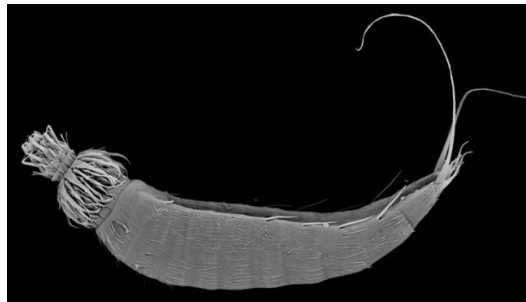


MEIOFAUNA U MORSKIM I SLATKOVODNIM SEDIMENTIMA

Izv. prof. dr. sc. Tvrtko Dražina

Kolegij: Ekologija mikrofaune

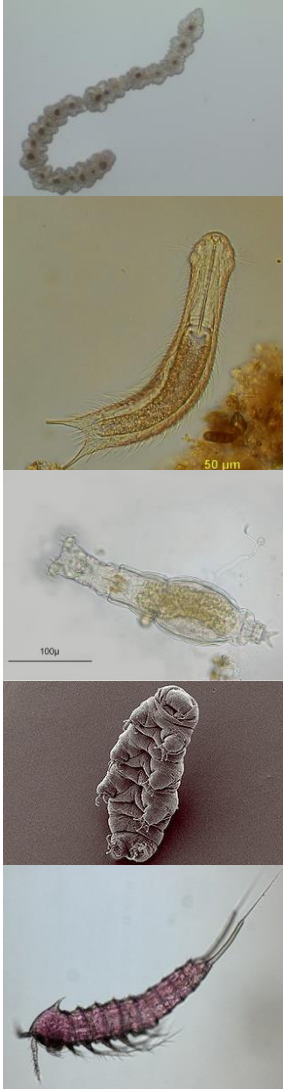


Uvod



- Meiofauna, *sensu lato* - bentoski organizmi veličine tijela od 30 do 1000 µm
- Definirana veličinom, a ne taksonomskim odnosima
- Termin *meio-* (grč. manje) prvi put je upotrijebljen sredinom XX. stoljeća za opis mikroskopskih morskih organizama koji nastanjuju sediment
- Meiofaunu nalazimo u svim vrstama sedimenata, u obraštaju, na sesilnim organizmima...

Uvod



- ALI, pojam "meiofauna" ima dva različita značenja ovisno o kontekstu.
- U ekološkim i faunističkim istraživanjima "meiofauna" se odnosi na dio životinja i protista koje prolaze kroz mreže/sita veličine oka od 0,3–1 mm, a zadržavaju se na veličini od 0,030–0,063 mm.
- Alternativno, biolozi i zoolozi često koriste izraz "meiofauna" za opisivanje mikroskopskih životinja.
- Važno je napomenuti kako pojedine životinje koje dosežu nekoliko milimetara duljine još uvijek mogu biti klasificirane kao meiofauna, zbog svojih izduženih i tankih tijela.

Uvod

- 22 koljena životinjskog carstva imaju svoje predstavnike unutar meiofaune

- Podjela meiofaune:

- stalna (organizmi koji cijeli životni ciklus provedu kao veličinska kategorija meiofaune)
- povremena (razni razvojni stadiji člankonožaca i kolutičavaca koji će prerasti u makrofaunu)



Uvod

- 22 koljena životinjskog carstva imaju svoje predstavnike unutar meiofaune

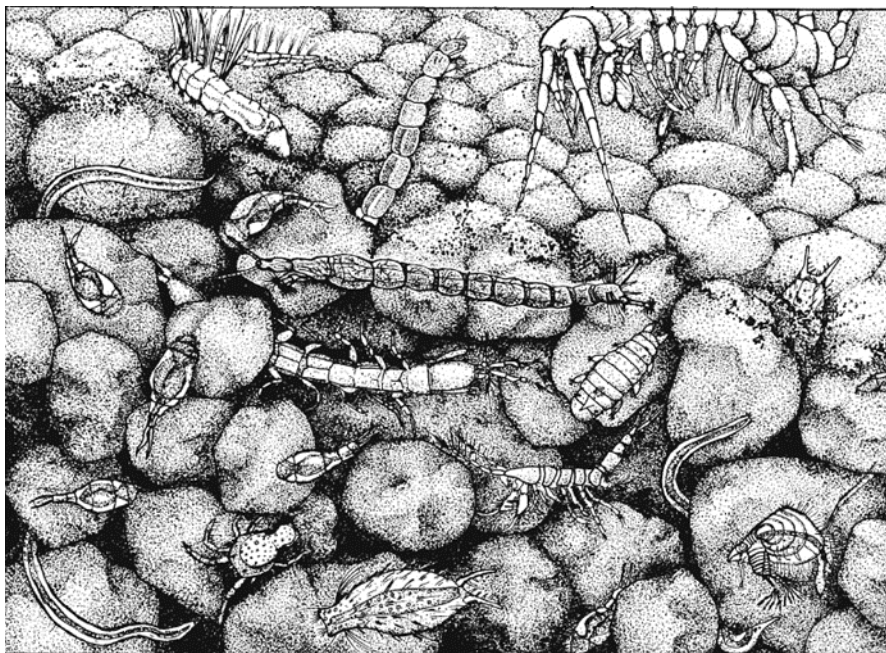
Phylum	Mo	SI	Phylum	Mo	SI
Cnidaria	S		Bryozoa (Ectoprocta)	S	
Xenacoelomorpha	S		Kamptozoa (Entoprocta)	S	
Rotifera	S	S	Kinorhyncha	S	
Gnathostomulida	S		Priapulida	S	
Micrognathozoa		S	Loricifera	S	
Chaetognata	S		Nematoda	S	S
Gastrotricha	S	S	Tardigrada	S	S
Platyhelminthes: Turbellaria	S	S	Arthropoda: Chelicerata	S,P	P
Mollusca	S,P	P	Arthropoda: Crustacea	S	S
Annelida	S,P	S,P	Arthropoda: Hexapoda		P
Nemertinea	S	S	Echinodermata	S,P	
Brachiopoda	S		Tunicata	S	

Mo - morski; SI - slatkovodni; S - stalna; P - povremena meiofauna.

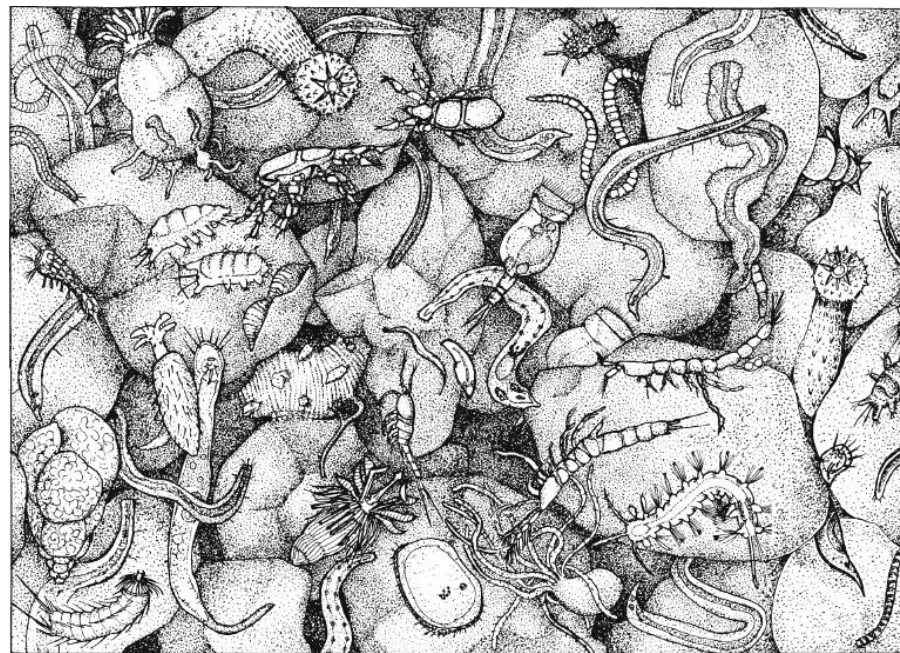


Uvod

Umjetnički prikazi intersticijskog staništa i pripadajuće faune (preuzeto iz Giere, 2009):



a) slatkovodna meiofauna



b) morska meiofauna

Cnidaria

Phylum Cnidaria - morske životinje, s malobrojnim slatkovodnim predstavnicima.

Dva osnovna oblika tijela: planktonske **meduze** i sésilni **polipi**, koji su radijalno simetrični.

Usta okružena lovkama sa specijaliziranim žarnim stanicama, u kojima se nalaze žarnice.

Tijelo im se sastoji od dva sloja stanica, vanjskog epiderma i unutrašnjeg gastroderma, između kojih se nalazi želatinozni sloj - mezogleja.

Imaju prava tkiva ali ne i organe, npr. živčani sustav mrežastog tipa.



