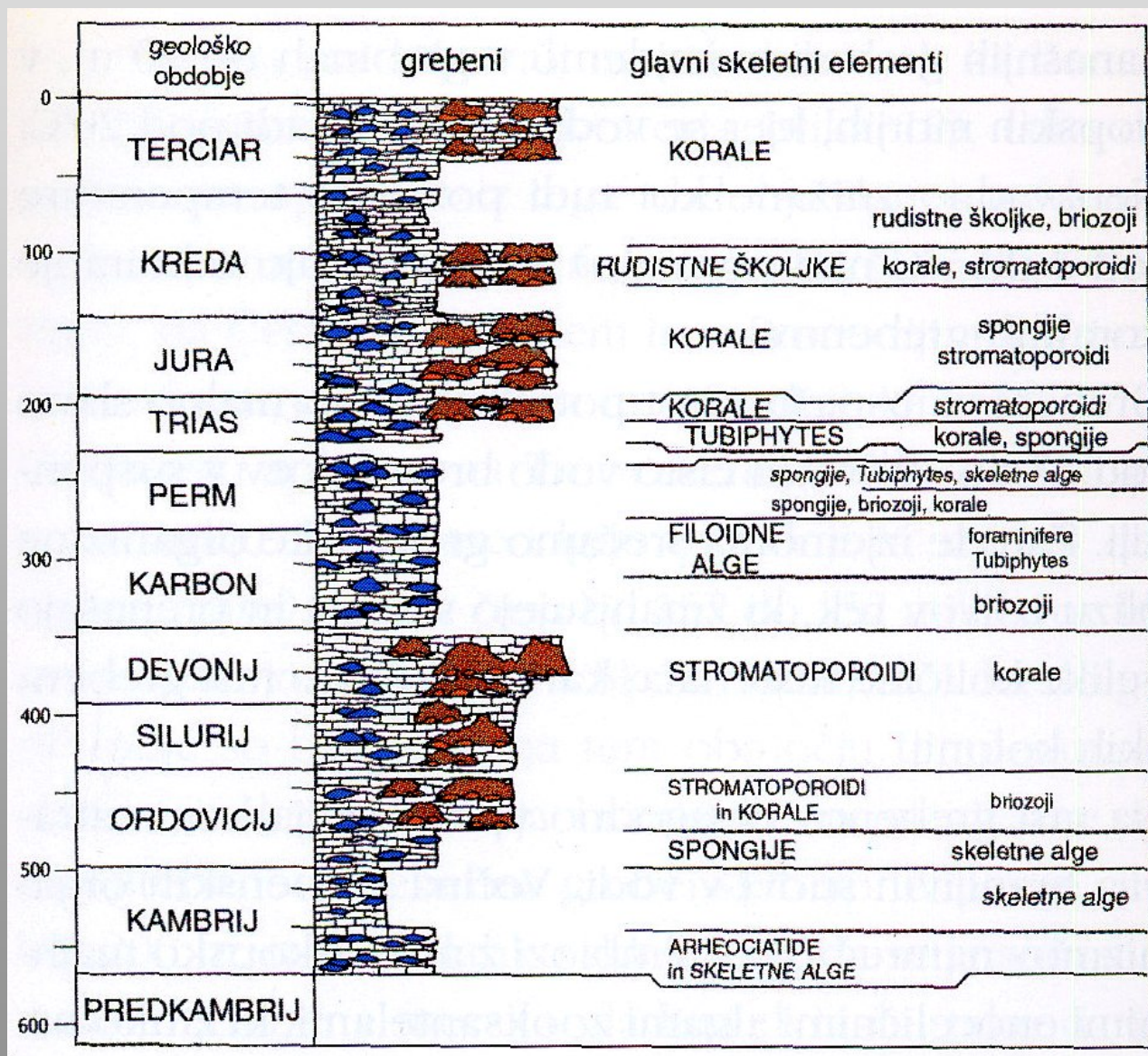
rugozne ali tetrakorale



skleraktinijske ali heksakorale



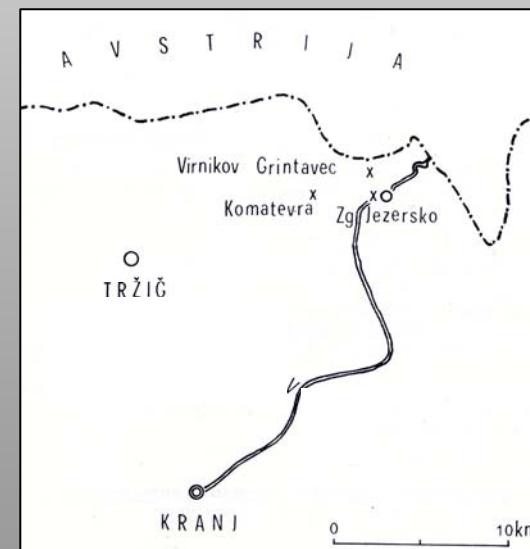
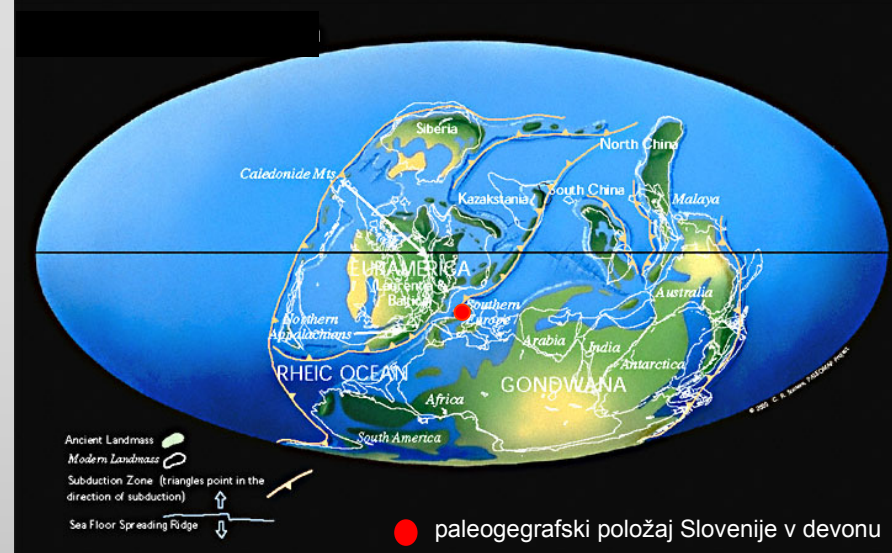
Razširjenost grebenov v fanerozoiku



