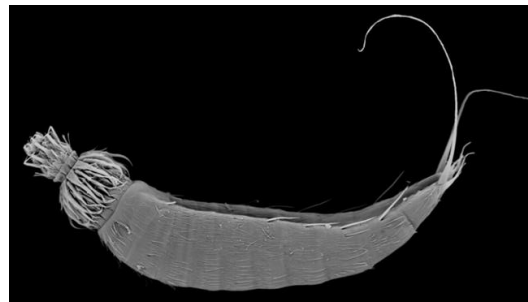


# MEIOFAUNA U MORSKIM I SLATKOVODNIM SEDIMENTIMA

Izv. prof. dr. sc. Tvrtko Dražina

Kolegij: Ekologija mikrofaune



# Uvod



- Meiofauna, *sensu lato* - bentoski organizmi veličine tijela od 30 do 1000  $\mu\text{m}$
- 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 sedimentata, u obraštaju, na sesilnim organizmima...

# Uvod



- ALI, pojam "meiofauna" ima dva različita značenja ovisno o kontekstu.
- U ekološkim i faunističkim istraživanjima "meiofauna,, (*sensu lato*) 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" (*sensu stricto*) 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.

## **Non-Bilateria\*** (Diploblastica)

Koljeno Porifera  
Koljeno Placozoa  
Koljeno Cnidaria  
Koljeno Ctenophora

## **Bilateria** (Triploblastica)

Koljeno Xenacoelomorpha

### **Protostomia**

Koljeno Chaetognatha

### Spiralia

Koljeno Platyhelminthes  
Koljeno Gastrotricha  
Koljeno Rhombozoa  
Koljeno Orthonectida  
Koljeno Nemertea  
Koljeno Mollusca  
Koljeno Annelida  
Koljeno Entoprocta  
Koljeno Cycliophora

### *Gnathifera*

Koljeno Gnathostomulida  
Koljeno Micrognathozoa  
Koljeno Rotifera

### *Lophophorata*

Koljeno Phoronida  
Koljeno Bryozoa  
Koljeno Brachiopoda

### Ecdysozoa

#### *Nematoida*

Koljeno Nematoda  
Koljeno Nematomorpha

#### *Scalidophora*

Koljeno Kinorhyncha  
Koljeno Priapula  
Koljeno Loricifera

#### *Panarthropoda*

Koljeno Tardigrada  
Koljeno Onychophora  
Koljeno Arthropoda  
Potkoljeno Crustacea\*  
Potkoljeno Hexapoda  
Potkoljeno Myriapoda  
Potkoljeno Chelicerata

### **Deuterostomia**

Koljeno Echinodermata  
Koljeno Hemichordata  
32. Koljeno Chordata

\*parafiletske skupine

# Uvod

- 22 koljena životinjskog carstva imaju svoje predstavnike unutar meiofaune

Phylum	Mo	Sl	Phylum	Mo	Sl
Cnidaria	S		Bryozoa (Ectoprocta)	S	
Xenacoelomorpha	S		Kamptozoa (Entoprocta)	S	
Rotifera	S	S	Kinorhyncha	S	
Gnathostomulida	S		Priapulida	S, P	
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; Sl - slatkovodni; S - stalna; P - povremena meiofauna.



# Uvod

- 22 koljena životinjskog carstva imaju svoje predstavnike unutar meiofaune

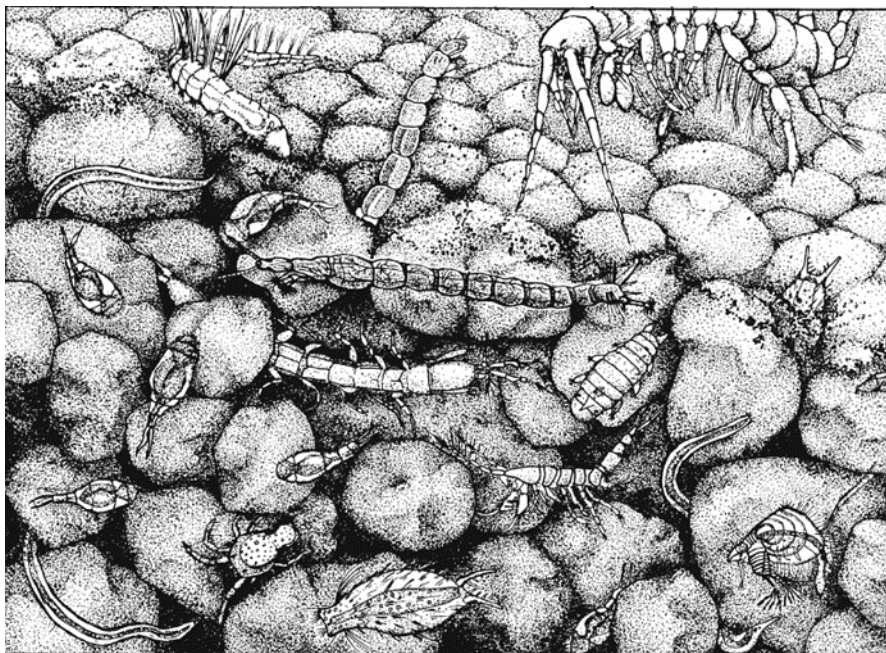
- Podjela meiofaune:

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

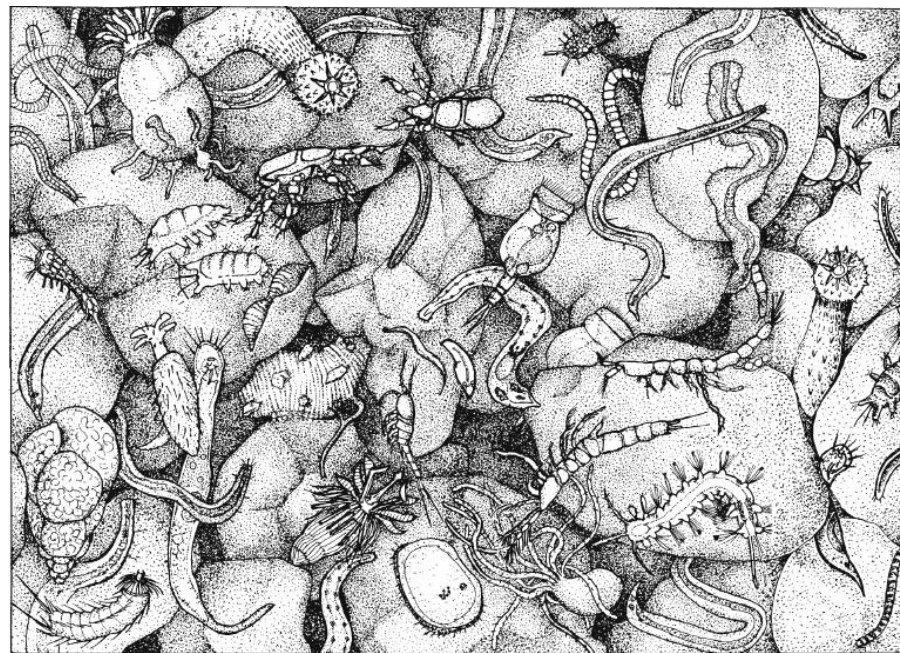


# Uvod

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

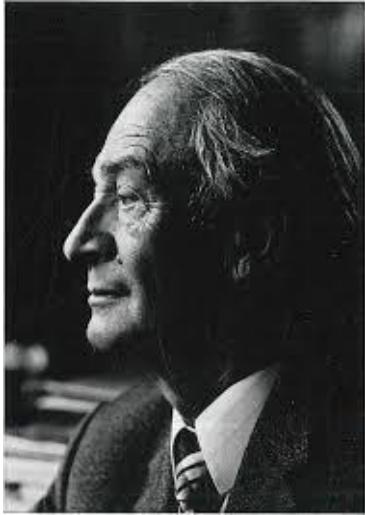


a) slatkovodna meiofauna



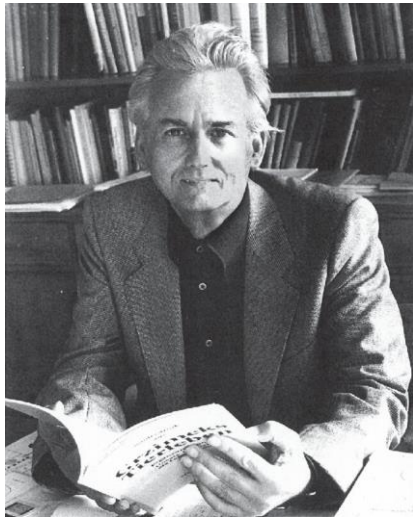
b) morska meiofauna

# Uvod



**Adolf Remane (1898-1976)** - istaknuti njemački zoolog i jedan od pionira u proučavanju meiofaune.

Opisao je brojne vrste meiofaune koja živi u morskim sedimentima uključujući skupine poput *Gastrotricha*, *Rotifera*, *Kinorhyncha* i *Anellida*.



**Peter Ax (1927-2013)** - jedan od najpoznatijih Remaneovih učenika, specijalist za meiofaunu i intersticijsku faunu; značajno je razvio spoznaje o evoluciji i sistematici beskralježnjaka.

# 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.

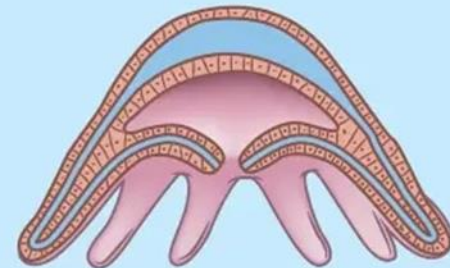
Dva osnovna oblika tijela: planktonske **meduze** i sésilni **polipi**, koji su radijalno simetrični.

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

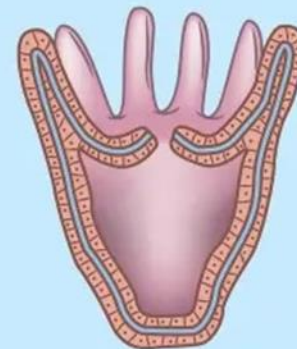
Tijelo im se sastoji od dva sloja stanica, vanjskog epiderma i unutrašnjeg gastroderma, između kojih se nalazi želatinozni sloj - mezogleja.