Cnidaria

Phylum Cnidaria - morske životinje, s malobrojnim slatkovodnim predstavnicima.

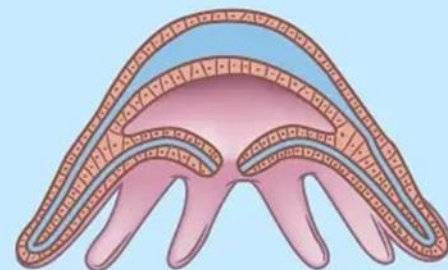
Dva osnovna oblika tijela: planktonske **meduze** i sésilni **polipi**, koji su radijalno simetrični.

Usta okružena lovkama sa specijaliziranim žarnim stanicama, u kojima se nalaze žarnice.

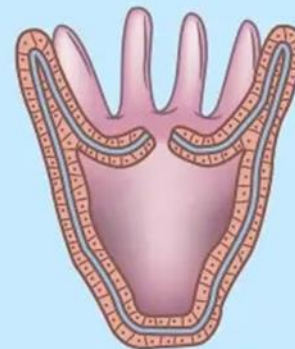
Tijelo im se sastoji od dva sloja stanica, vanjskog epiderma i unutrašnjeg gastroderma, između kojih se nalazi želatinozni sloj - mezogleja.

Imaju prava tkiva ali ne i organe, npr. živčani sustav mrežastog tipa.

MEDUSA



POLYP



Cnidaria

Anthozoa
- koralji



Scyphozoa
- režnjaci



Hydrozoa
- obrubnjaci



Cnidaria

Anthozoa

Corals and sea anemones



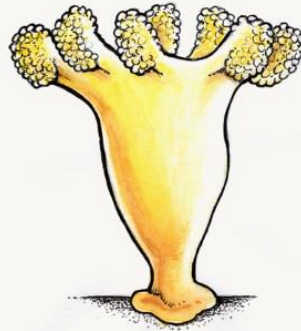
Scyphozoa

Swimming Jellyfish



Staurozoa

Stalked Jellyfish



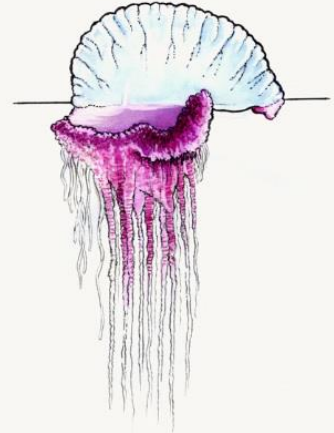
Cubozoa

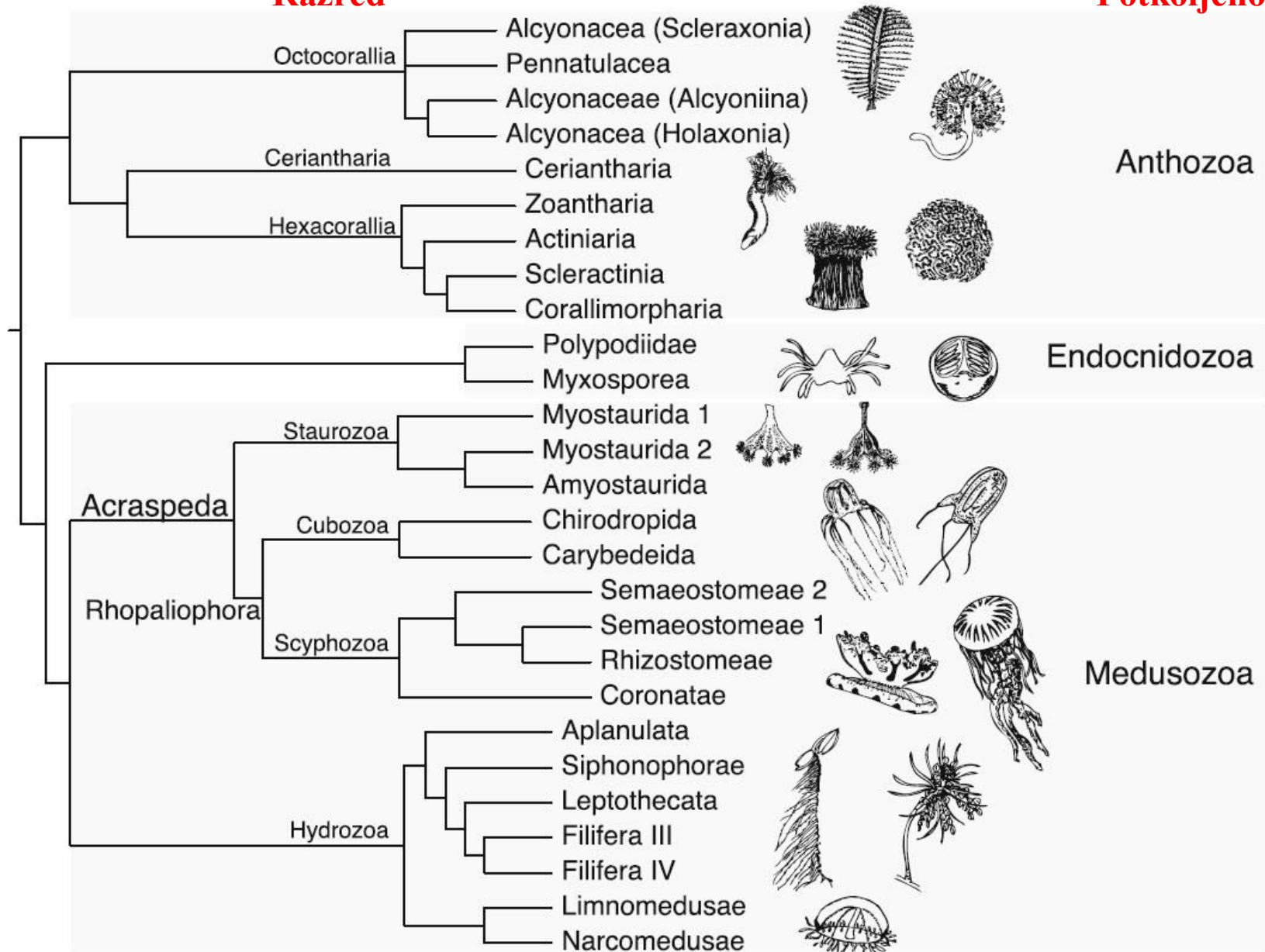
Box jellyfish



Hydrozoa

Hydroids and siphonophores





Cnidaria



Među raznolikim meiofaunalnim životinjama u morskim sedimentima žarnjaci su zastupljeni malom brojnošću i raznolikosti vrsta, a dominiraju svoje iz razreda Hydrozoa.

Meiofaunalni žarnjaci dolaze u stadiju polipa i meduze.

Najbolje istražena skupina i rod (s deset vrsta) je *Halammothra* Remane, 1927.

Xenacoelomorpha

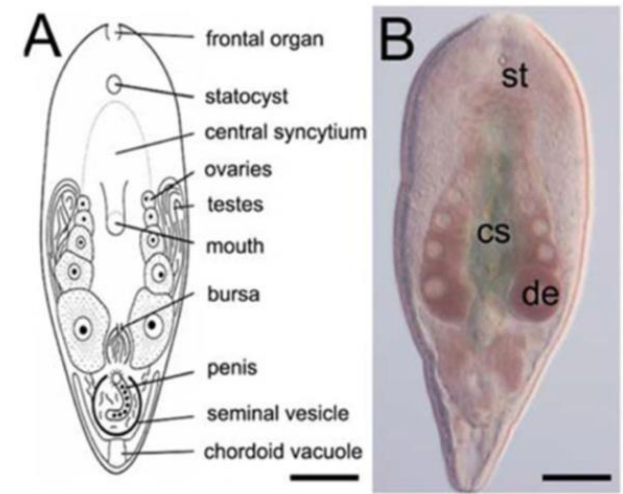
Xenacoelomorpha su sitni bilateralnih beskralješnjaci koji se dijele na dvije sestrinske skupine:

Xenoturbellida i Acoelomorpha.

Najpoznatija je skupina Acoela. Povijesno su tretirani kao red unutar virnjaka (Platyhelminthes: Turbellaria).