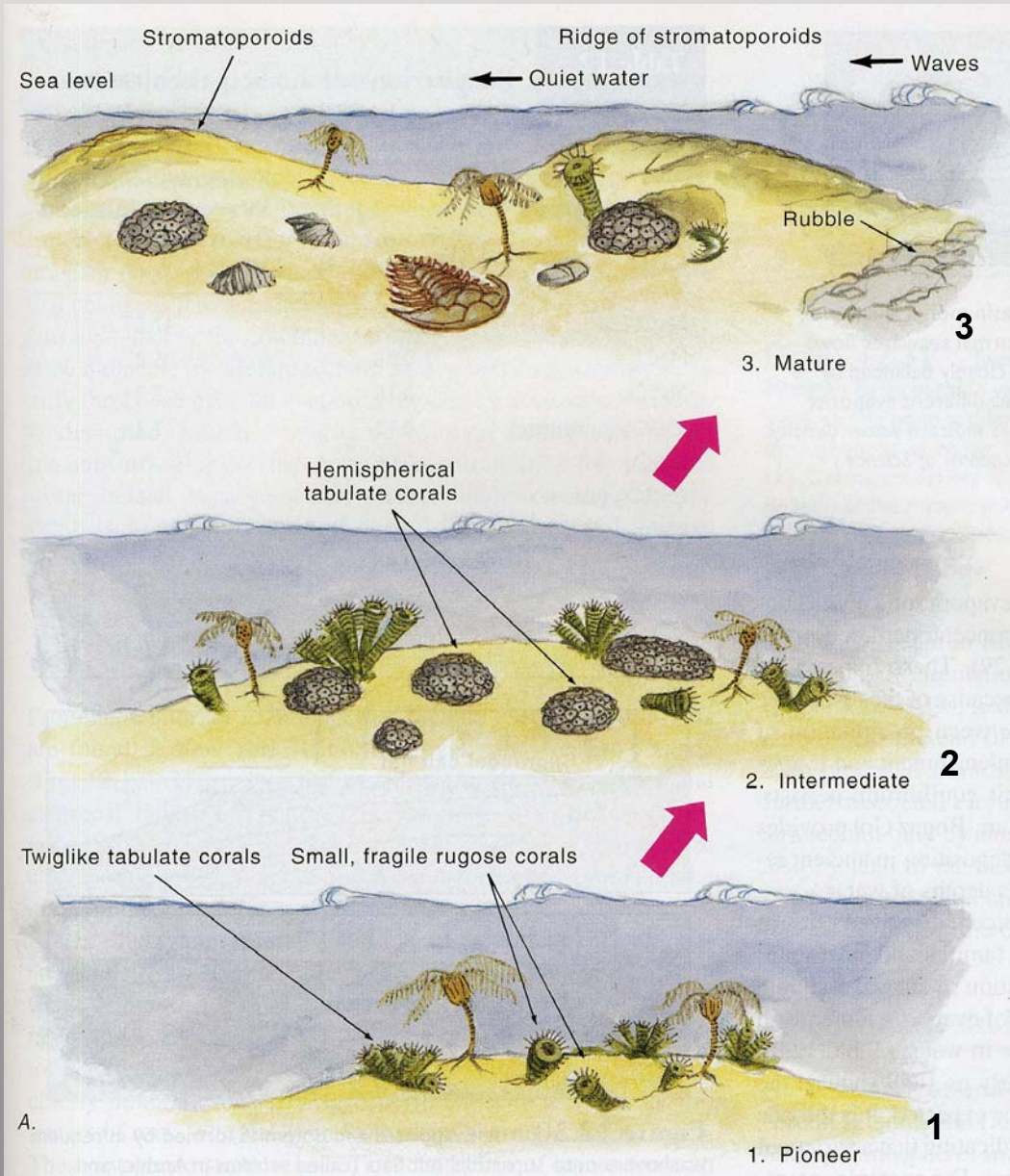
Devonski grebeni v Sloveniji

SREDNJI DEVON

- najbolj raziskana so nahajališča v okolici Jezerskega
- gre za grebenske apnence, ki jih sestavljajo korale, stromatoporoidi in odlomki krinoidov, ki dosežejo debelino do 600 m
- apnenci vsebujejo bogato koralno favno; določenih je bilo 18 vrst tabulatnih koral (rodovi: *Favosites*, *Heliolites*, *Syringopora*, *Thamnopora*, *Plasmopora*), 16 vrst rugoznih koral (rodovi: *Acanthophyllum*, *Macgea*, *Heliophyllum*, *Cyanthophyllum*...) in 10 vrst stromatoporoidov (rodovi: *Actinostroma*, *Anostylostroma*, *Stachyodes*, *Stromatoporella*)
- nastopajo kozmopolitske vrste, ki jih lahko primerjamo z najdišči v srednji Evropi, Rusiji, Armeniji ; Pakistanu, Kitajskem in Avstraliji
- najbolj je grebenska favna Karavank podobna sr. devonski koralni favni okolice Gradca (Avstrija)



Ekološki razvoj devonske grebenske združbe



značilen ekološki model rasti devonijskih grebenov:

1. prvi se naselijo organizmi, ki lahko živijo in stabilizirajo premikajoča se peščena zrna na peščenem morskem dnu (krinoidi, briozi, male rugosne korale, vejnate tabulatne korale)
2. ko je sediment stabiliziran, se spremeni tokovni režim in se naselijo velike kolonijske korale (hemisferične tabulatne korale tipa *Favosites*, velike rugosne korale)
3. v zreli fazi greben poselijo sekundarne grebenske združbe kot so masivne korale in stromatoporoidi

Korale kot koledar

- opazovanja modernih koral so pokazala, da izločajo korale tanke plasti apnenca 1x dnevno
- s štetjem teh dnevno-nočnih ciklov lahko določimo starost korale v dnevih
- sezonske spremembe povzročijo, da se v širini ciklov odražajo, podobno kot pri drevesih, tudi letni vzorci rasti
- podobni vzorci so vidni tudi na fosilnih koralah
- pri študiju fosilnih koral so ugotovili, da so imele v devonu korale letni cikel dolg okoli 400 dni in v karbonu 387 dni
- če te vrednosti ekstrapoliramo ugotovimo, da je bil dan v kambriju dolg zgolj 21 ur in je imalo kambrijsko leto 420 dni
- trenje zaradi plimovanja, ki ga povzroča Luna ima dve posledici: upočasnitev Zemljinega vrtenja (in s tem zmanjševanje števila dni v letu) ter povečevanje razdalje med Luno in Zemljo
- astronomi in geofiziki so dokazali, da se Zemlja pri svojem vrtenju zaradi plimovanja opačasnuje za 2 s/100.000 let, vendar teh vrednosti za preteklost ne moremo zgolj matematično izraziti, ker je intenzivnost zaviranja odvisna od razporeditve kontinentov in oceanov, ki pa se s časom spreminja (zaviranje je najučinkovitejše takrat, ko plimovanje zajamejo plitka morja oz. v geoloških obdobjih, ko so bili kontinenti ločeni in je bila morska gladina visoka)

Tachylasma sp. (sp.perm)

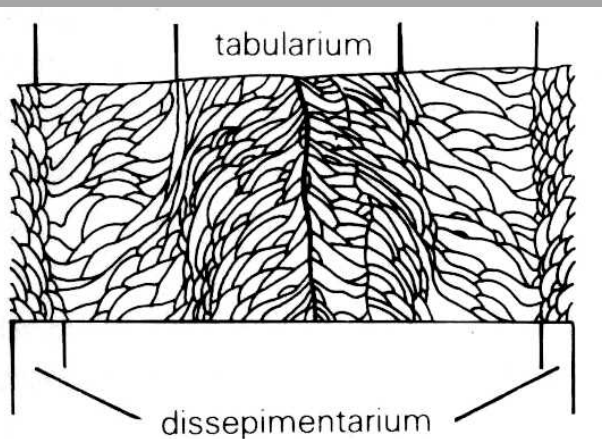
- Maloštevilne septa, ki so izrazito neenake dolžine in osno odebeljene.

Carinthiaphylum (Amygdalophylum) crasseseptatum (sp.perm)

- Kolonijska korala; koraliti so cilindrični;
- septa so razločno lamelarna in aksialno odebeljena;
- disepimenti niso razviti; kolumela je razvita le v zgodnjem in srednjem razvojnem stadiju;
- premer koralitov 5-9 mm;
- *C. crasseseptatum* je bila prvič opisana pri Ortneku!

Waagenophyllum indicum (zg.perm)

- Kolonijska korala;
- posamezni koraliti so cilindrični, v splošnem ločeni med seboj in vzporedni drug na drugega;
- premer koralitov 4-6 mm;
- glavna septa so debela in se proti osi ožijo; konci sept so nekoliko zakrivljeni;
- glavna septa merijo $1/3$ - $2/3$ premera koralita, medtem ko sekundarna septa dosežejo $1/2$ - $3/4$ dolžine glavnih sept;
- širok osni stebriček (okoli $1/4$ premera koralita); številne lamele, disepimenti, tabulae.



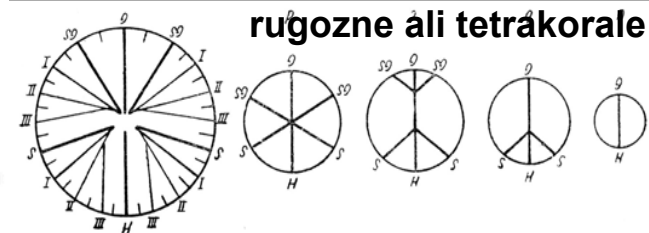
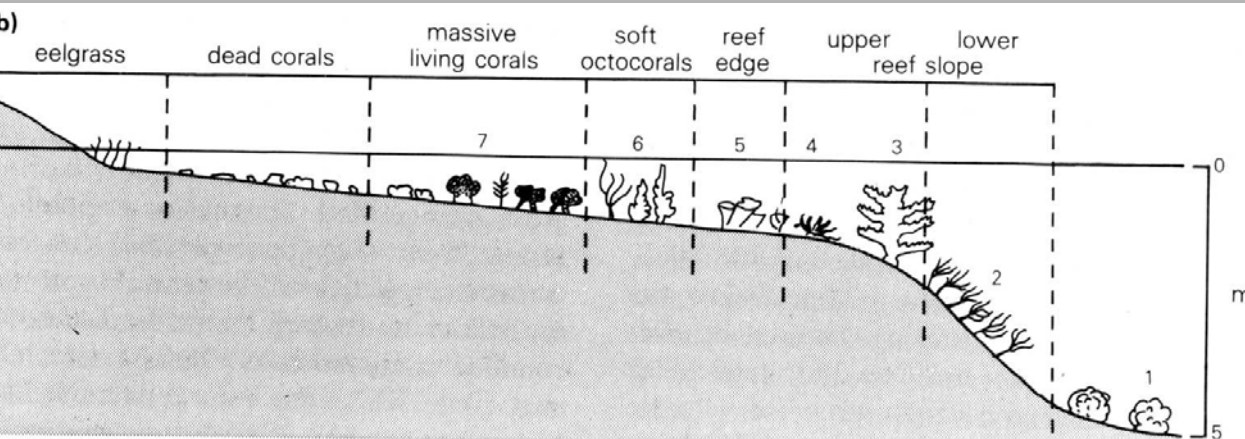
Calceola sandalina (sp. - sr.devon)