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

MEDUSA



POLYP



# Cnidaria

**Anthozoa**  
- koralji



**Scyphozoa**  
- režnjaci



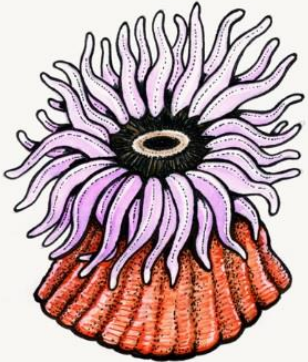
**Hydrozoa**  
- obrubnjaci



# Cnidaria

## Anthozoa

Corals and sea anemones



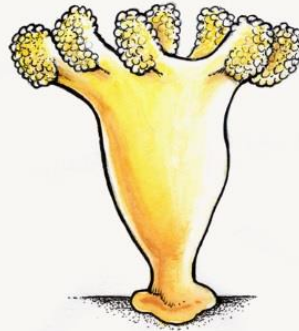
## Scyphozoa

Swimming Jellyfish



## Staurozoa

Stalked Jellyfish



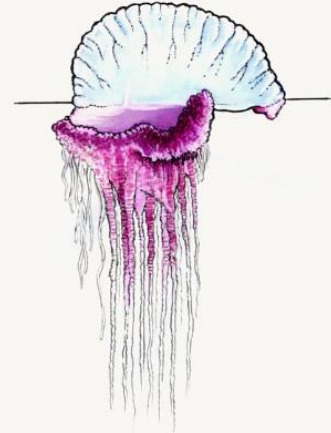
## Cubozoa

Box jellyfish



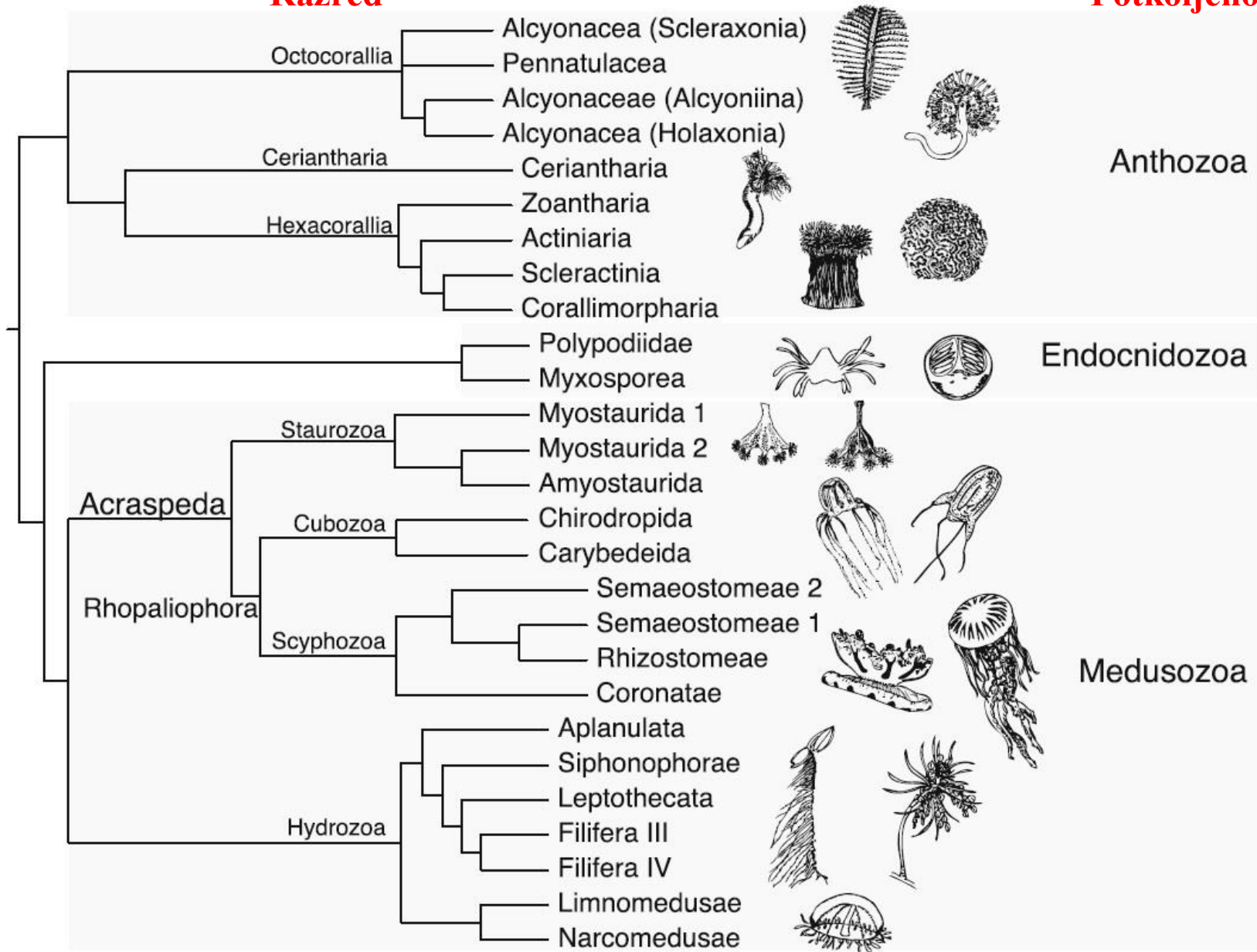
## Hydrozoa

Hydroids and siphonophores



# Razred

# Potkoljeno



Prema Kayal i sur. 2018

# Cnidaria



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

Meiofaunalni žarnjaci dolaze u stadiju polipa i meduze.

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

# Xenacoelomorpha

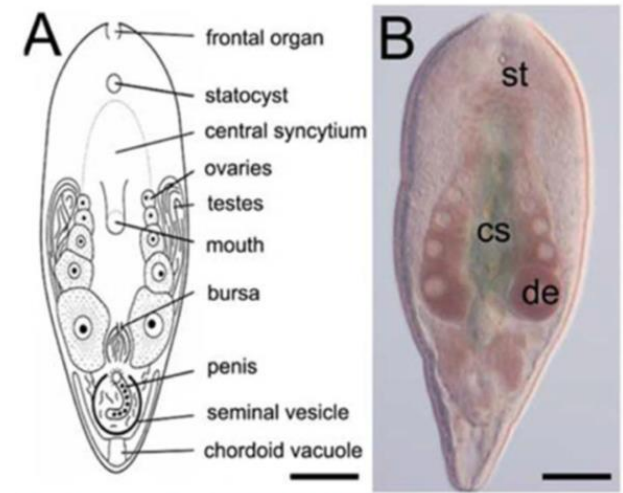
Xenacoelomorpha su sitni bilateralnih beskralješnjaci koji se dijele na dvije sestrinske skupine:

**Xenoturbellida i Acoelomorpha.**

Nalaze se širom svijeta u morskim i brakičkim sedimentima.

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

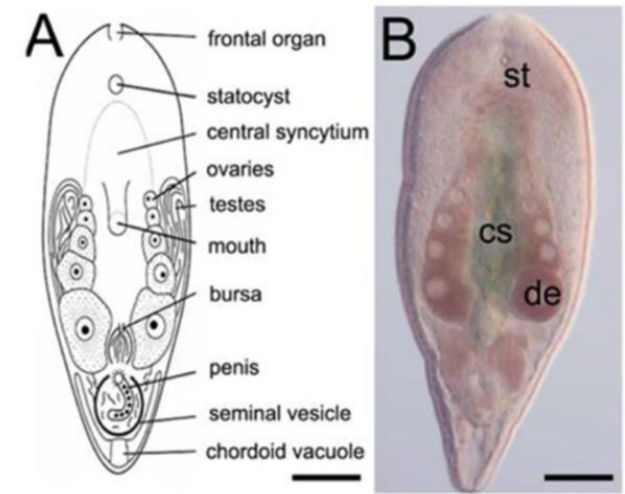
Iz Acoelomorpha najpoznatija je skupina **Acoela**. Povijesno su tretirani kao red unutar virnjaka (Platyhelminthes: Turbellaria).



# Xenacoelomorpha

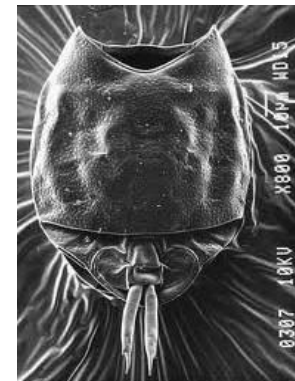
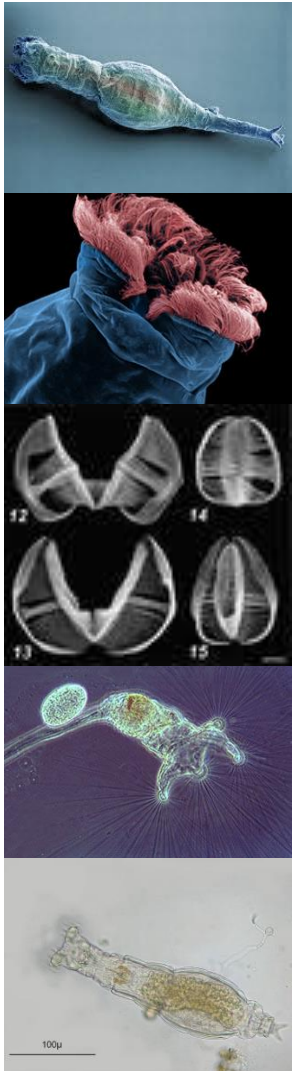
## Acoela - bescrijevci

- prstenasti i uzdužni mezodermalni mišići
- nemaju strukturirano probavilo (bez lumena obloženog epitelnim stanicama; odatle naziv „Acoela“) već imaju mnogojezgrenu masu (sincitij) koja fagocitira progutane čestice
- bez tjelesne šupljine
- više pari uzdužnih živčanih vrpca s koncentracijom anteriornih osjetnih stanica i cerebralnih komisura („mozak“)
- oko 400 vrsta, slobodnoživući, morski, ali nekoliko vrsta živi u braktičkim i slatkovodnim staništima



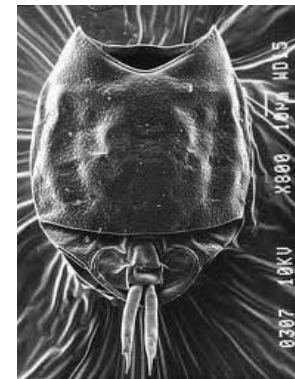
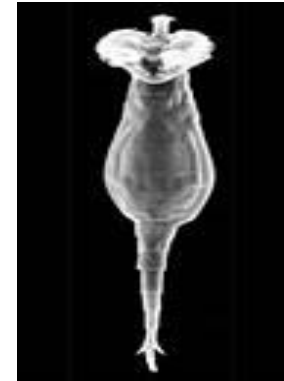
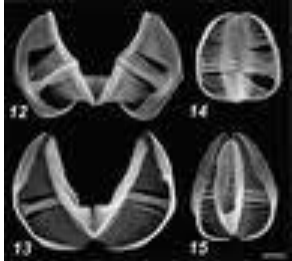
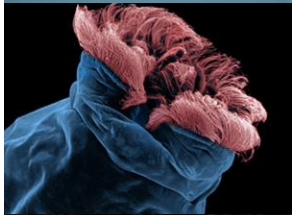
# Rotifera

- 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



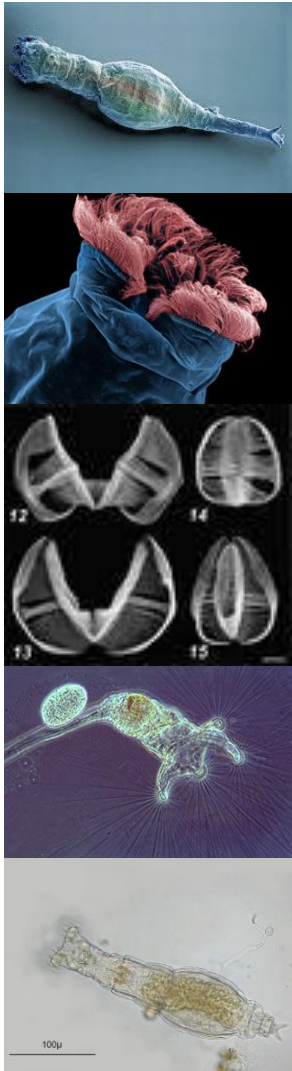
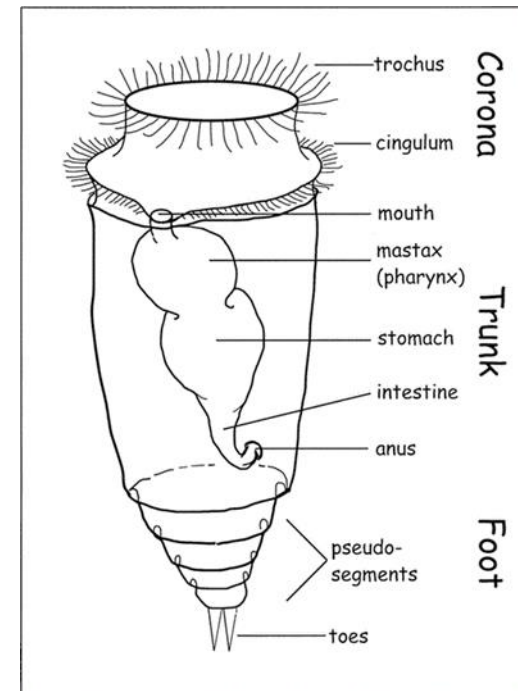
# Rotifera

- 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*)



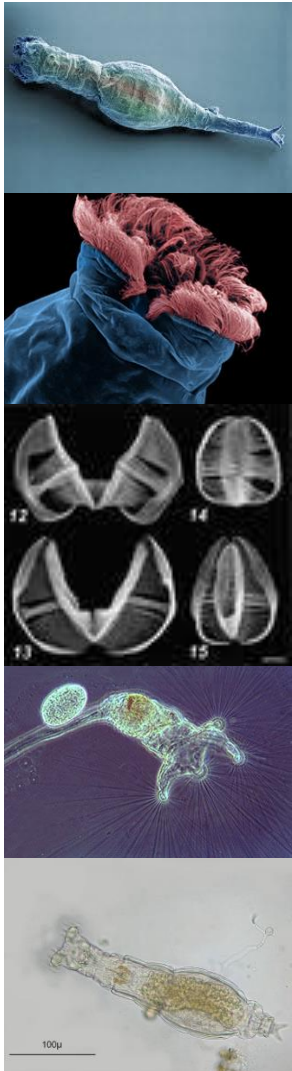
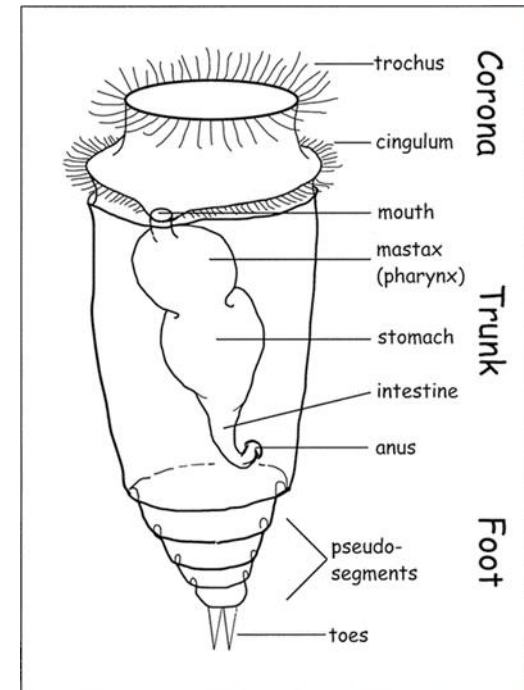
# Rotifera

- 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)