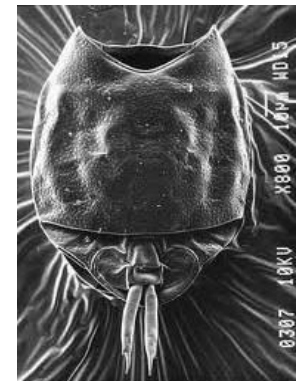
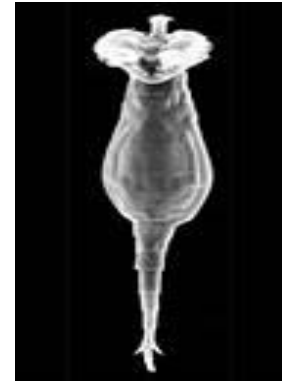
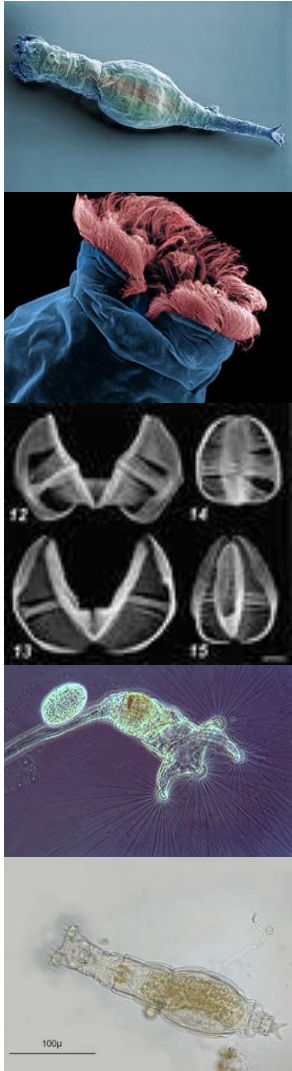
Nalaze se širom svijeta u morskim i brakičkim sedimentima.

Kao bazalna skupina bilateralnih životinja, Xenacoelomorpha zanimljive uvide u ranu evoluciju i razvoj životinja.



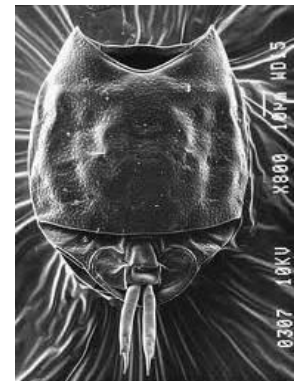
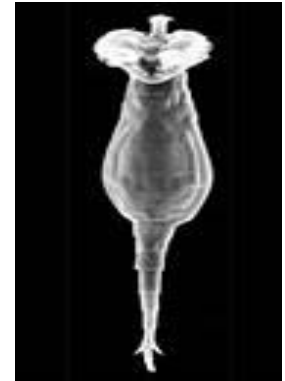
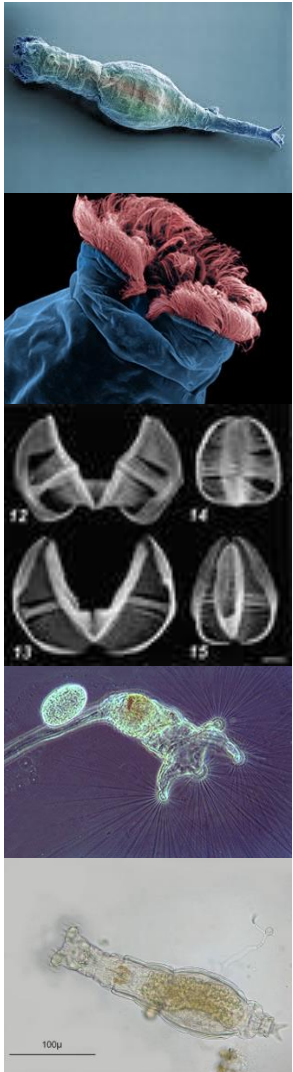
Rotifera

- Mikroskopski vodeni Metazoa (0.04 do 3 mm), kozmopolitske rasprostranjenosti, brojni u slatkovodnim ekosustavima, ali prisutni i u moru
- Nastanjuju plankton, bentos, intersticij, perifiton
- Poznato je nešto više od 2000 vrsta, od kojih je polovica bentoskih
- Velika raznolikost i brojnost čini ih jednom od dominantnih skupina slatkovodne meiofaune



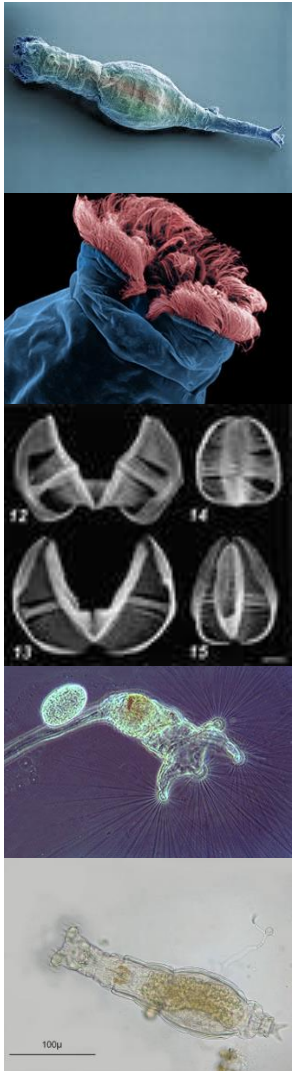
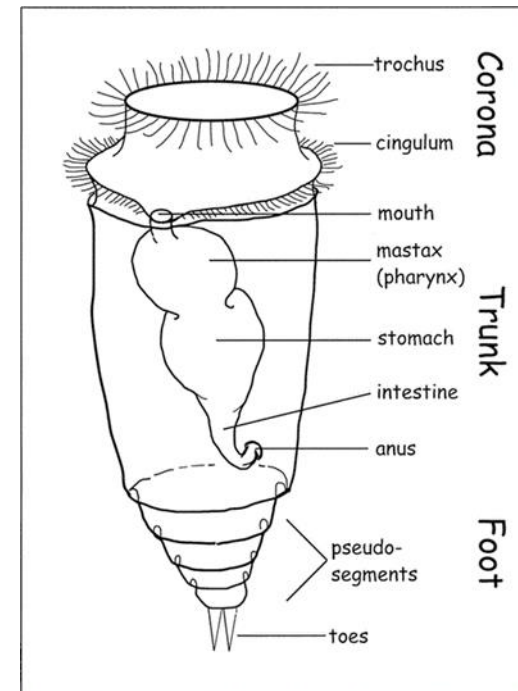
Rotifera

- Integumentni sustav:
 - a) vrlo tanka ekstracelularna kutikula
 - b) intracelularna lamina različite debljine - kod nekih vrsta tvori čvrstu loriku; bez hitina
- Tijelo: glava, trup i noga
- Na glavi kolnjaka nalazi se trepetljikavi vijenac koji se naziva **trepčanik** ili rotatorni organ (eng. corona, wheel organ)



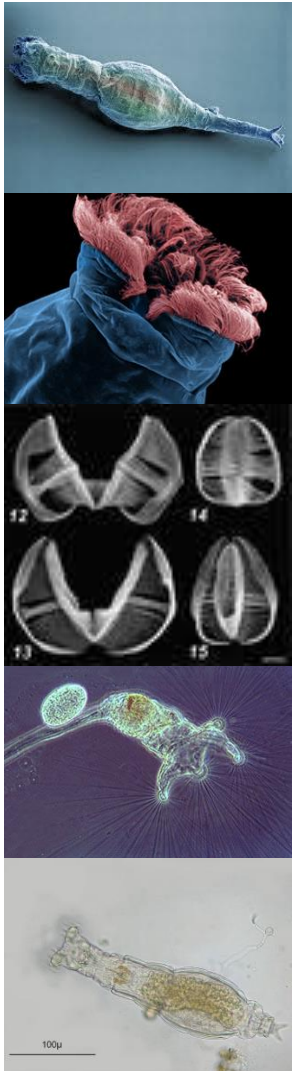
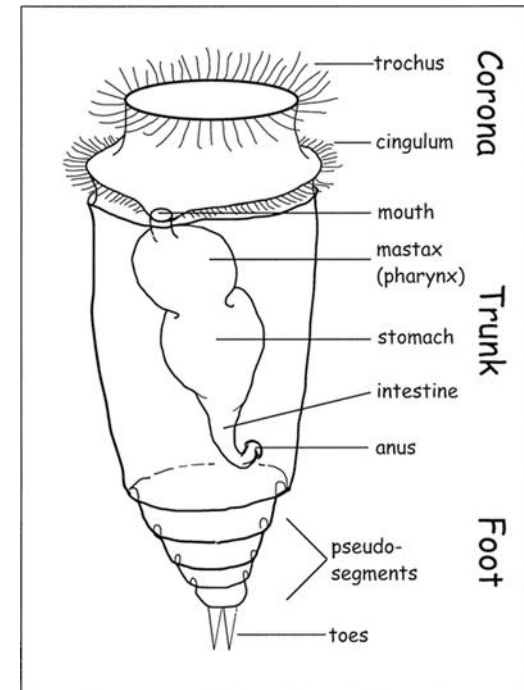
Rotifera

- Integumentni sustav:
 - a) vrlo tanka ekstracelularna kutikula
 - b) intracelularna lamina različite debljine - kod nekih vrsta tvori čvrstu loriku; bez hitina
- Tijelo: glava, trup i noga
- Na glavi kolnjaka nalazi se trepetljikavi vijenac koji se naziva **trepčanik** ili rotatorni organ (eng. corona, wheel organ)