- Solitarna korala; čaša je zaprta z operkulom; trikotna oblika; kalceloidna oblika;
- dorzalna stran je sploščena; verjetno je živela z ventralno (konveksno) stranjo na morskem dnu in se je po potrebi skrila z zaprtjem operkula;
- podobno obliko imajo tudi nekateri brahiopodi in školjke, ki so se prilagodili na življenje na grebenu; kalceole dolgo časa sploh niso imeli za koralo;
- Pristovniški Storžič!?
- dober vodilni fosil.



Ordo Scleractinia (Hexacorallia)

- Vse post-triasne korale;
- večina ima aragonitni skelet, kjer se septa dodajajo v mnogokratnikih števila 6;
- skelet se začne kot tanka bazalna ploščica, iz katere vertikalno zrastejo septa;
- razvile so se ločeno od drugih koral iz morskih vetrnic;
- solitarne ali kolonijske, podobne oblike kot ruгоze;
- ahermatipične (do globine 6000 m, najboljše do 500 m, optimalna 5-10°C, lahko v popolni temi, 2/3 je solitarnih) in hermatipične (endosimbionti zooksantele (dinoflagelati), rastejo 3x hitreje, v globinah do 50 (90) m, največ plitveje kot 20 m, T nad 18°C (opt. 25-29), normalna slanost, veliko kisika, trdna podlaga – za usedanje planul);
- koralni grebeni (strukturni greben vs grebenska skupnost);

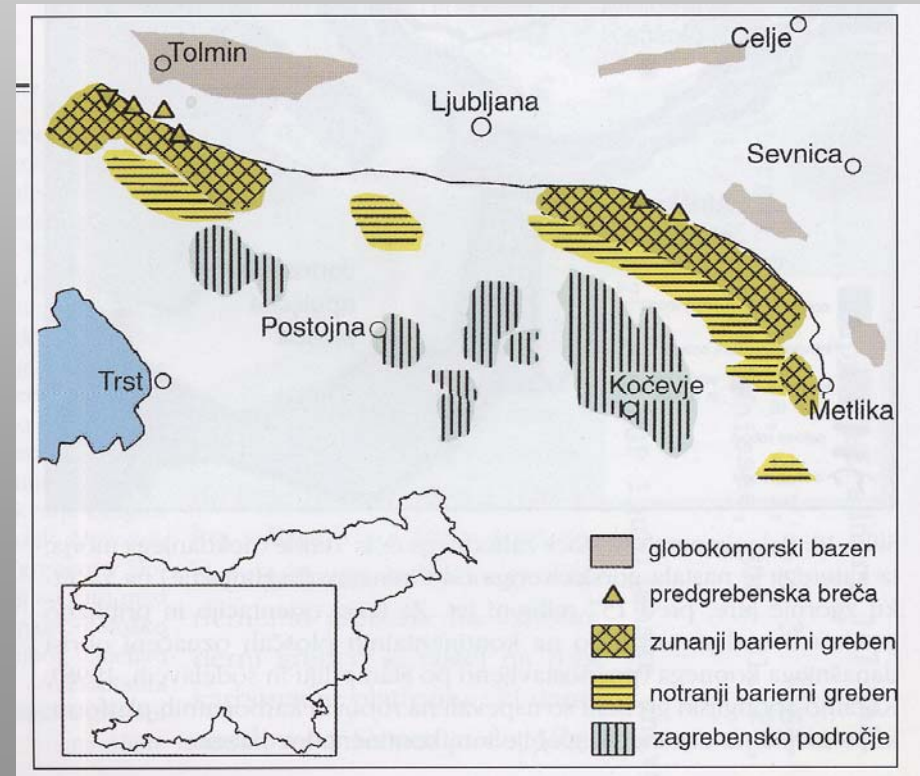
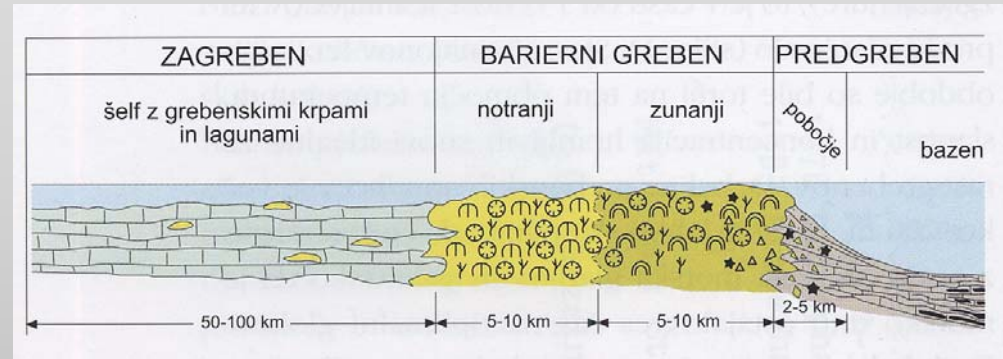