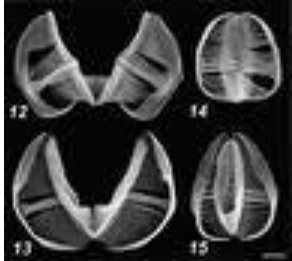
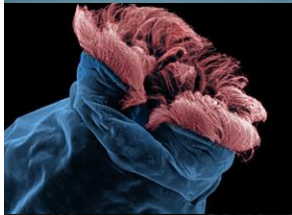
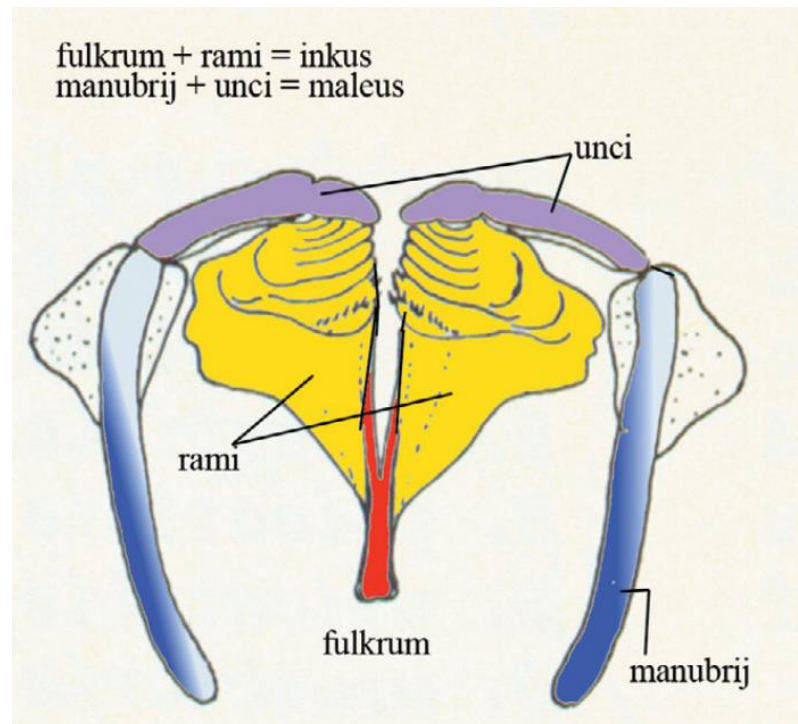
# Rotifera

- 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

- ždrijelo preobraženo u specifičan segment koji se zove **žvačnjak** ili **mastax**, s čeljustima

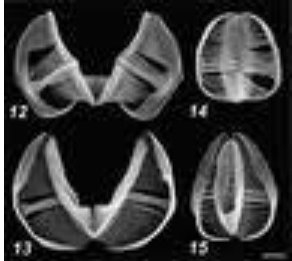
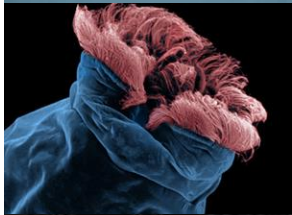
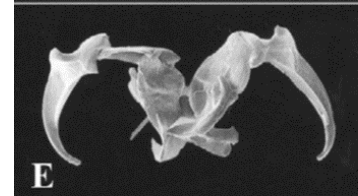
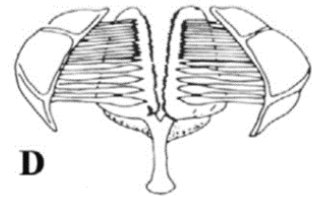
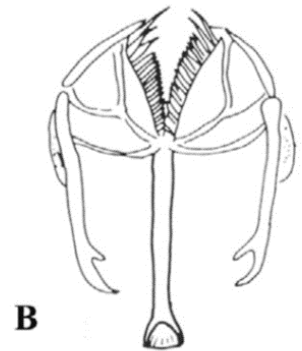
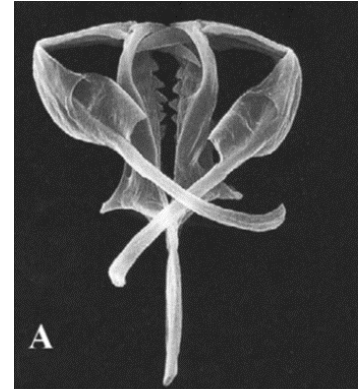


# Rotifera

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

Hranidbene skupine Rotifera:

- mikrofiltratori - organske čestice < 20  $\mu\text{m}$ : detritus, bakterije, sitne alge
- makrofiltratori - organske čestice > od 50  $\mu\text{m}$ : alge, detritus, bakterije
- predatori

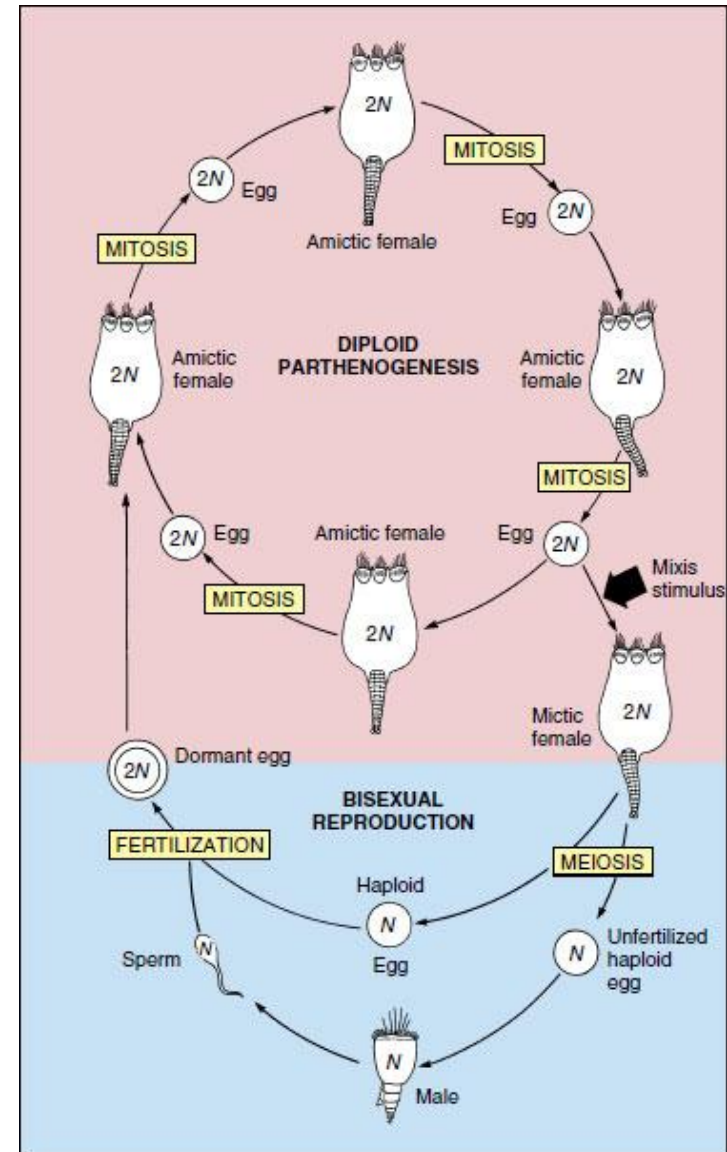


# Rotifera

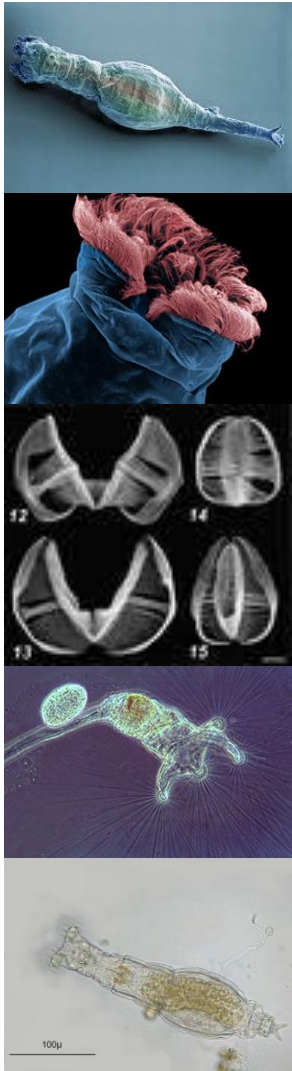
Zbog brzog razvoja, relativno kratkog životnog ciklusa te partenogenetskog razmnožavanja u povoljnim uvjetima i u vrlo kratkom vremenskom razdoblju mogu razviti populacije velike brojnosti

Tri razreda:

- Monogononta
- Bdelloidea
- Seisonidea



Životni ciklus Monogononta



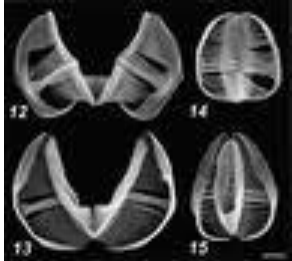
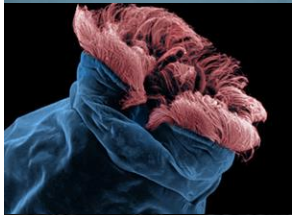
# Rotifera

## 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.

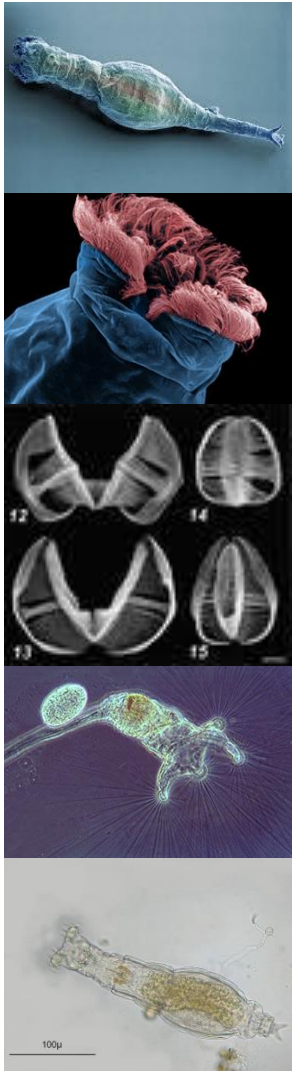


# Rotifera

## 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.

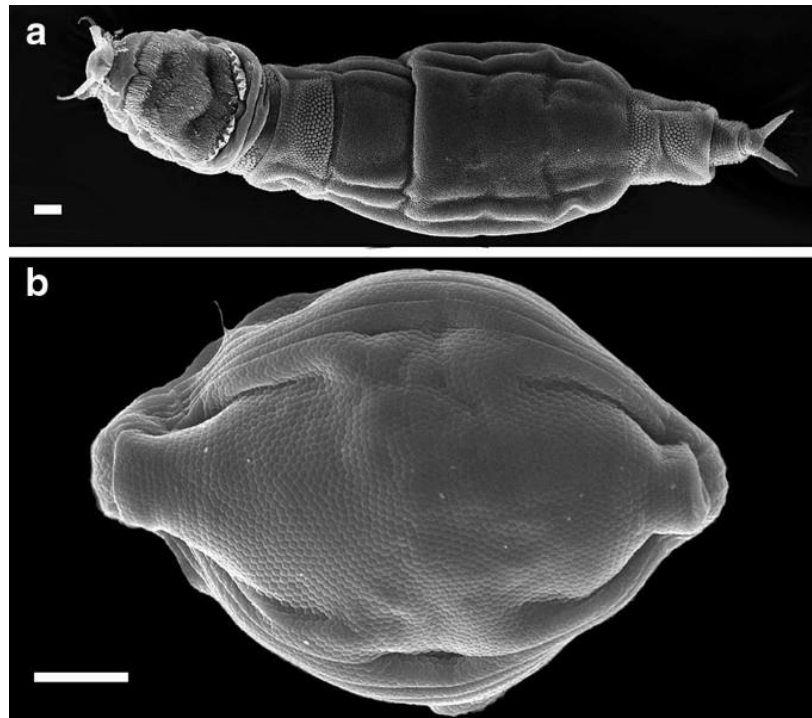
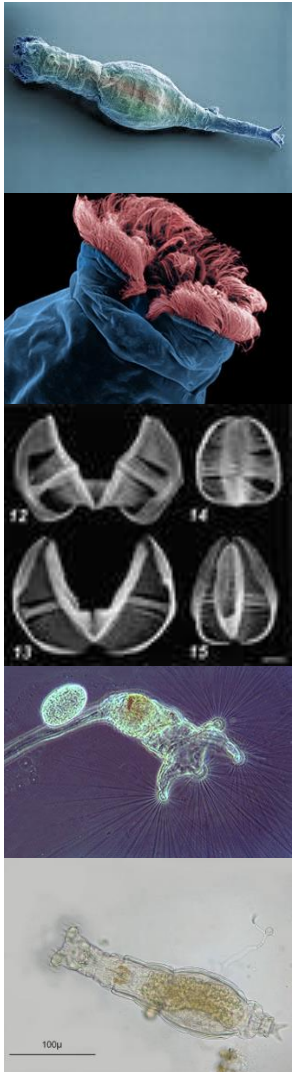
Mnoge vrste mogu proći kroz fazu gotovo potpunog isušivanja i ponovne rehidracije - **anhidrobiozu** (doslovni prijevod: život bez vode).