Rotifera

- Integumentni sustav:
 - a) vrlo tanka ekstracelularna kutikula
 - b) intracelularna lamina različite debljine - kod nekih vrsta tvori čvrstu loriku; bez hitina
- Tijelo: glava, trup i noga
- Trup: pseudocel s organima
- ždrijelo preobraženo u specifičan segment koji se zove **žvačnjak** ili **mastax**, s čeljustima

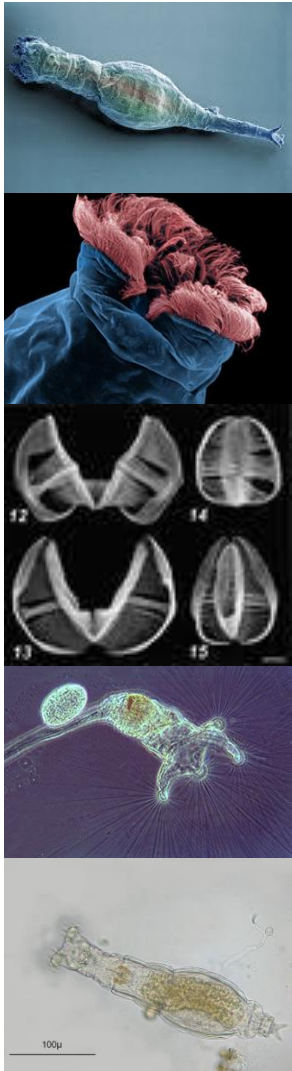
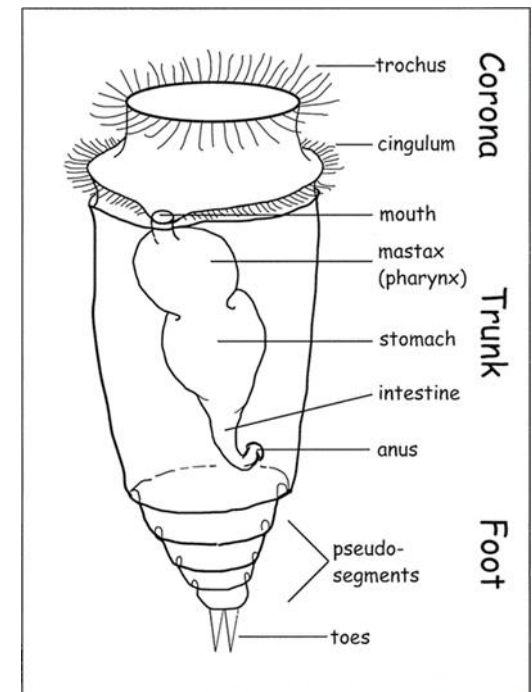


Rotifera

U žvačnjaku se nalaze
čeljusti, trofi (eng. *trophs*)

Hranidbene skupine Rotifera:

- mikrofiltratori - organske
čestice < 20 μm : detritus,
bakterije, sitne alge
- makrofiltratori - organske
čestice > od 50 μm : alge,
detritus, bakterije
- predatori

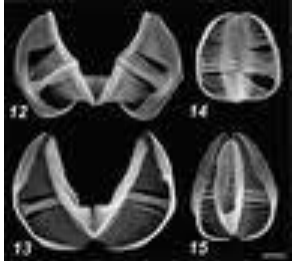
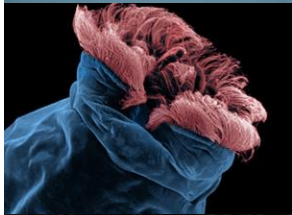
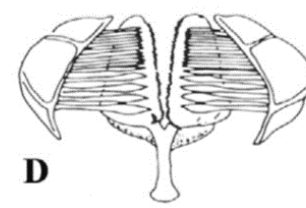
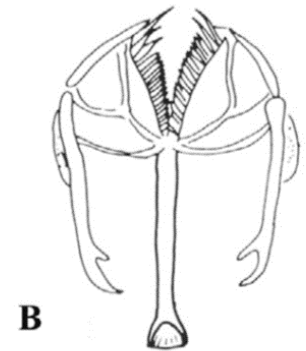
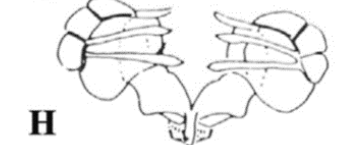
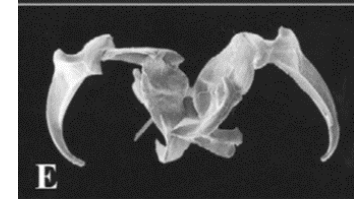
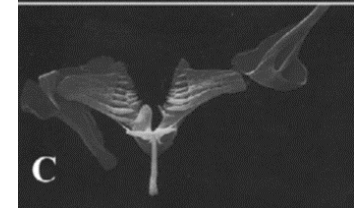
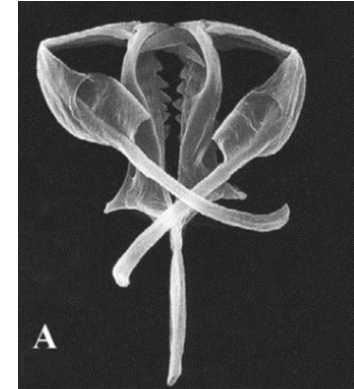


Rotifera

U žvačnjaku se nalaze
čeljusti, trofi (eng. *trophi*)

Hranidbene skupine Rotifera:

- mikrofiltratori - organske čestice < 20 μm : detritus, bakterije, sitne alge
- makrofiltratori - organske čestice > od 50 μm : alge, detritus, bakterije
- predatori



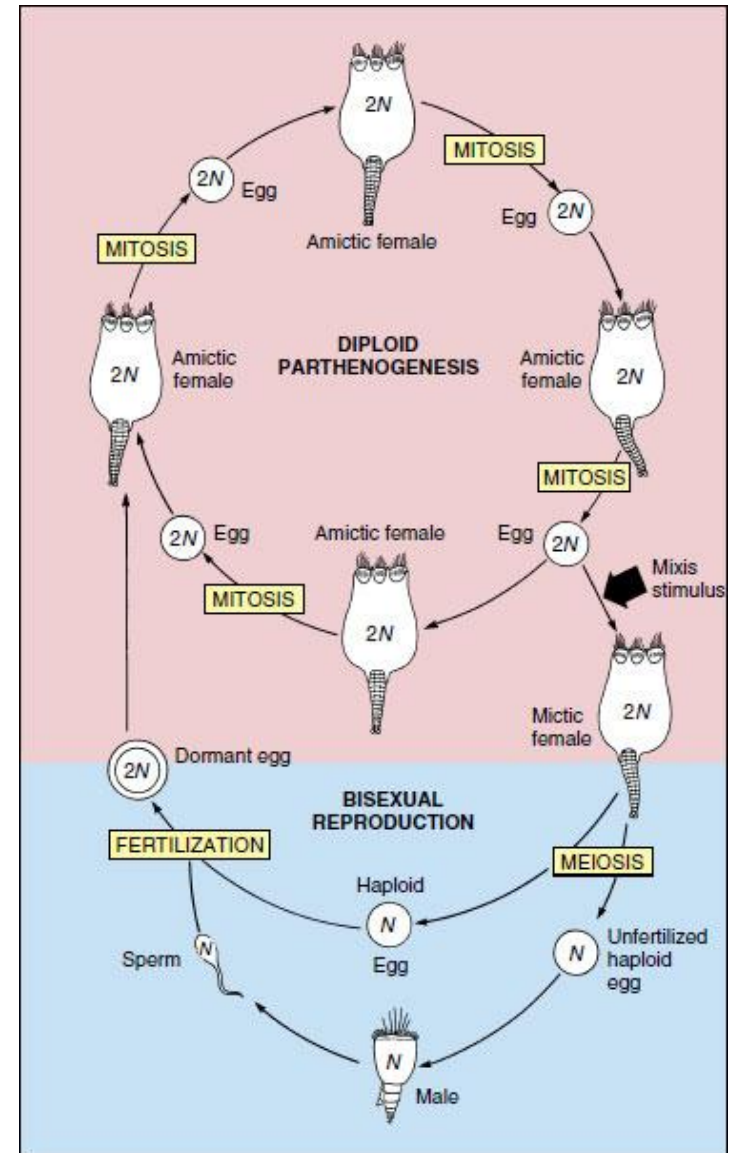
Rotifera



Zbog brzog razvoja, relativno kratkog životnog ciklusa te partenogenetskog razmnožavanja u povoljnim uvjetima i u vrlo kratkom vremenskom razdoblju mogu razviti populacije velike brojnosti

Tri razreda:

- Monogononta
- Bdelloidea
- Seisonidea



Životni ciklus Monogononta

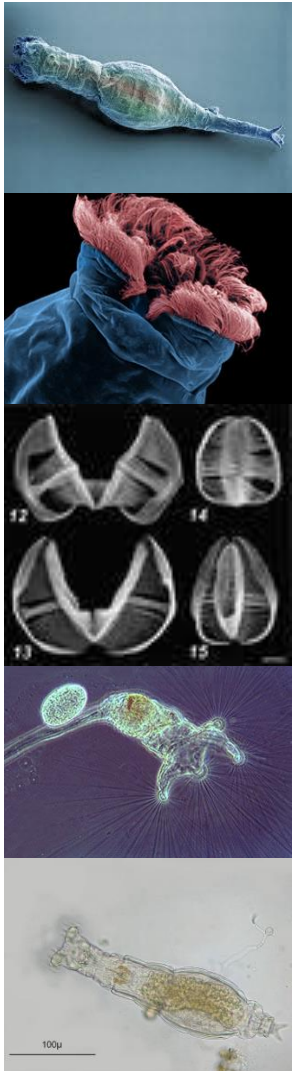
Rotifera

Razred **Monogononta**

Vrstama najbrojnija i najrasprostranjenija skupina kolnjaka (bentos, perifiton i plankton).