**skleraktinijske
ali heksakorale**



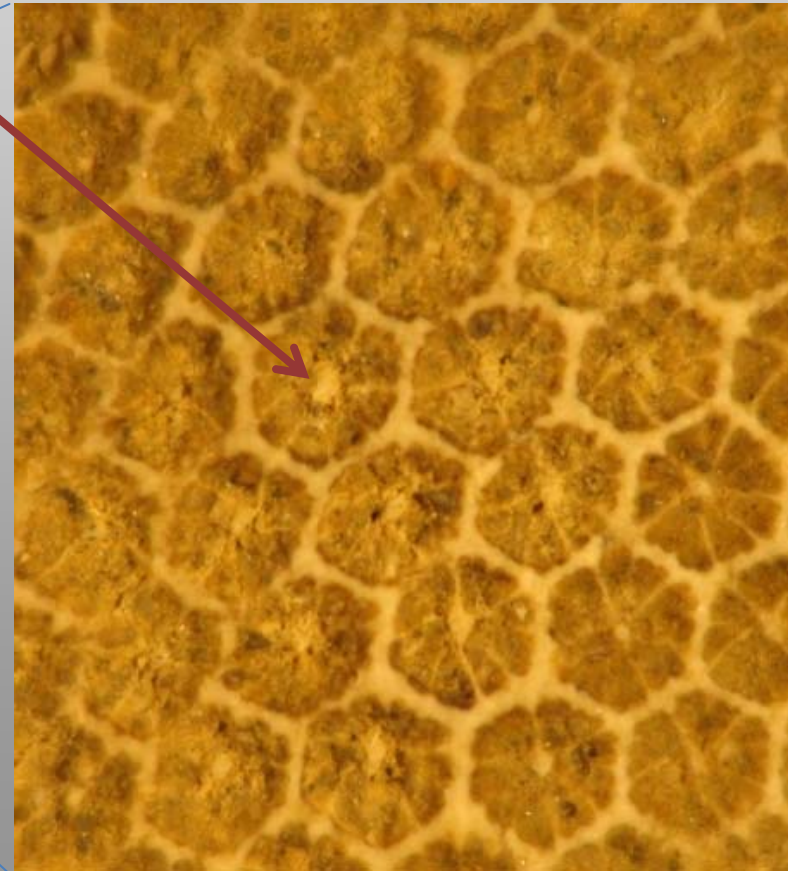
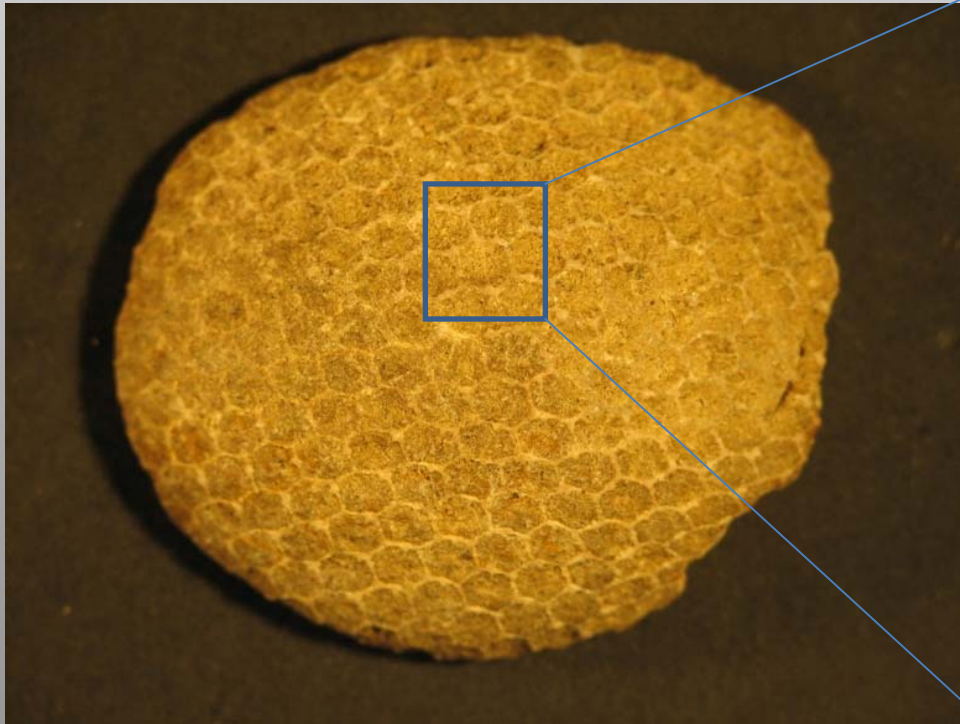
Mezozojski koralni grebeni v Sloveniji

- tako kot na robovih vseh karbonatnih platform je tudi v Sloveniji v zg. juri uspeval tipičen barierni greben, ki se je raztezal v 15 do 20 km širokem pasu od Soške doline do Bele Krajine
- gradili so so ga skleraktinijske korale, spongije in hidrozoji
- greben je nastajal v času od 157 do 152 milij. let
- debelina zg. jurskih grebenskih apnencev znaša več kot 200 m
- tako kot pri recentnih grebenih, je tudi v fosilnih opazna morfološka diferenciacija na zunanji del, kjer prevladujejo masivne koralne kolonije in notranji del, kjer prevladujejo vejnate korale



Astrocoenia numisma (eocen)

- Kolonijska korala; kolonija je kroglaste diskoidalne oblike;
- posamezni koraliti so izrazito šestkotne oblike in se tesno stikajo s stenami;
- čaša je predeljena s 6 septi, v sredini je kolumela.



Stylophora distans (sr.eocen)

- Kolonijska korala z razvejanim, drevesastim skeletom, v katerega so umeščeni koraliti.