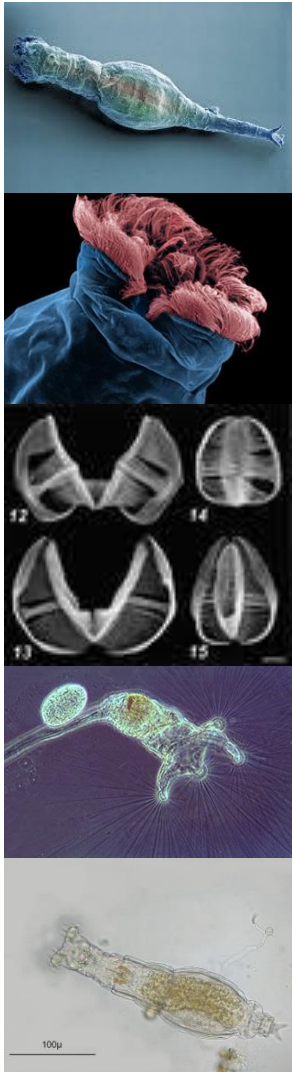
# Rotifera

## Razred Bdelloidea

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



# Rotifera



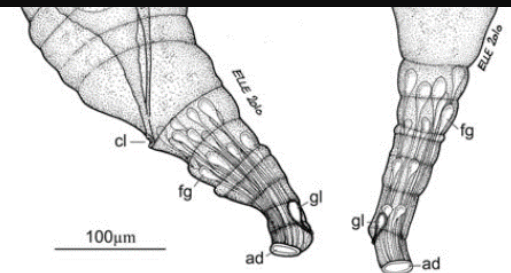
Ricci i sur. 2002: *Macrotrachela quadricornifera* featured in a space experiment. *Hydrobiologia* 534, 239-244.

# Rotifera

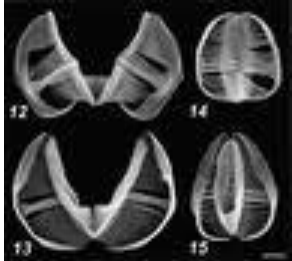
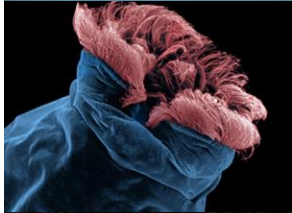
## Razred Seisonidea

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

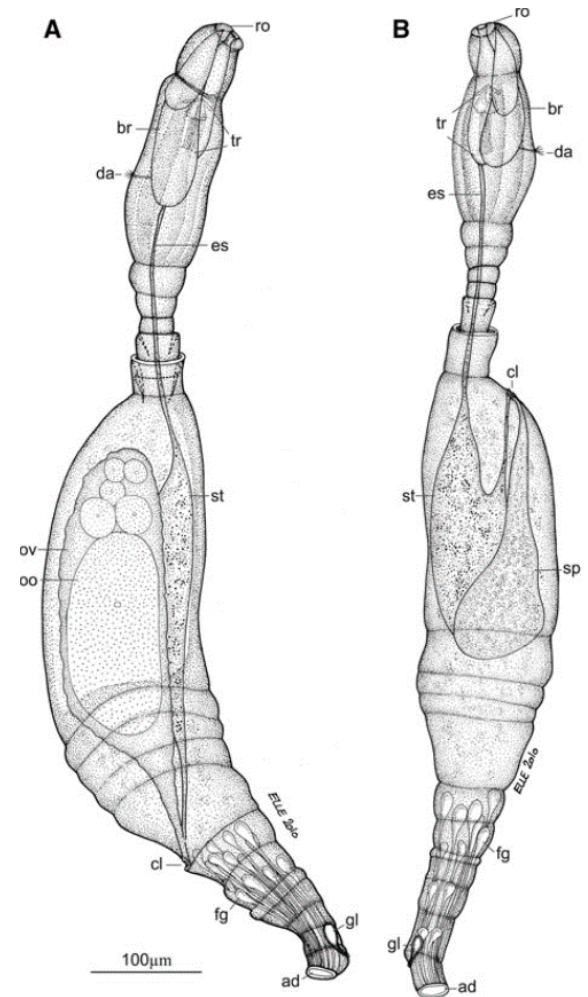


# Rotifera

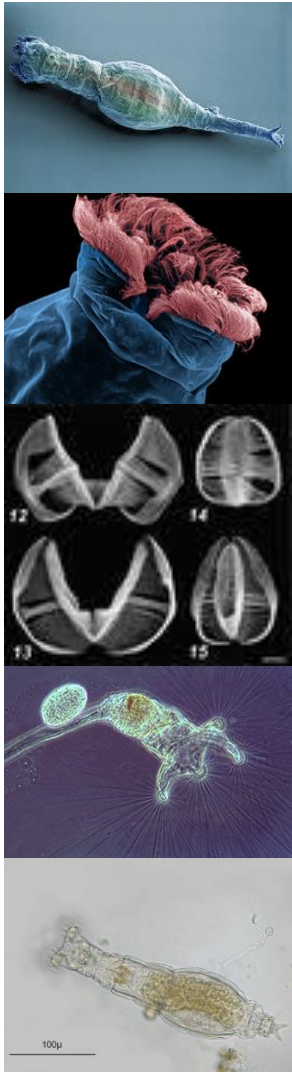
## Razred Seisonidea

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



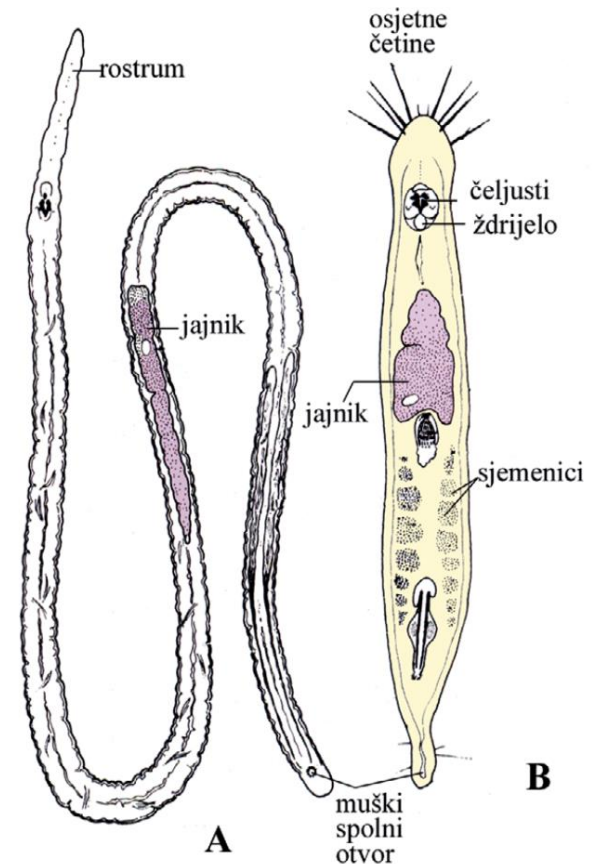
# Gnathostomulida

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.



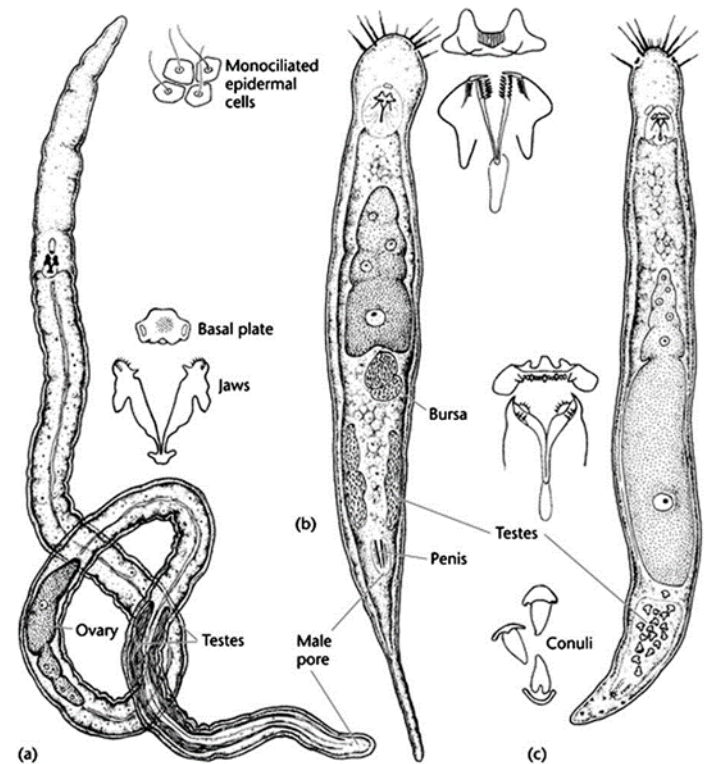
# Gnathostomulida

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.

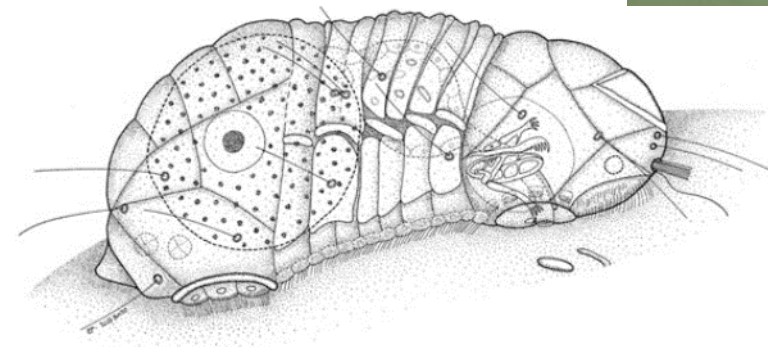
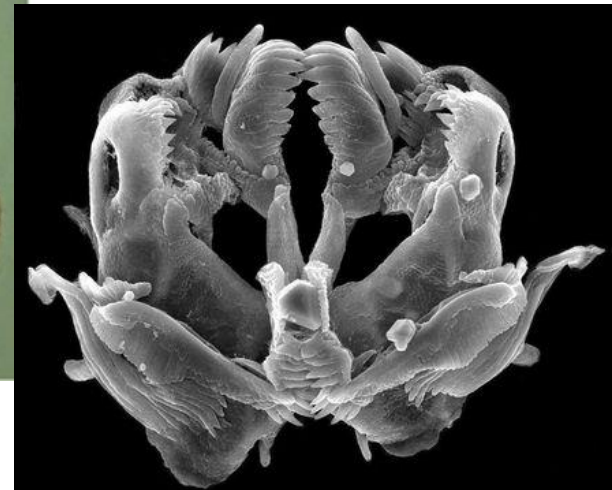
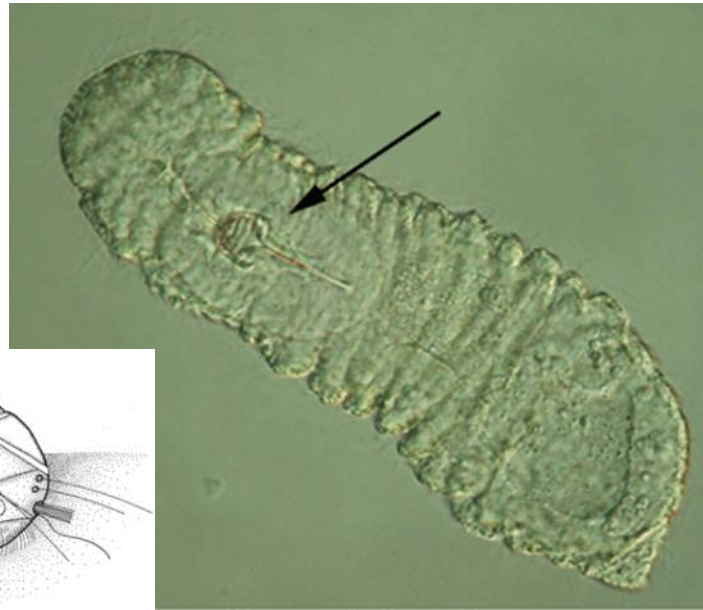
Naše znanje o biologiji ove skupine je i dalje oskudno.