Većinom slatkovodni, 100tinak vrsta morski (+ isto toliko brakičkih).

Mužjaci su znatno manji od ženki i pojavljuju se samo periodički u miktičkoj fazi životnog ciklusa.

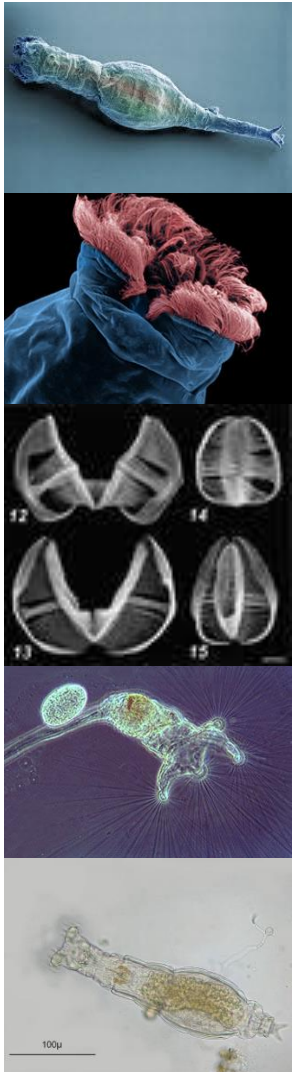


Rotifera

Razred Bdelloidea

Kolnjaci kod kojih ne postoje mužjaci. Smatra se da se nisu pojavljivali već 250 milijuna godina, što je jedinstvena pojava u životinjskom svijetu.

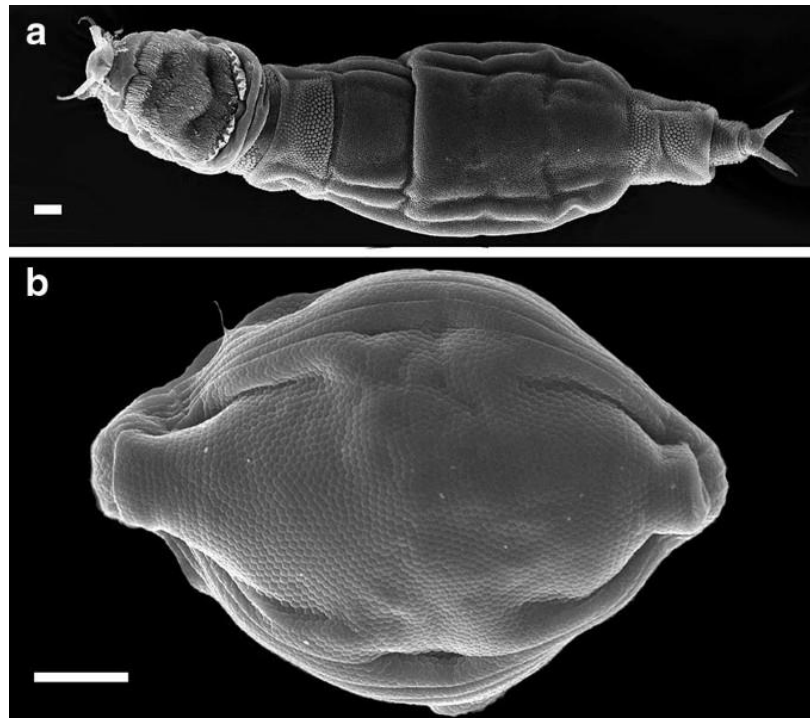
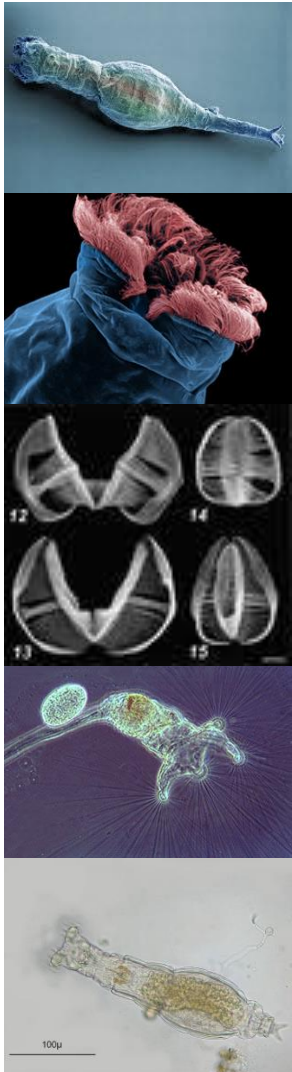
Mnoge vrste mogu proći kroz fazu gotovo potpunog isušivanja i ponovne rehidracije - anhidrobiozu (doslovni prijevod: život bez vode).



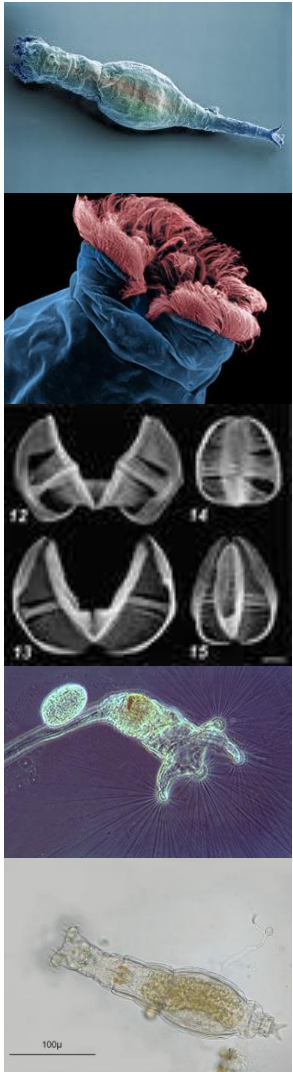
Rotifera

Razred Bdelloidea

Mnoge vrste mogu proći kroz fazu gotovo potpunog isušivanja i ponovne rehidracije - anhidrobiozu (doslovni prijevod: život bez vode).



Rotifera



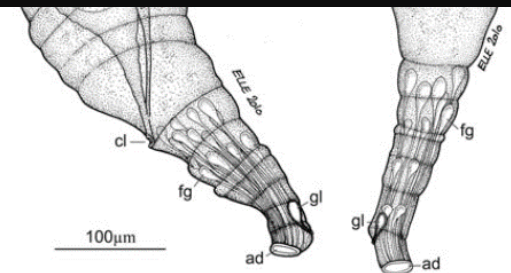
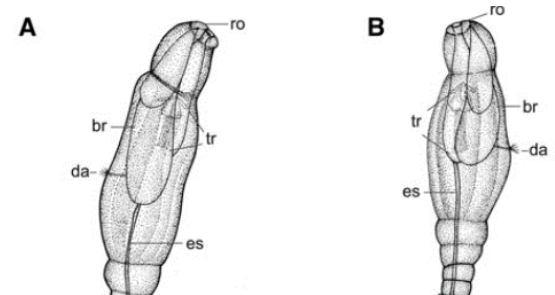
Ricci i sur. 2002: *Macrotrachela quadricornifera* featured in a space experiment. *Hydrobiologia* 534, 239-244.

Rotifera

Razred *Seisonidea*

Aberantna skupina morskih Rotifera koja živi kao epizoonti na rakovima roda *Nebalia*.

Vrste iz ove skupine imaju netipične osobine za kolnjake - spolno razmnožavanje i prisutnost potpuno razvijenih i vjerojatno diploidnih mužjaka.