(p) *Lophelia*



Cunnolites sp. (zg. kreda-eocen)

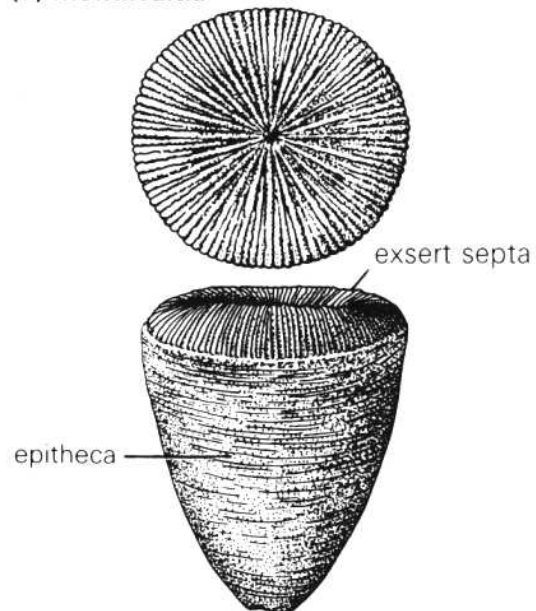
- Solitarna korala z nizkim ali visokim koralumom in ploščato bazalno ploščo;
- čaša je ovalne oblike in ima dolgo fosulo;
- prisotni so epiteka (lahko z epitekalni obroči), disepimenti in sinaptikuli; septa so tanka ali debela, pogosto vozličasta;
- brez kolumele;
- 4 podrodovi (*C. (Cunnolites)*, *C. (Paraconulites)*, *C. (Plesiocunnolites)*, *C. (Plesiocunnolitopsis)* – razlike v višini koraluma, debelini sept, epiteki, endoteki, ontogenezi).



Montivaltia sp. (sr.trias-kreda (zg.trias))

- **solitarna** korala; cilindrična ali čašasta oblika;
- ovalna čaša;
- veliki upognjeni disepimenti; **brez kolumele**;
- septa so številna, kompaktna, ravna ali rahlo upognjena in se končajo prosto v razpotegnjeni, **podolgovati fosuli**;
- številna septa imajo zobčaste robove;
- epiteka je pogosto odsotna;
- okoli 400 vrst.

(a) *Montivaltia*



Thecosmilia veneta (sp.jura (lias))

- **Kolonijska** korala; koraliti so kroglastega preseka, vzdolžno pa cilindrične oblike;
- **okrogla fosula**; veliki upognjeni disepimenti; brez ali z zakrnelo kolumelo;
- gradile kompaktne kolonije fasceloidnega tipa; posamezne korale so stale same ali gradile kratke, debele veje z dvema do tremi osebki;
- številna ozka septa se špičasto zaključijo.



Hydnophyllia eocaenica (sr.oligocen)

-“možganjača”;

- kolonijska korala s koraliti v vrstah – septe ob straneh so močnejše, med vrstami pa se ohrani globel.



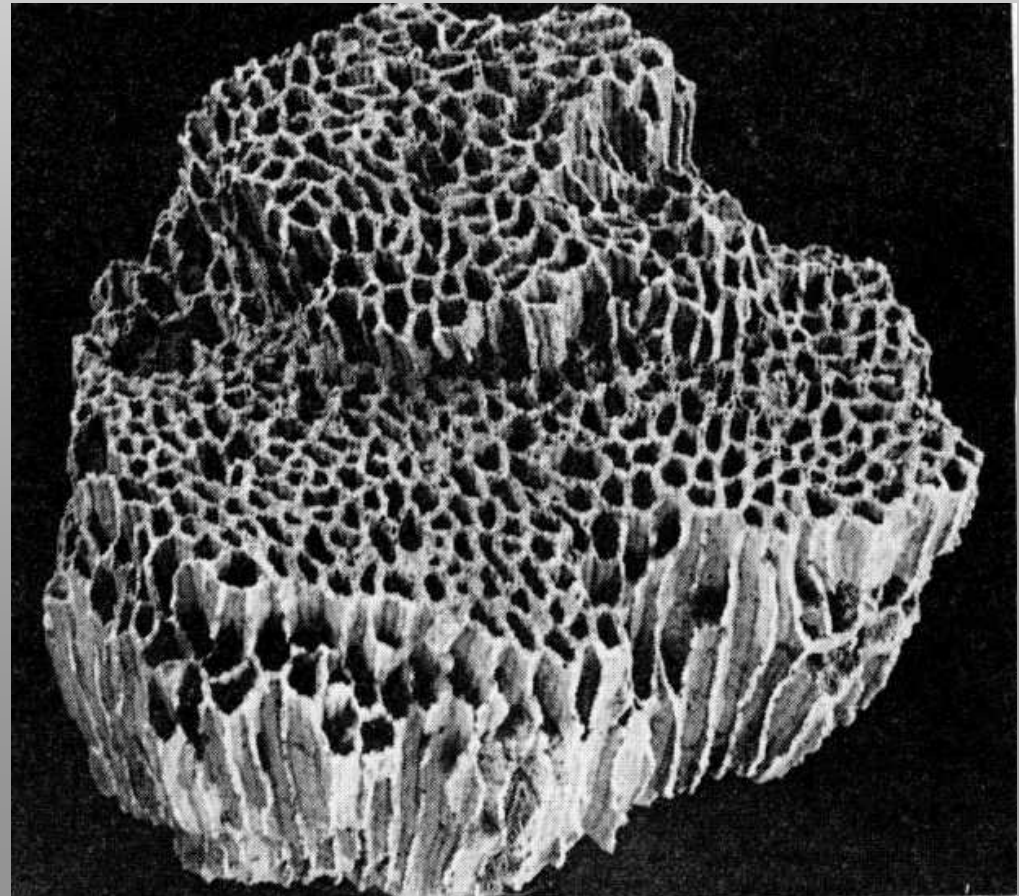
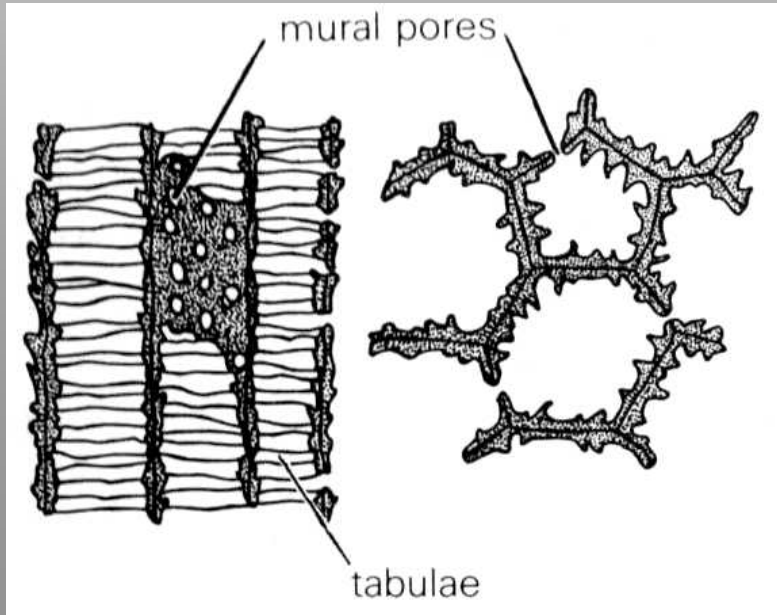
Pattalophyllia cyclolithoides (zg.eocen)