# 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 (apomofrija) skupine - mišićno ždrijelo s kompleksno građenim čeljustima (trophi)

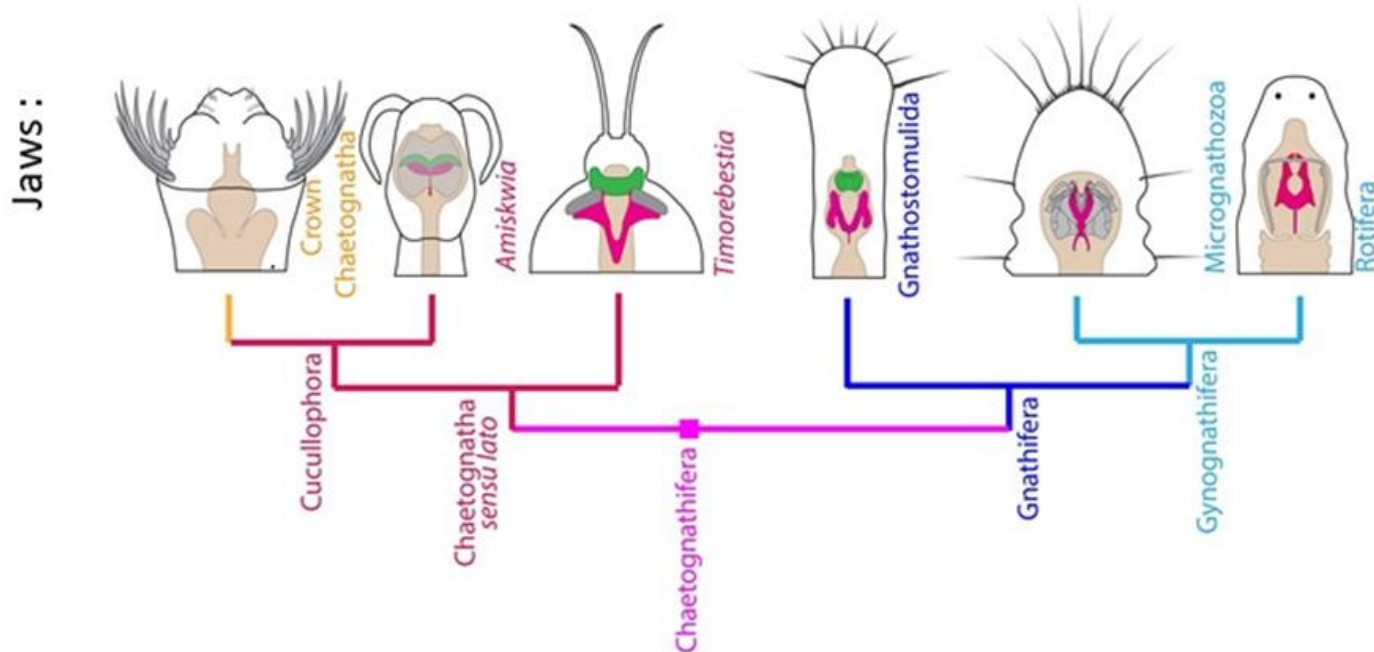


Gnathifera: 4E - elusive, exotic, extreme, enigmatic

# Gnathifera

Gnathifera: Rotifera, Gnathostomulida, Micrognathozoa + Chaetognatha?

Glava karakteristika (apomofrija) 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)



+

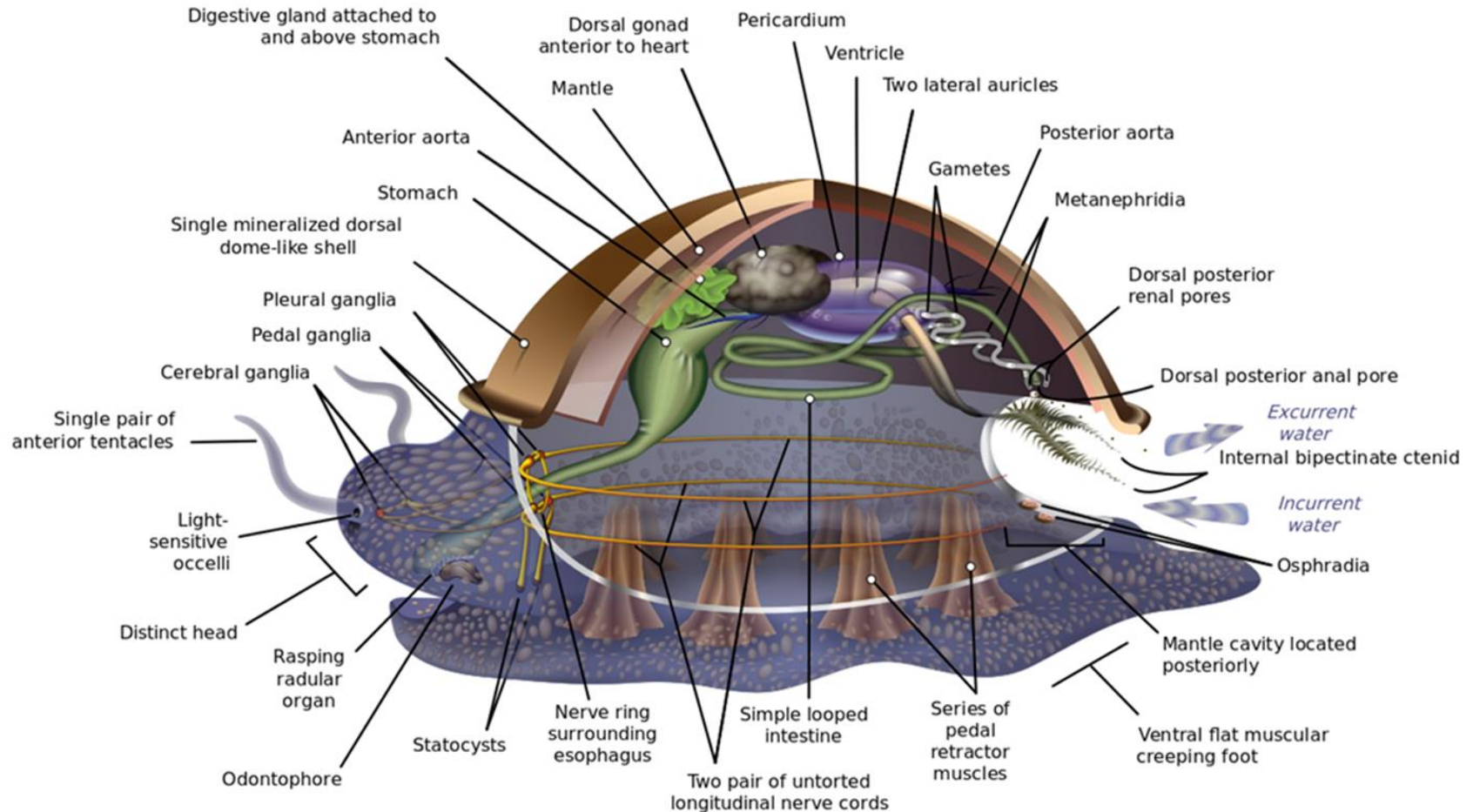


# Chaetognatha

- 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



Anatomical diagram of a hypothetical ancestral mollusc

# Mollusca

Drugi najveći razred životinja, nakon člankonožaca.

- bilateralno simetrični (puževi sekundarno asimetrični)
- mekano i nekolutičavo 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 (ktenidije) i kemoreceptor osfradij, smještene u plaštanoj šupljini
- tetraneuralan živčani sustav

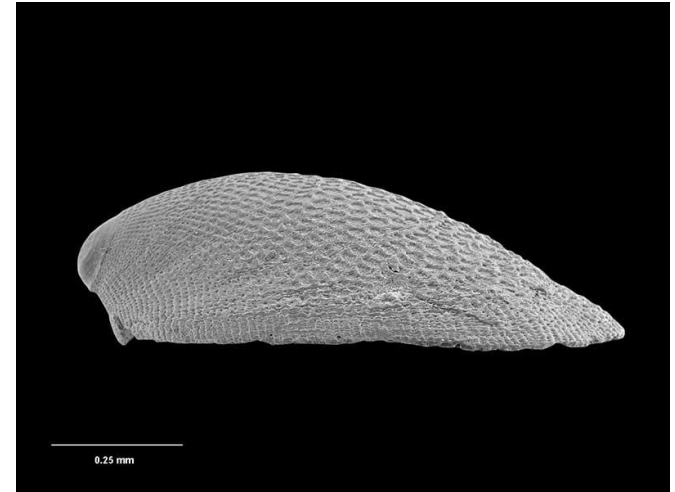


# Mollusca

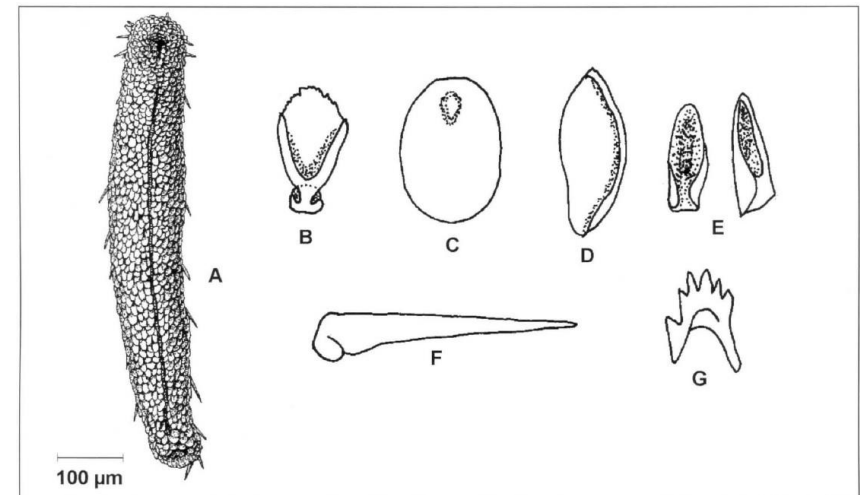
Nakon metamorfoze većina mekušaca prolazi kroz početnu bentosku fazu tijekom koje pripadaju privremenoj meiofauni i mogu tvoriti brojne populacije čime su i ekološki važni.

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



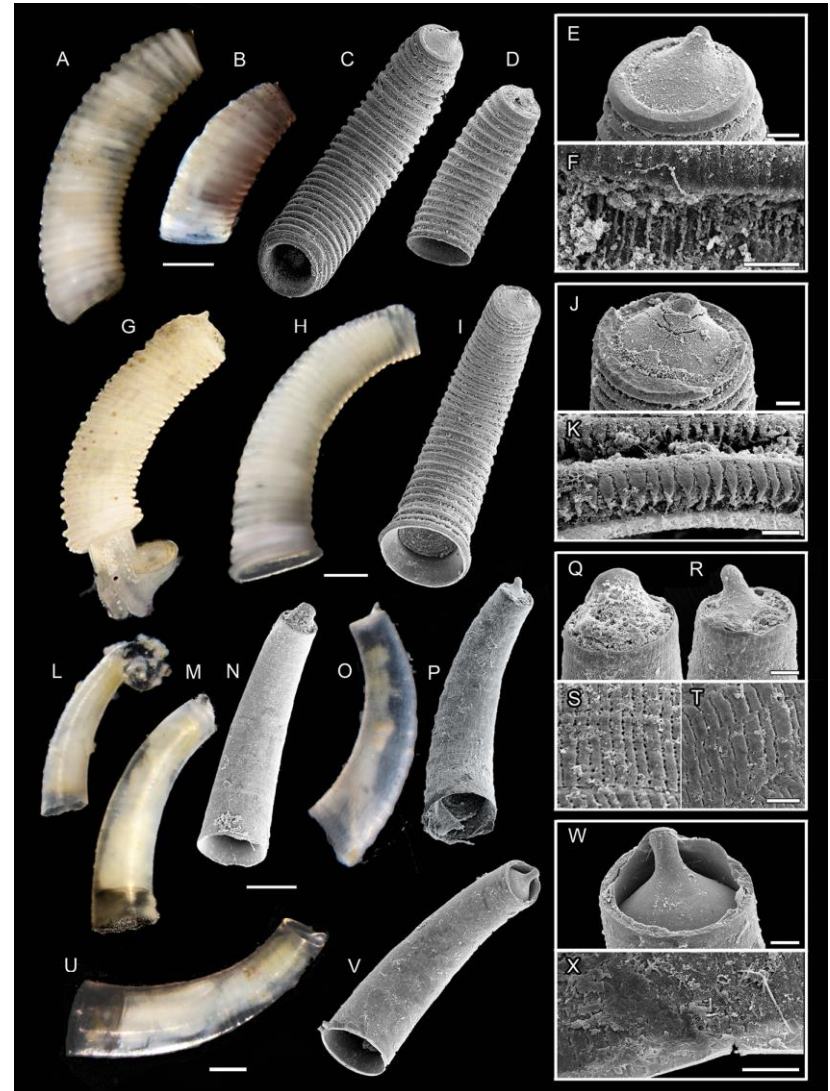
*Meiomenia swedmarki* Morse, 1979.