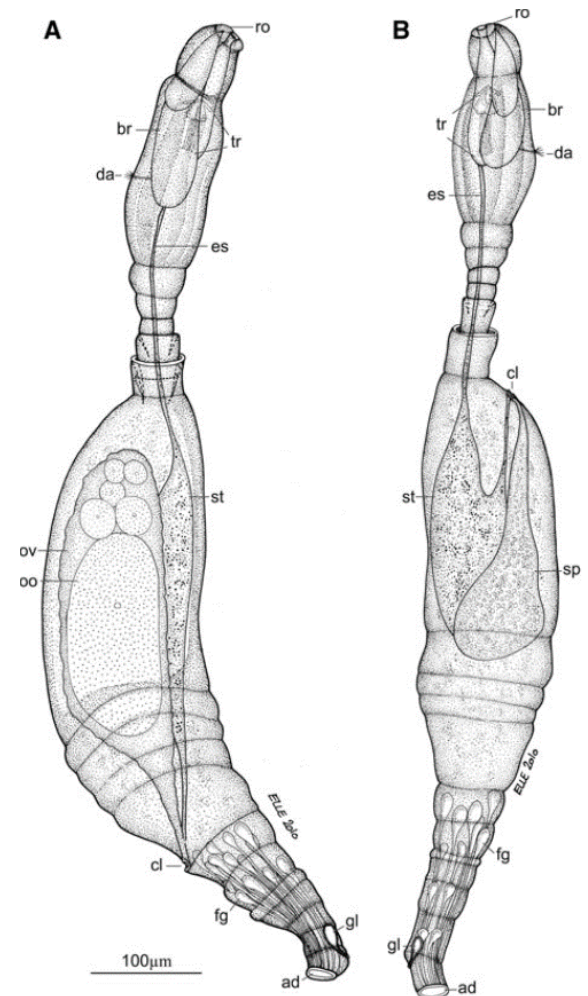
Paraseison kisfaludyi,
preuzeto iz Leasi i sur. 2011

Rotifera

Razred Seisonidea

Jedna porodica, dva roda,
četiri vrste:

- *Paraseison annulatus* (Claus, 1876)
- *Paraseison kislefaludyi* Leasi, Rouse & Sørensen, 2011
- *Seison nebaliae* Grube, 1861
- *Seison africanus* Sørensen, Segers & Funch, 2005



Paraseison kislefaludyi,
preuzeto iz Leasi i sur. 2011

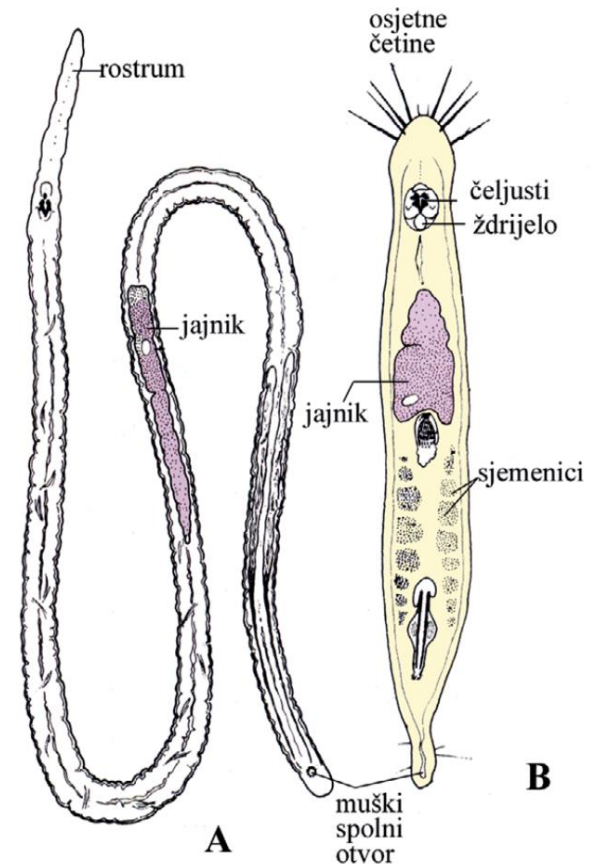
Gnathostomulida

Prve predstavnike Gnathostomulida pronalazi Adolf Remane (njemački zoolog koji je bio pionir u proučavanju morske meiofaune), u prvoj polovici 20 stoljeća.

Njegov učenik Peter Ax 1956. opisuje prvu vrstu iz ove skupine (*Gnathostomula paradoxa*) te je smješta u virnjake.

Rupert Riedl (1969) klasificira ovu grupu životinja u zaseban razred.

Danas je poznato oko 25 rodova i oko 100 vrsta.



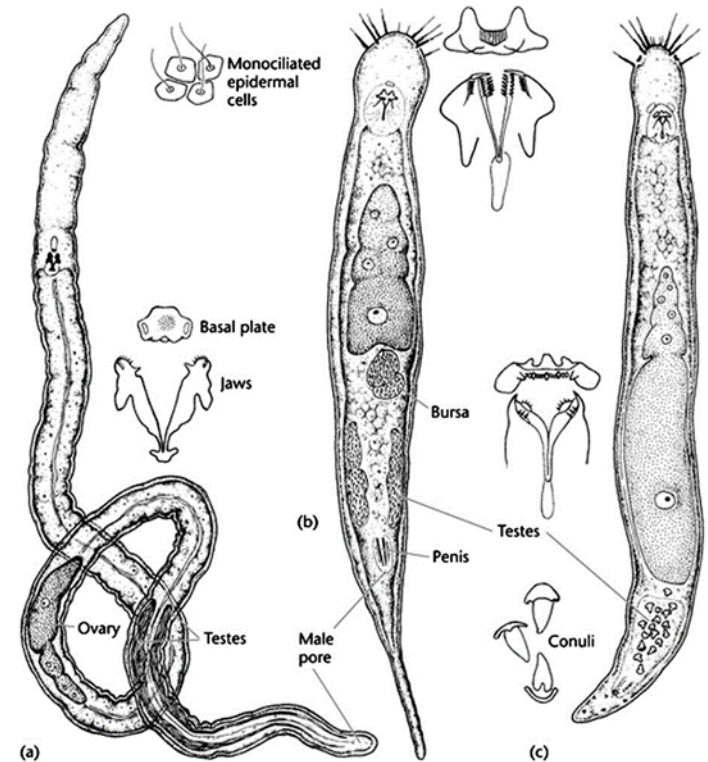
Gnathostomulida

Mikroskopski (od 0.5 do 1 mm), monocilijadni, marinski intersticijski predstavnici meiofaune.

Gnathostomulida žive isključivo u intersticiju pjeskovitih morskih sedimenata od područja plime i oseke do 400 m dubine.

Brojni u hipoksičnom i sumporom bogatom sedimentu, hrane se kemoautotrofnim bakterijama.

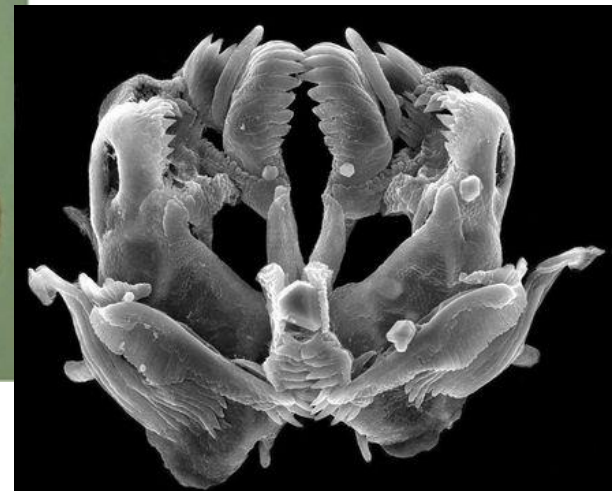
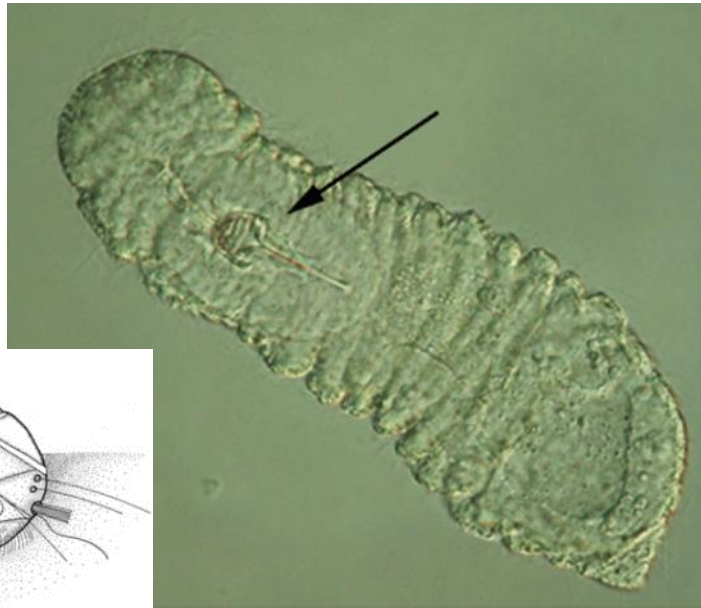
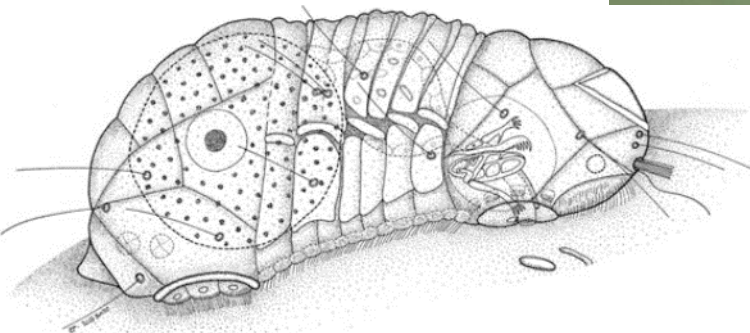
Naše znanje o biologiji ove skupine je i dalje oskudno.