- Zelo vijugaste septa.



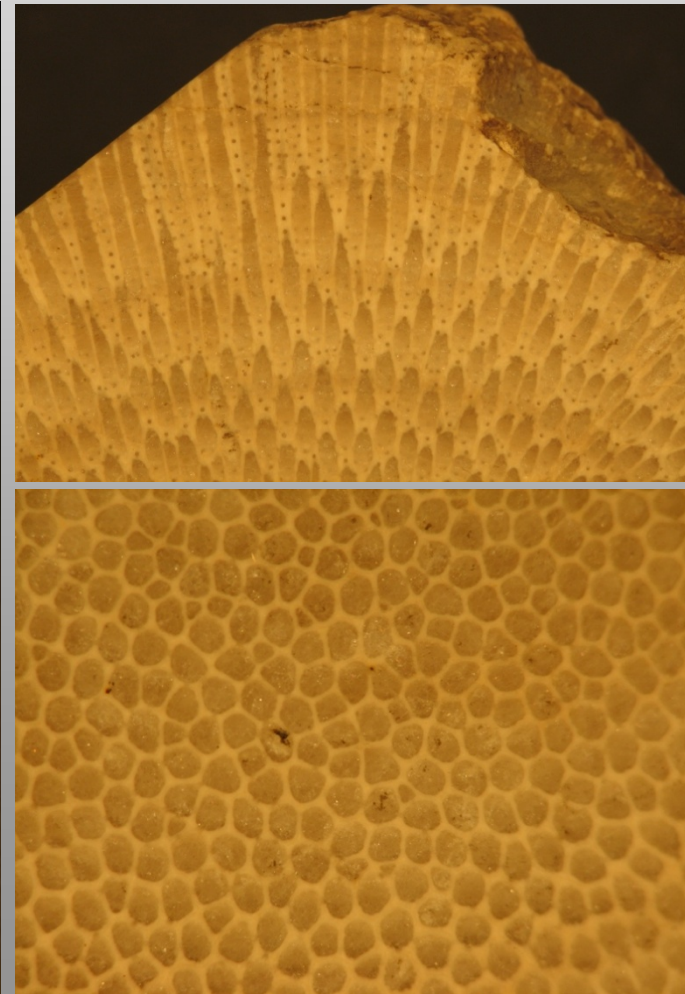
Ordo Tabulata

- Povsem paleozojske oblike, ki so se pojavile nekoliko pred rugoznimi koralami;
- vedno kolonijske; koraliti so po navadi majhni, imajo izrazite tabule, drugi skeletni elementi (zlasti septa) pa so reducirani ali jih sploh ni;
- večje najdemo v koralno-stromatoporoidnih grebenih;
- prednost predstavlja bolj napreden kolonijski način življenja (bolj tesna povezanost osebkov – izguba sten med koraliti ali povezanost z muralnimi porami);
- ni pravega pritrjanja, zato ne v tako visokoenergijskih okoljih;



Favosites sp. (zg.ordovicij – sr.devon)

- Kolonijska korala s satastim prerezom; kolonija je masivna in lahko doseže precejšnje velikosti;
- posamezni koraliti imajo prizmatski prečni presek in so omejeni s tanko, porozno steno (muralne pore);
- v čašah so lahko septa, včasih pa so zamenjana s septalnimi bodicami;
- ima popolne tabulae.