# 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:

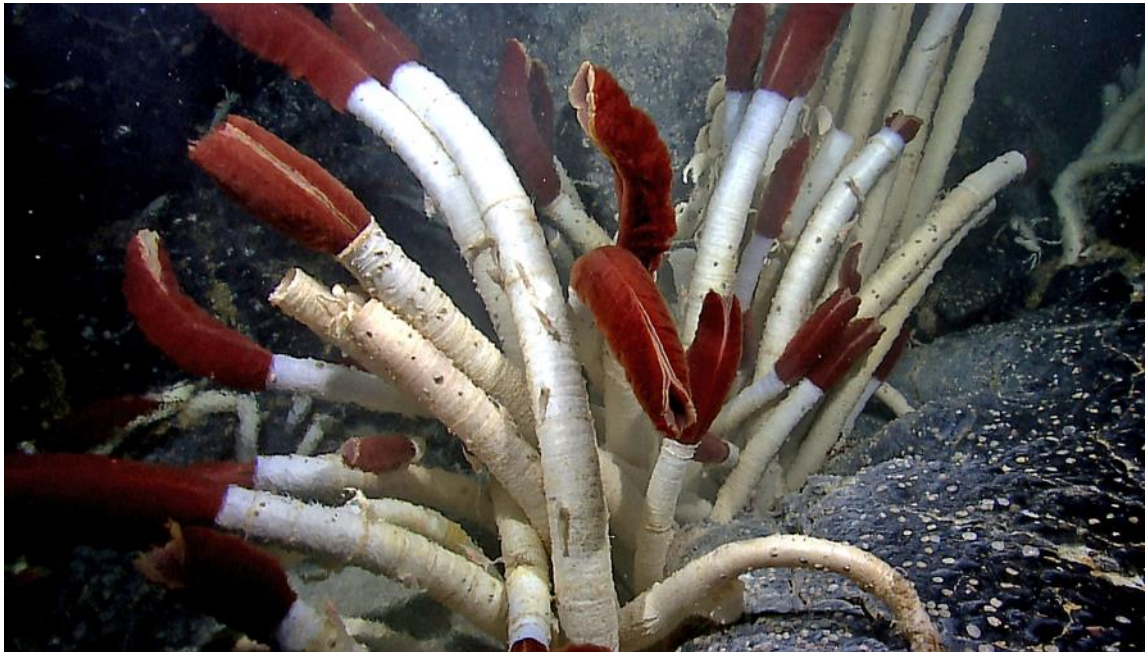
- Polychaeta
  - Clitellata:
    - Oligochaeta
    - Branchiobdellida
    - Hirudinea
- + nekadašnja koljena:
- Sipuncula
  - Echiura
  - Myzostomida
  - Pogonophora



# Annelida

## Siboglinidae

- enigmatska porodica morskih kolutićavaca, npr. rod *Riftia*
- odrasle jedinke žive u cijevima, nemaju crijevo već specijalizirano tkivo (trofosoma), u kojem se nalaze simbiotske kemoautotrofne bakterije
- *Riftia* sp. živi na hidrotermalnim izvorima dubokomorskih jaraka



# Annelida

Echiura (zvjezdani) - do nedavno zasebno koljeno

- produljeno valjkasto tijelo, rastezljivo neuvlačivo rilo (iz prostomija), trup s četinama
- tjelesna šupljina celom (nije kolutićav!)
- spiralno brazdanje, ličinka trohofora
- isključivo morski, bentoski, oko 70 vrsta



*Bonellia viridis* (Rolando, 1821) - zeleni zvjezdan

# Annelida

## Sipuncula (štrcaljci) - do nedavno zasebno koljeno

- nekolutičavo tijelo veličine od 2 mm do 50 cm, bez četina
- dva dijela tijela, prednji uvlačivi dio (introvert) na čijem vrhu su usta okružena vijencem lovki i trup
- oko 150 vrsta



*Sipunculus nudus* Linnaeus, 1766

# Annelida



## Kolutićavci (Annelida)

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

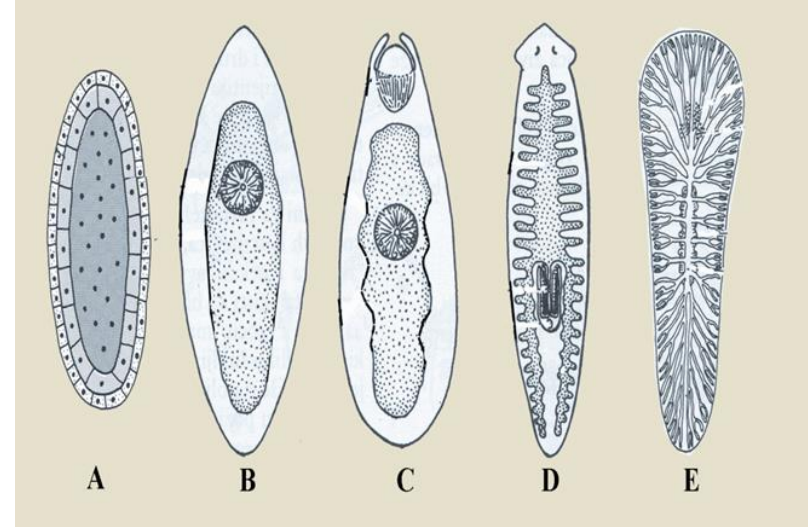
# (Micro)turbellaria

Sitni plošnjaci (Platyhelminthes), oko 2500 vrsta su meiofaunalne veličine.

Tradicionalna podjela virnjaka na temelju građe crijeva: bescrijevci (Acoela, nisu virnjaci!), ravnocrijevci, neravnocrijevci, trocrijevci i mnogocrijevci.

Nedovoljno istražena skupina, s taksonomskog (Rouphozoa: Platyhelminthes + Gastrotricha) i trofičkog aspekta.

Konzumiraju raznoliku hranu, od bakterija do maločetinaša i kukaca.



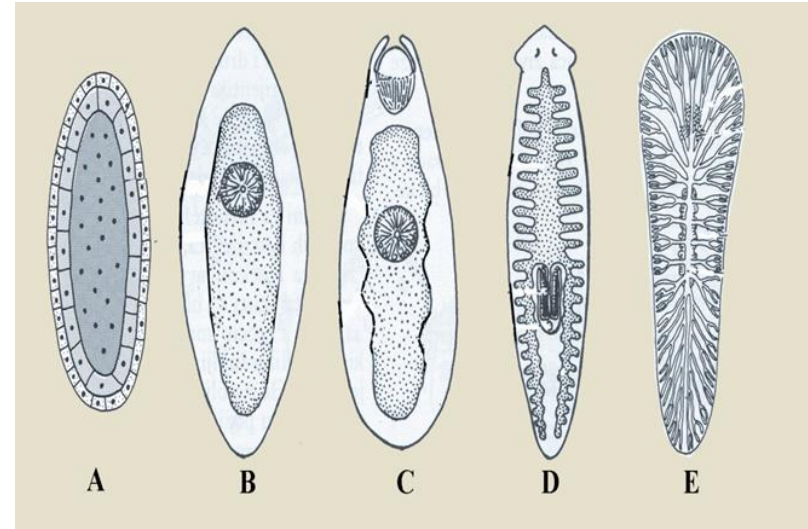
*Castrella truncata*

# (Micro)turbellaria

Adaptacije na život u sedimentu:

- Trepetljikava epiderma (stanične ili sincicijale građe)
- Brojne žljezdane stanice
- Dvožljezdani adhezivni sustav
- Rabdoidi - štapićaste ili vretenaste strukture nastale u žlijezdanim stanicama epiderme; izlučene stvaraju sluzavi sekret, koji olakšava rad trepetljikavog epitela, ali služi i kao zaštita od isušivanja te kao obrana od predacije

Neoblasti - totipotentne stanice, omogućavaju regeneraciju.



*Castrella truncata*

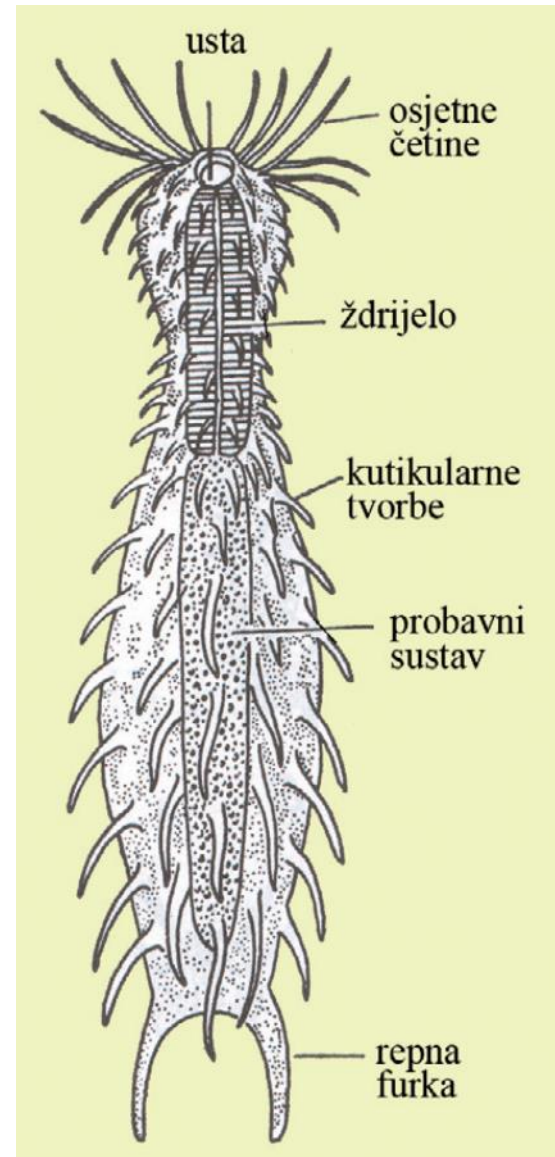
# Gastrotricha

Gastrotricha (grč. gasteros - trbuh + trichos - dlaka) ili trbodlaci su mala skupina (oko 860 vrsta) morskih i slatkovodnih životinja koje žive u intersticijskim prostorima sedimentnog dna, perifitonskim zajednicama, ili kao epibionti.

Gotovo sve vrste su meiofaunalne veličine.

Tijelo obavijeno višeslojnom kutikulom, na stražnjem dijelu trupa trbodlaci imaju adhezivne žlijezde kojima se mogu vrlo čvrsto prikvačiti na podlogu.

Hrane se sitnim organskim detritusom i protistima koje usisavaju u usta tako da stvaraju podtlak aktivnošću mišićavog ždrijela.



# Gastrotricha

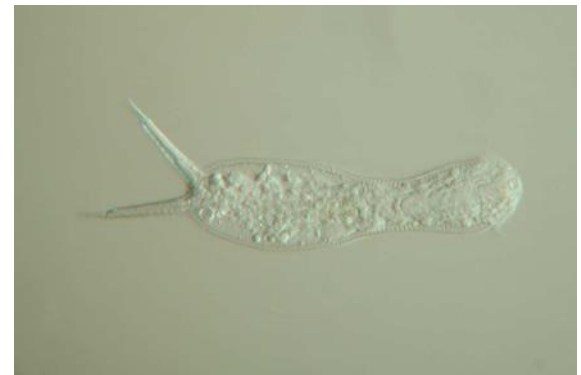
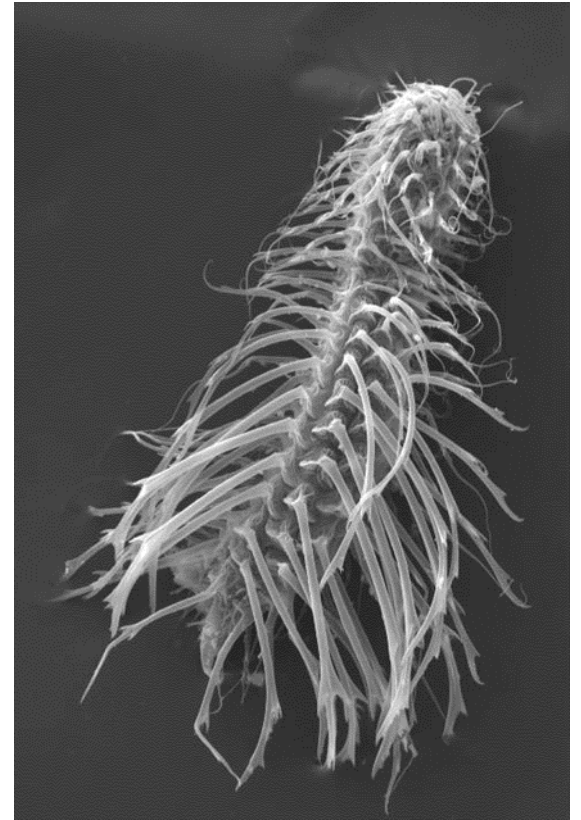
U optimalnim uvjetima razvijaju guste populacije: u morskim staništima su po brojnosti treća skupina, odmah nakon Nematoda i veslonožaca iz skupine Harpactiokoida.

Taksonomski zahtjevnja skupina, trenutno u svijetu postoji tim koji ih istražuju.

Filogenetski smještaj skupine unutar Animalia nije do kraja definiran (Rouphozoa: Platyhelminthes + Gastrotricha) .

Dva reda:

- *Macrodasysida*
- *Chaetonotida*.



# Nematoda

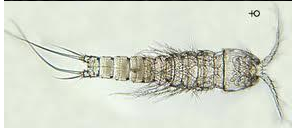
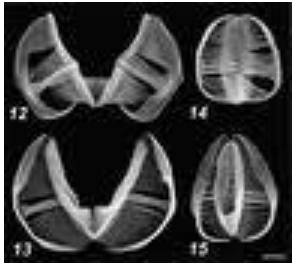
Oblici (Nematoda) - jedna od najznačajnijih i najprisutnijih skupina u morskim i slatkovodnim sedimentima, ali i u tlu.