Micrognathozoa

Monospecifično koljeno sa samo jednom vrstom: *Limnognathia maerski*
Kristensen & Funch, 2000.

Pronađena u mahovini hladnih izvora na otoku blizu Grenlanda, a 2002.
godine na otoku u blizini Antartike (polarna rasprostranjenost ili nova
vrsta?)



Gnathifera

Monofiletska skupina koja obuhvaća koljena: Rotifera, Gnathostomulida i Micrognathozoa.

Glava karakteristika (apomorfija) skupine - mišićno ždrijelo s kompleksno građenim čeljustima (trophi)

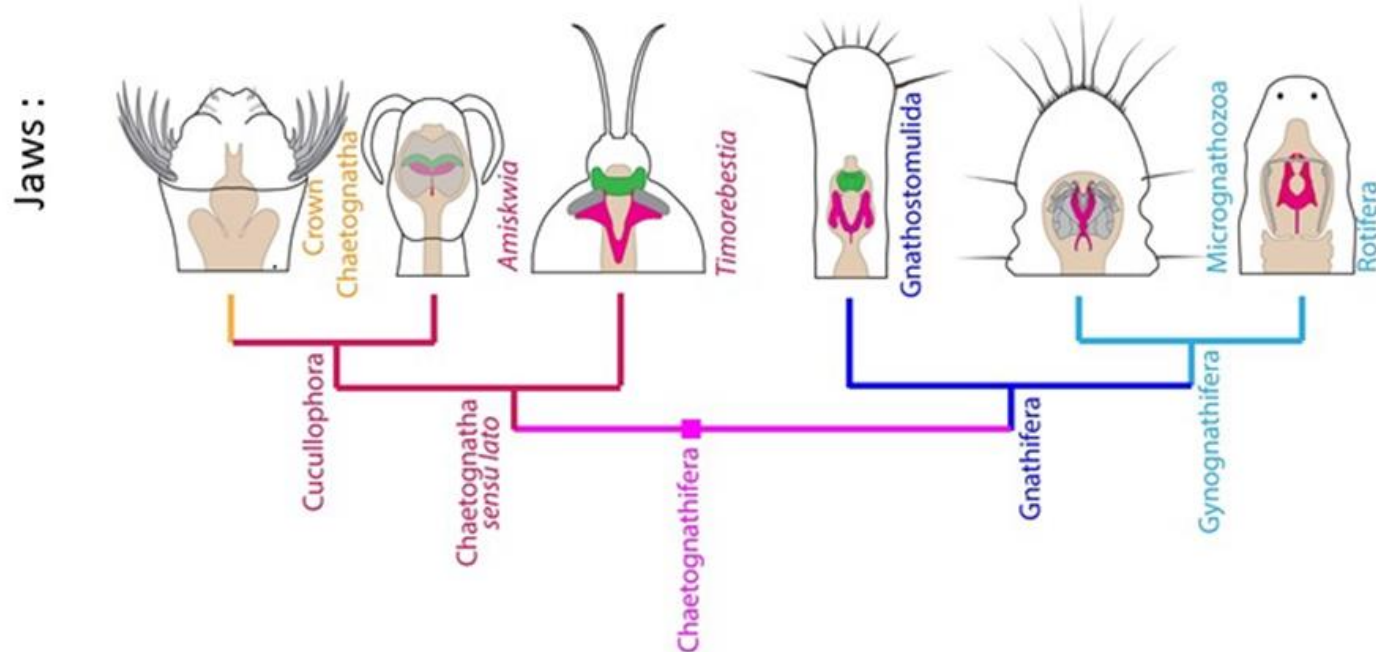


Gnathifera: 4E - elusive, exotic, extreme, enigmatic

Gnathifera

Gnathifera: Rotifera, Gnathostomulida, Micrognathozoa + Chaetognatha?

Glava karakteristika (apomorfija) skupine - mišično ždrijelo s kompleksno građenim čeljustima (trophi)



Gnathifera

Gnathifera: Rotifera, Gnathostomulida, Micrognathozoa + Chaetognatha?

Glava karakteristika (apomorfija) skupine - mišično ždrijelo s kompleksno građenim čeljustima (trophi)



+



Chaetognatha

- Usta su okružena pokretnim četinama i zubićima koji pomažu pri hvatanju plijena - predatori Copepoda i drugog sitnog morskog planktona
- Isključivo morski, većinom planktonski, oko 190 vrsta, dugi 0,5 - 12 cm
- Imaju specifično građenu epidermu - višeslojna je, osim na prednjem glavenom dijelu, gdje je jednoslojna s (intracelularnom?) kutikulom
- Skupina je sekundarno naselila sediment, s jednom meiofanulanom vrstom: *Spadella interstitialis* Kapp & Giere, 2005)



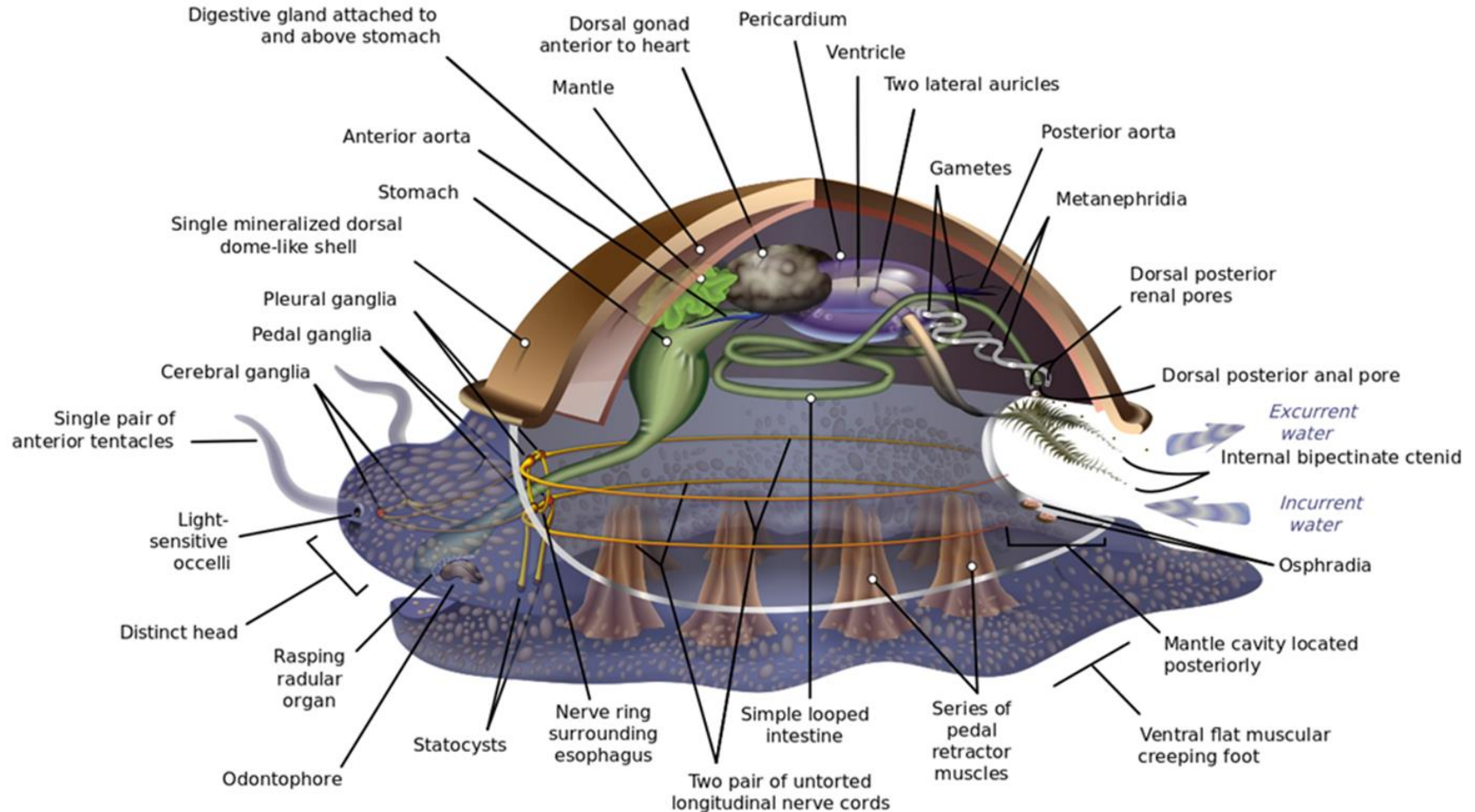
Mollusca

Drugi najveći razred životinja, nakon člankonožaca.