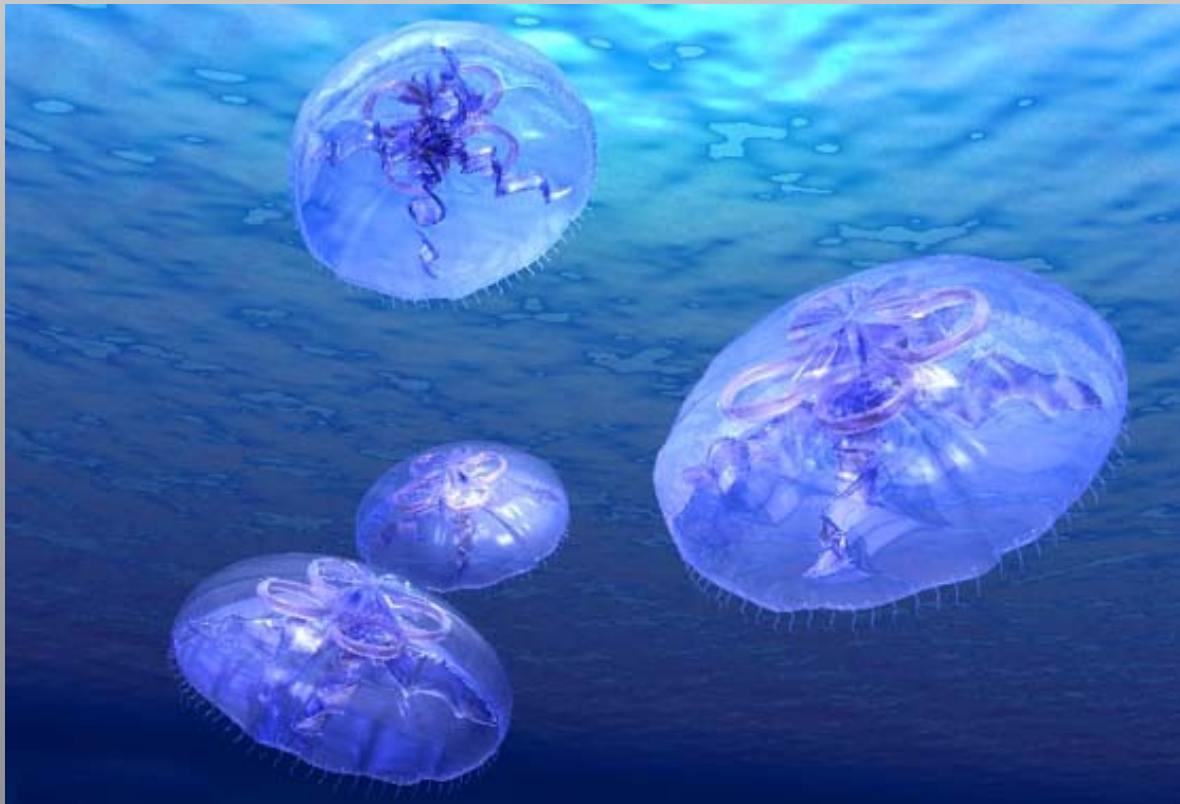




tabulae

Classis Scyphozoa (klobučnjaki)

- Prosto plavajoče meduze, povsem morske; po navadi z radialno simetrijo, ki temelji na tetramerni osnovi;
- sesilna polipna faza je skifistoma, ki brsti s strobilacijo (proti zgornjemu koncu nenehno raste in se deli s prečnimi zajedami), mlade meduze se sprostijo kot proste efira larve;
- fosili so redki: najstarejši morda iz ediakarija (*Kimberella*), **konulati** (Cm-T), najdene tudi pri nas (**Tunjiško gričevje**, miocen).



Conularia sp. (kambrij - trias)

-Zelo tanko ogrodje iz hitina in malo apatita;

- značilna piramidalna oblika z drobnimi striacijami po celi dolžini lupine (verjetno gre za rastne linije); v preseku kvadratne ali romboidne oblike; po vsaki ploskvi poteka osrednja zajeda; zajede so tudi na robovih ploskev;

- izključno morski organizmi;

- nekateri so bili pritrjeni na plavajoče predmete ali so jih nosili tokovi, drugi so lahko plavali samostojno;

- problematičen sistematski položaj (danes jih uvrščajo med izumrle Medusozoa, ki naj bi bili sorodni pecljati meduzam (Stratomedusae), drugi jih imajo za sestrsko skupino reda Coronatae znotraj podrazreda Scyphozoa (klobučnjaki))



Classis Hydrozoa (trdoživnjaki)

- Po navadi polimorfni, z radialno in pogosto tetrametralno simetrijo;
- ordo Hydroida:
 - Hitinozen zunanji skelet (perisark);
 - ordo Hydrocorallina; milleporini (*Millepora*)in stilasterini; pomembni grebenotvorni organizmi, podobni koralam; gastrozoidi, daktilozoidi, ampullae
- Občutljivi facialni fosili;
- lovijo plankton;
- živijo do globine 90 m, večinoma do 50 m; T 25-29°C, slanost 34-36 promil,

Ellipsactinia ellipsoidea (zg.jura (malm))

- Gosta koncentrična zgradba;
- Trnovski gozd.



Literatura:

Arduini, P. & Teruzzi, G. (Eds.) 1986 The Macdonald encyclopedia of fossils. Macdonald & Co., London, 317 pp.

Clarkson, E. N. K. (1993) *Invertebrate paleontology and evolution*. 3rd ed. London : Chapman and Hall, 434 pp.

Flügel, E. 2004: Microfacies of carbonate rocks. - Springer Verlag, 976 pp.

Mikuž, V. 1997: Roževinasta korala *Keratoisis melitensis* (Glodfuss, 1826) (Octocorallia) iz badenijskih plasti pri Šentilju (SV Slovenija). - Razpr. 4. razr. SAZU, 38, 73-81.

Pavšič, J. 1995: Fosili: zanimive okamnine iz Slovenije. Tehnična založba Slovenije, Ljubljana, 139 pp.

Pavšič, J. (2003) *Paleontologija, I. del, Paleobotanika in paleontologija nevretenčarjev*. Ljubljana : Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, 451 pp.

Shen, J., Kawamura, T. S. & Yang, W. 1998: Upper Permian Coral Reef and Colonial Rugose Corals in Northwest Hunan, South China. – Facies, 39, 35-66.

Turnšek, D. 1966: Zgornjejurska hidrozojska favna iz južne Slovenije (Upper Jurassic hydrozoan fauna from southern Slovenia). – Razprave IV. Razreda SAZU, IX/8, 94 pp., 19 Tab., Ljubljana.

Turnšek, D. 1969: Prispevek k paleoekologiji jurskih hidrozojev v Sloveniji (A contribution to the palaeoecology of Jurassic hydrozoa from Slovenia). – Razprave IV. Razreda SAZU, XII/5, 29 pp., 1 Tab., Ljubljana.

Turnšek, D. 1972: Zgornjejurske korale iz južne Slovenije (Upper Jurassic corals of southern Slovenia). – Razprave IV. Razreda SAZU, XV, 145-265, Ljubljana.

Turnšek, D. (1978): Solitarne senonijske korale iz Stranic in z Medvednice. – Razprave 4. razreda SAZU, 35, 61-128, Ljubljana.

Turnšek, D. (1997): Mesozoic Corals of Slovenia (Mezozojske korale Slovenije). ZRC SAZU, Založba ZRC, Ljubljana, 512 pp.