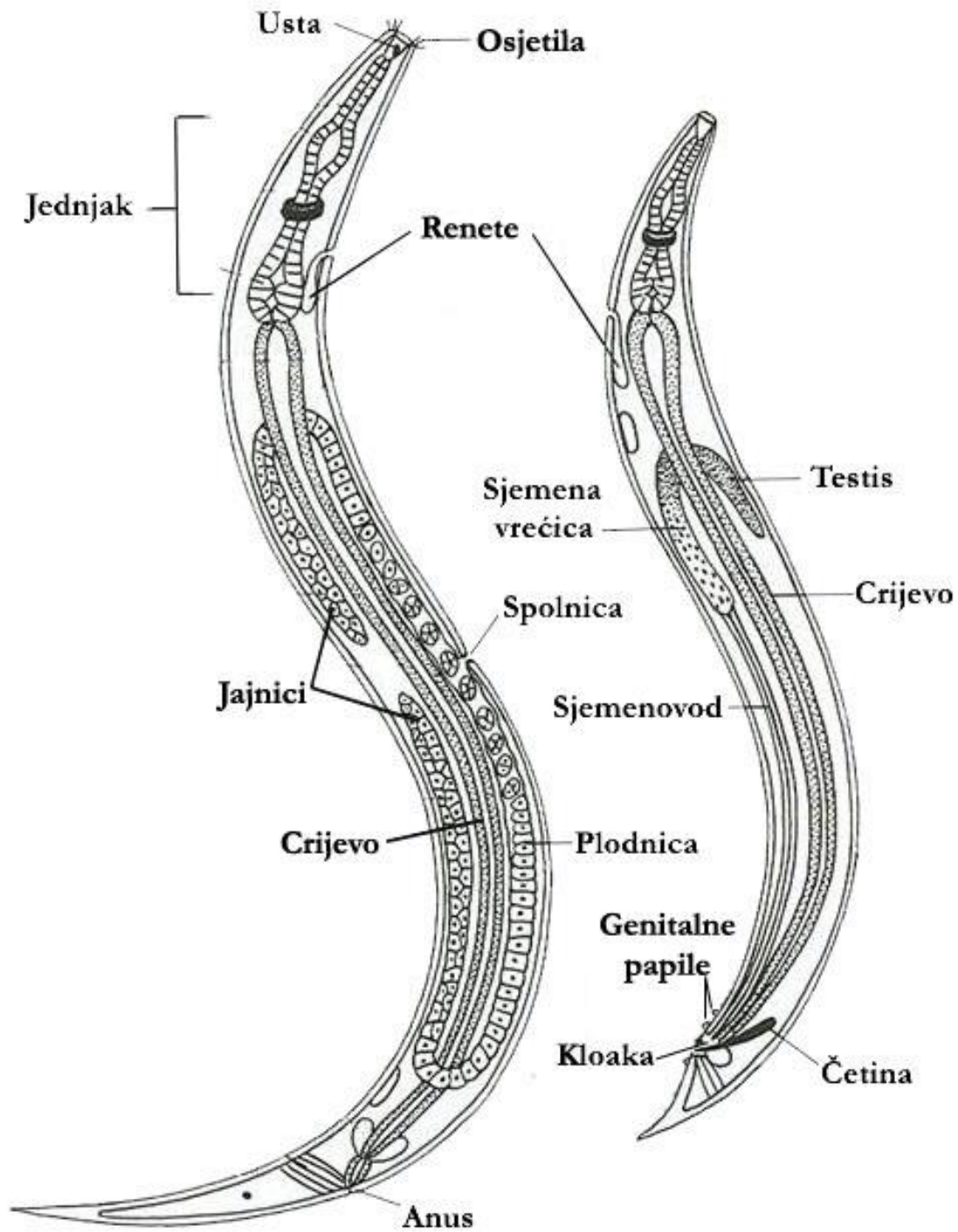
Neparazitske vrste veličine od 0,5 - 2 mm.

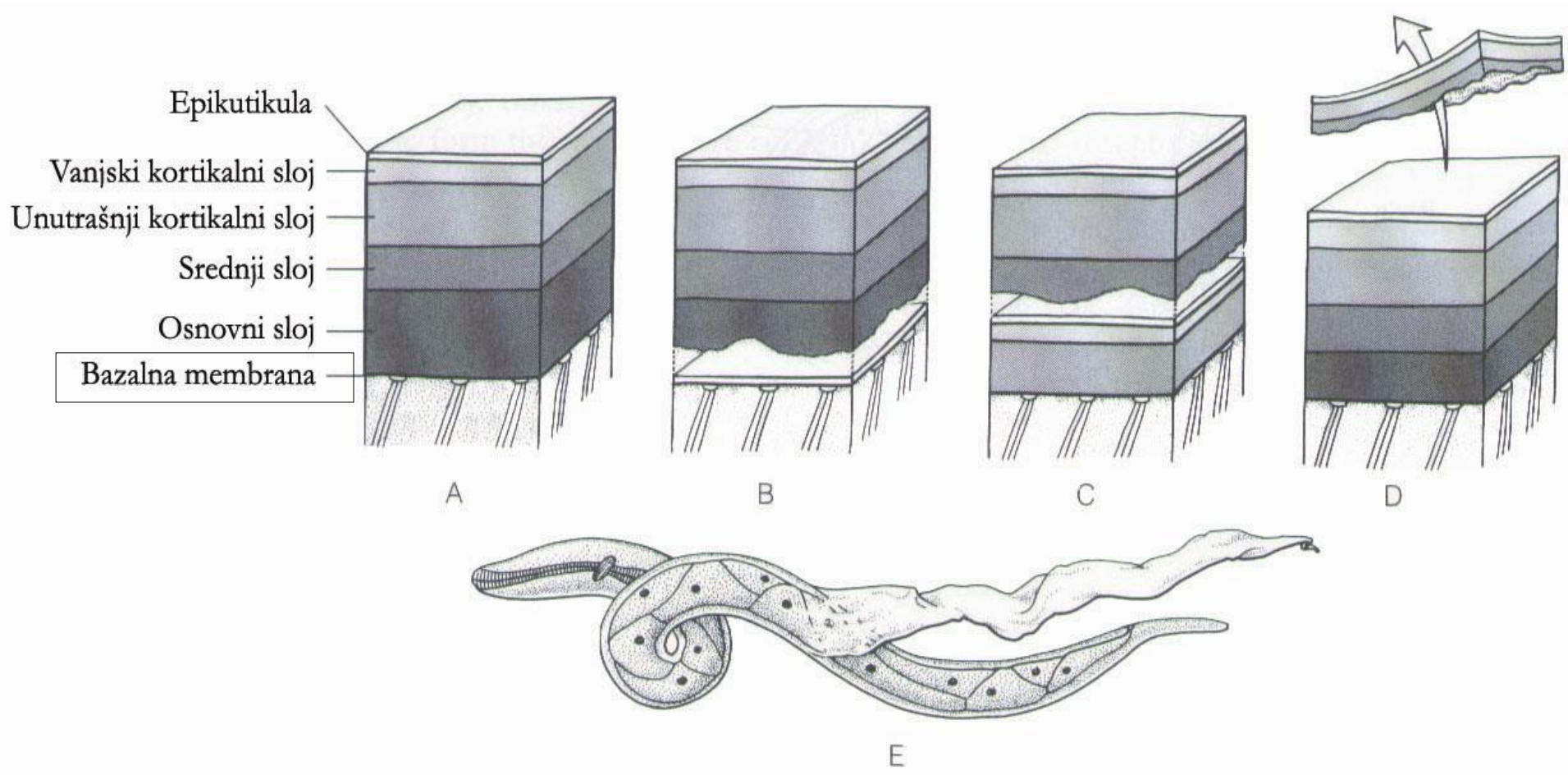
Poznato je oko 26 000 vrsta, ali raznolikost oblića je puno veća: procjene idu od 100 000 do čak milijun vrsta!

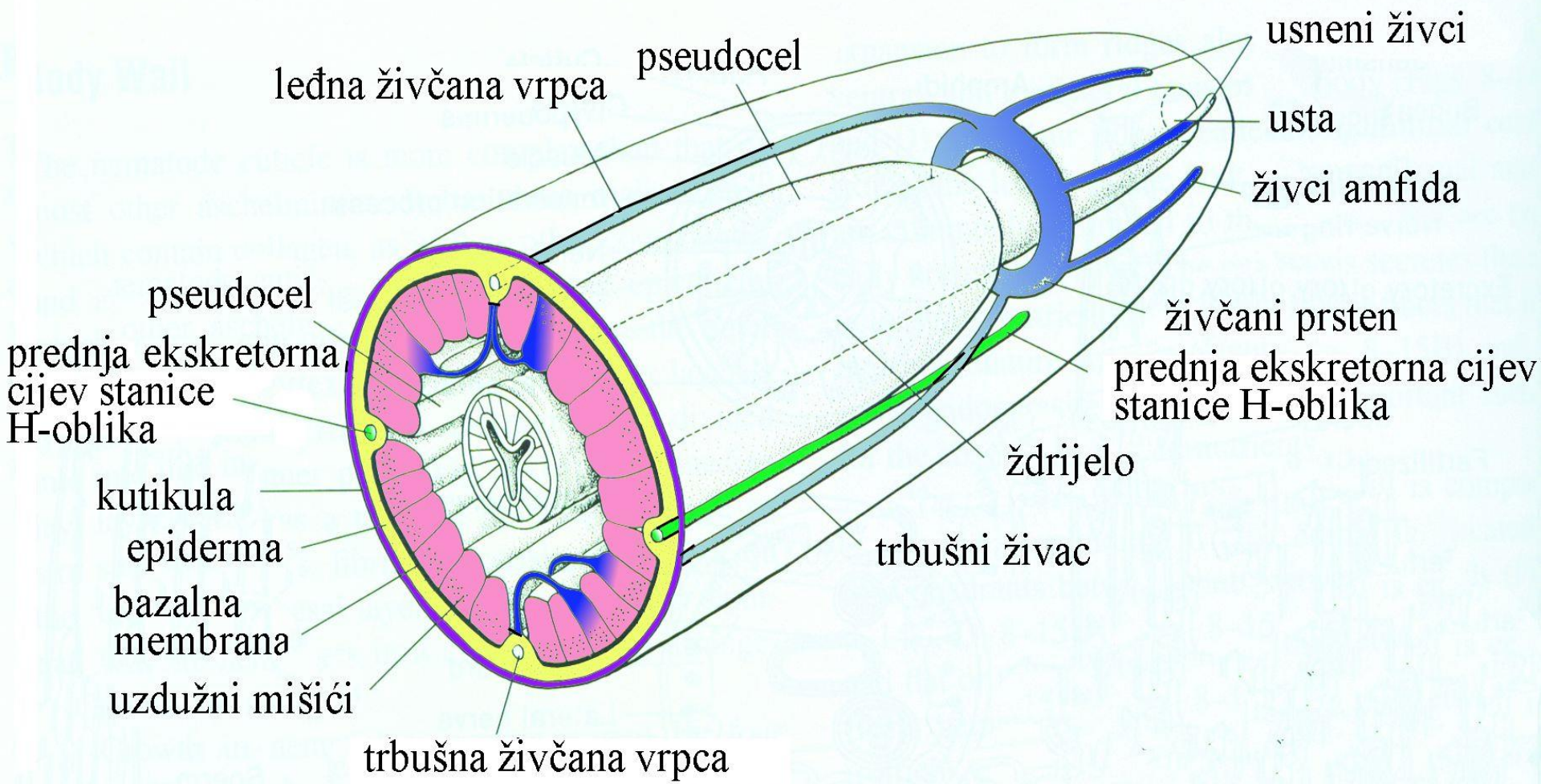
Nisu samo raznoliki, već i brojni - nije iznenađujuće pronaći oko milijun jedinki po 1 m<sup>2</sup>!