- bilateralno simetrični (puževi sekundarno asimetrični)
- mekano i nekolutićavo tijelo
- plašt izlučuje vapnenački egzosklet
- regije tijela: glava, (trepetljikavo) stopalo i utrobna vreća obavijena plaštom, plaštana šupljina
- radula (trenica) za usitnjavanje hrane
- primarna tjelesna šupljina + shizocelni celom (perikard, gonocel i nefrocel)
- češljaste škrge (ktenidiije) i kemoreceptor osfradij, smještai u plaštanoj šupljini
- tetraneuralan živčani sustav



Mollusca



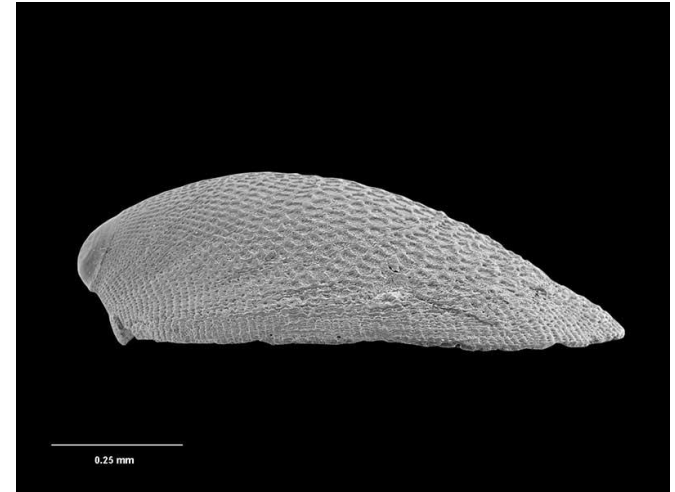
Anatomical diagram of a hypothetical ancestral mollusc

Mollusca

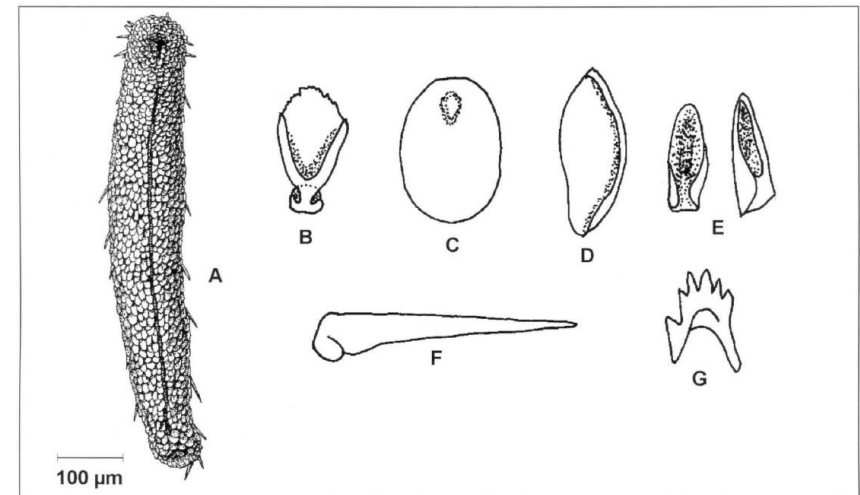
Nakon metamorfoze većina mekušaca prolazi kroz početnu bentosku fazu tijekom koje pripadaju privremenoj meiofauni i mogu tvoriti brojne populacije čime su i ekološki važni.

Mali broj vrsta prisutno u stalnoj meiofauni, prvenstveno iz razreda:

- Monoplacophora (*Micropillina*, *Rokopella*)
- Aplacophora (*Meiomenia*, *Psammomenia*)
- Gastropoda (*Pseudovermis*, *Caecum*)



Micropilina wareni B.A. Marshall, 2006



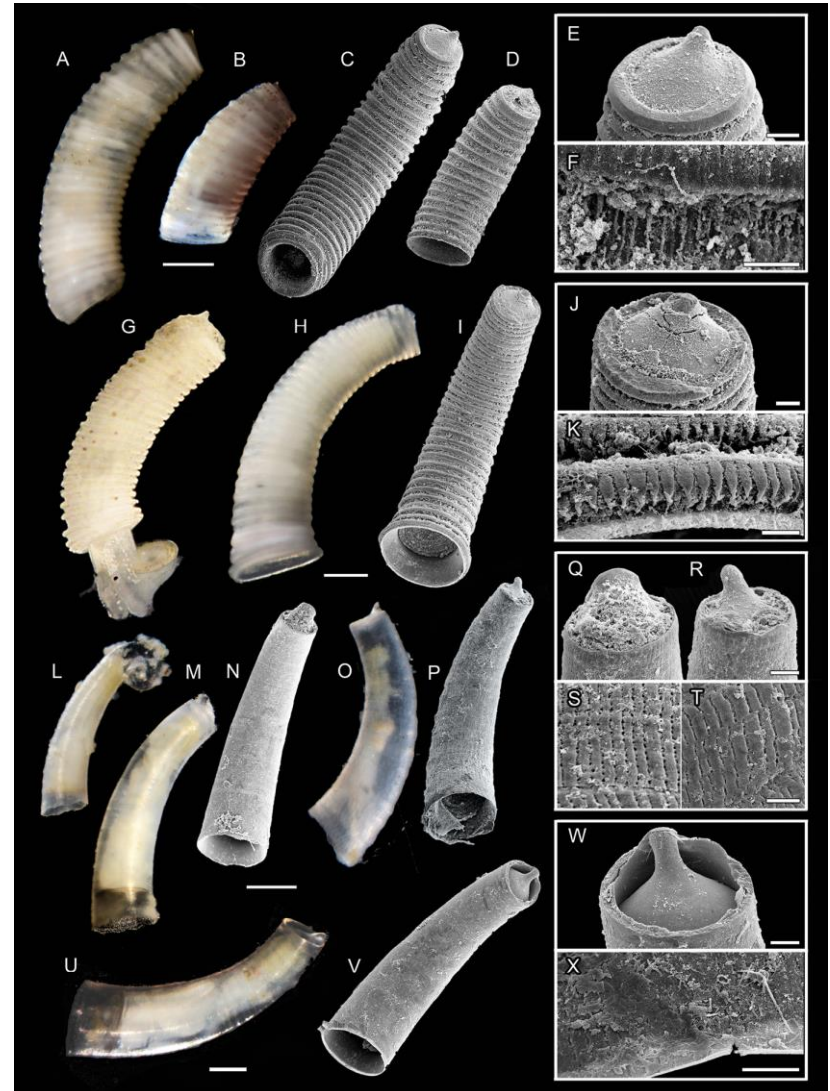
Meiomenia swedmarki Morse, 1979.

Mollusca

Nakon metamorfoze većina mekušaca prolazi kroz početnu bentosku fazu tijekom koje pripadaju privremenoj meiofauni i mogu tvoriti brojne populacije čime su i ekološki važni.

Mali broj vrsta prisutno u stalnoj meiofauni, prvenstveno iz razreda:

- Monoplacophora (*Micropillina*, *Rokopella*)
- Aplacophora (*Meiomenia*, *Psammomenia*)
- Gastropoda (*Pseudovermis*, *Caecum*)



Caecum spp. Preuzeto iz: Egger i sur. 2020

Annelida



Kolutićavci (Annelida)

- morfološki i ekološki vrlo raznolika skupina beskralješnjaka
- tijelo većine kolutićavaca se sastoji od glave i segmentiranog trupa tijelo u kojem se većina unutarnjih i vanjskih dijelovi ponavlja sa svakim segmentom - homonomna metamerija
- uspješno su zauzeli gotovo sva staništa gdje je dostupna voda: sveprisutni u moru, brojni u slatkovodnom bentosu, a mnogi žive u vlažnim kopnenim staništima

Annelida

Kolutićavci (Annelida)

- Do danas opisano oko 22 000 vrsta

Recentne radikalne promjene u taksonomiji:

- Polychaeta
- Clitellata:
 - Oligochaeta
 - Branchiobdellida
 - Hirudinea



Annelida

Kolutićavci (Annelida)

- Do danas opisano oko 22 000 vrsta

Recentne radikalne promjene u taksonomiji:

- Polychaeta
- Clitellata:
 - Oligochaeta
 - Branchiobdellida
 - Hirudinea

+ nekadašnja koljena:

- Sipuncula
- Echiura
- Myzostomida
- Pogonophora



Annelida



Kolutićavci (Annelida)

- mnogi mnogočetinaši u juvenilnoj fazi su dio povremen meiofaune (Hesionidae, Syllidae i Capitellidae)
- oko 250 vrsta mnogočetinaša mejobentoske veličine, iz cca. 25 porodica, često s visokom brojnošću
- maločetinaši - oko 750 vrsta unutar meiofaune, iz porodica Tubificidae*, Naididae*, Enchytraeidae*, Lumbriculidae*