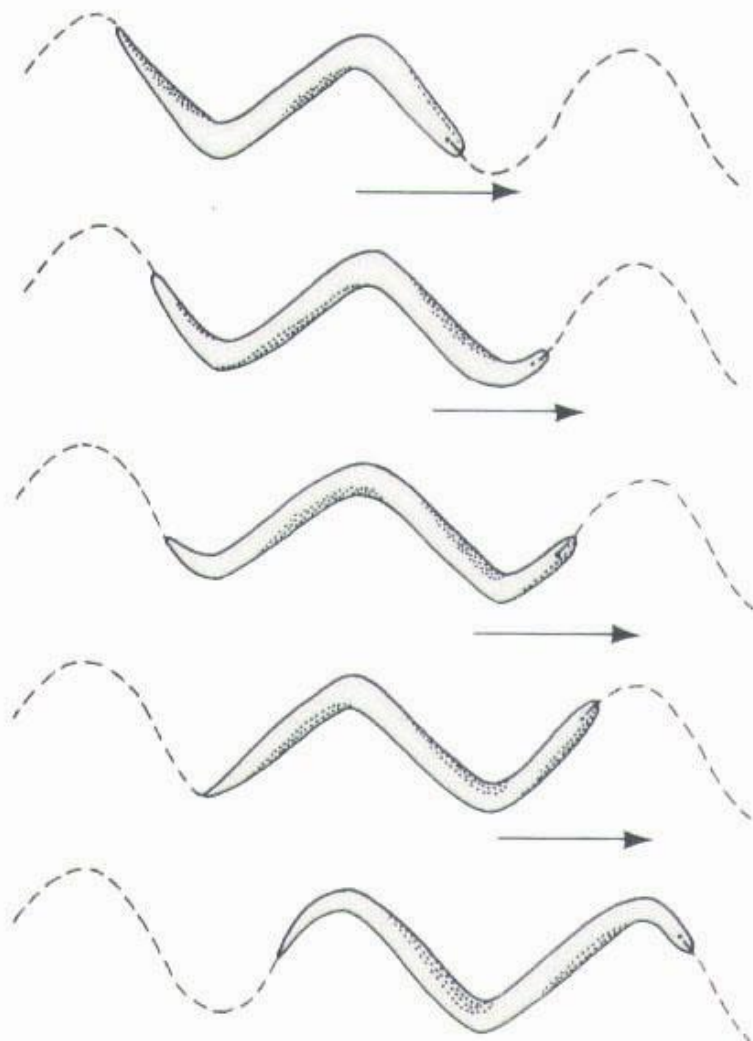
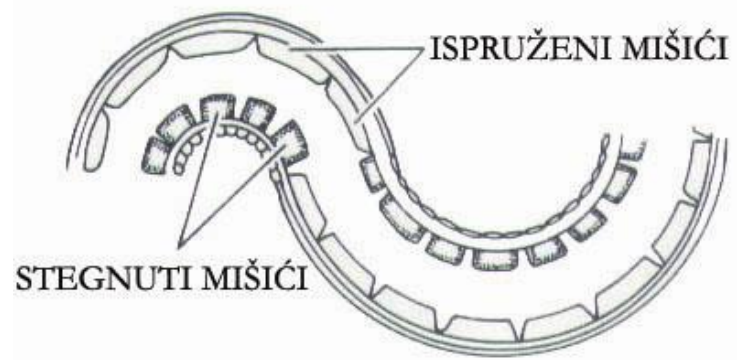
*"If all the matter in the universe except nematodes were swept away, would our world still be recognizable? ... if we could then investigate it, we should find its mountains, hills, valleys, rivers, lakes, and oceans represented by a film of nematodes.."* Nathan Cobb







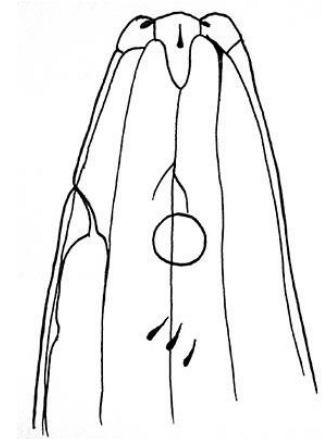




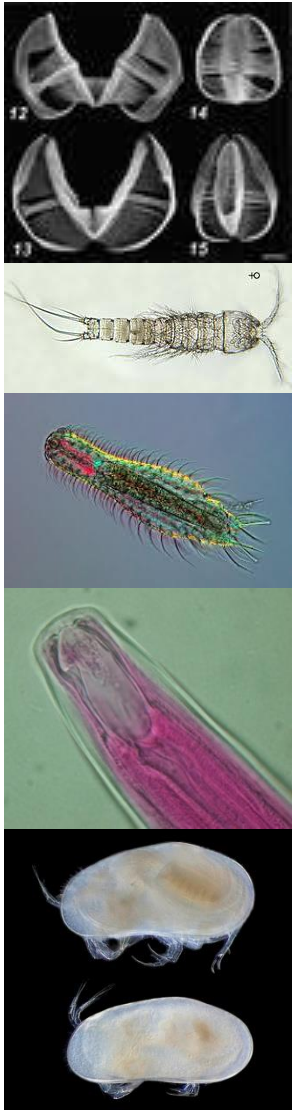
# Nematoda

Morfologija usne šupljine Nematoda ima taksonomsku važnost i indicira način prehrane:

- gutači - hrane se bakterijama i jednostaničnim eukariotima, mala usna šupljina bez zubića
- kidači-gutači - hrane se bakterijama, algama kremenjašicama i drugim vrstama algi, usna šupljina s malim zubićem



*Achromadora* sp.  
Jumbo Valley Fen  
Cherry Co., NE  
cc MM A. Szalanski

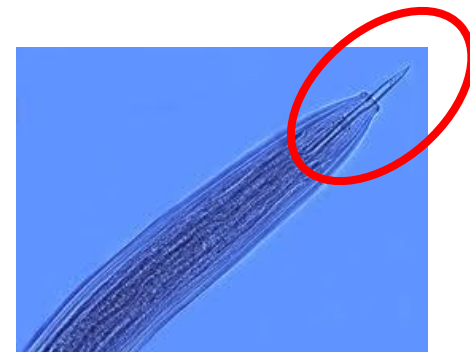
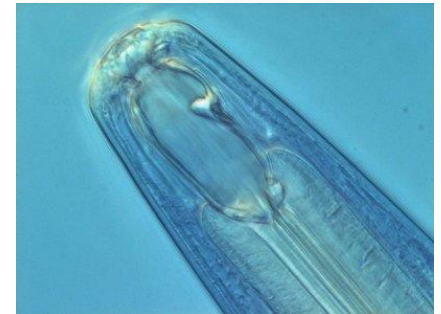
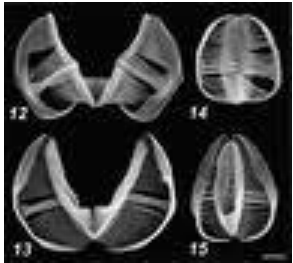


# Nematoda

Morfologija usne šupljine Nematoda ima taksonomsku važnost i indicira način prehrane:

- žvakači - predatori Protozoa, Nematoda, Rotifera, Tardigrada i drugih predstavnika meiofaune; usna šupljina voluminozna s jednim ili više zubića

- isisavači - svejedi (alge, gljive, biljni i životinjski organizmi, biljne epidermalne stanice i korjenove dlačice); imaju bodežić (stilet) s kojim buše tkiva te isisavaju sadržaj

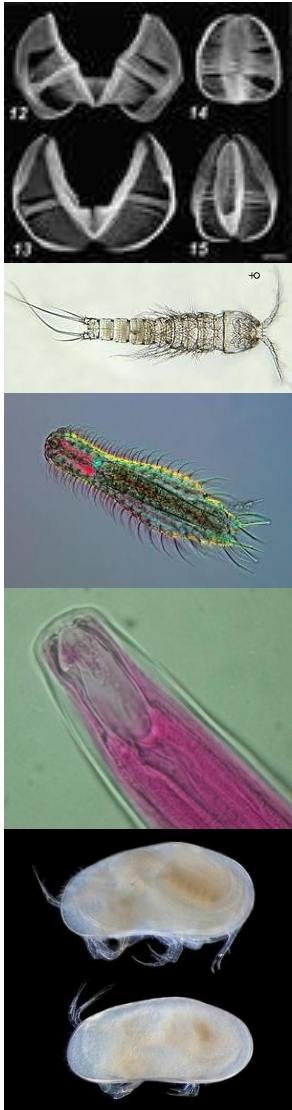
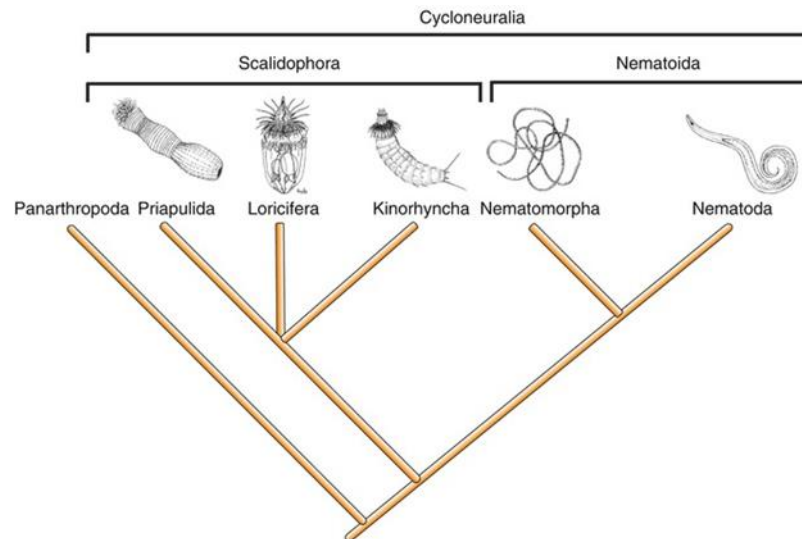


# Nematoda

Cycloneuralia:

- Nematoida:  
Nematoda (obličí) + Nematomorpha

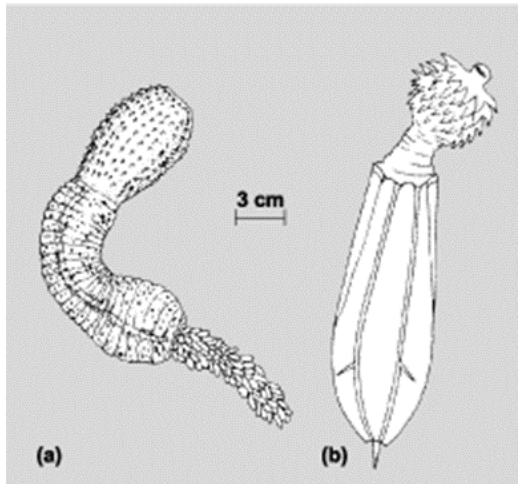
- Scalidophora  
Priapulida (valjčari) + Kinorhyncha (bodljoglavci) +  
Loricifera (četskoglavci)



# Scalidophora

Isključivo marinska fauna koja živi u sedimentu: valjčari (Priapulida), bodljoglavci (Kinorhyncha) i četkoglavci (Loricifera).

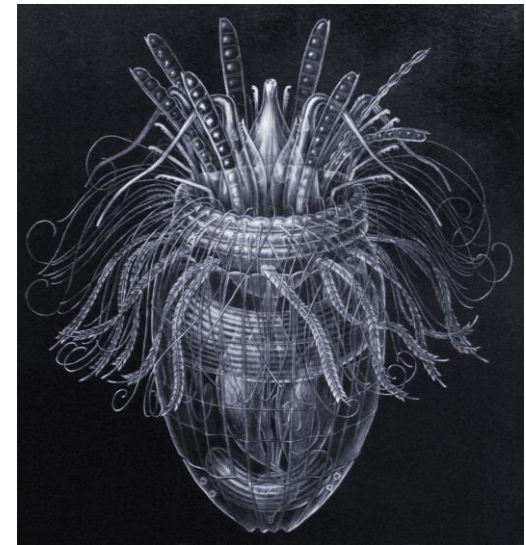
Kinorhyncha i Loricifera - sve vrste meiobentoske veličine, Priapulida meio- i makrobentos.



Priapulida - valjčari  
(oko 20 vrsta)



Kinorhyncha - bodljoglavci  
(oko 270 vrsta)

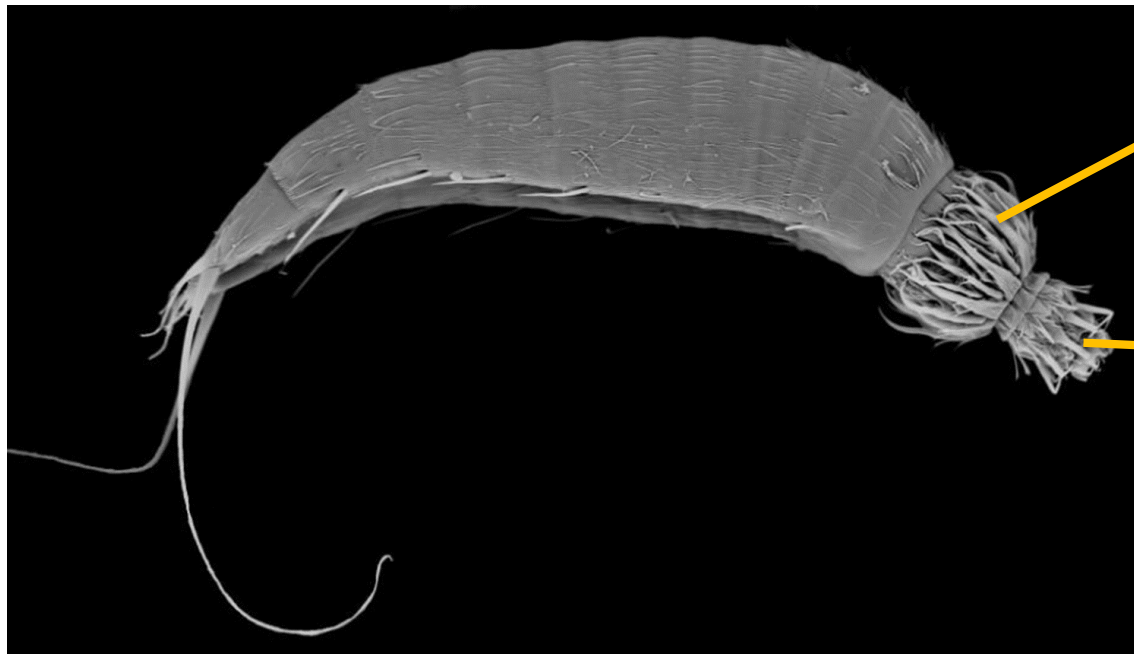


Loricifera - četkoglavci  
(oko 40 vrsta)

# Scalidophora

Isključivo marinska fauna koja živi u sedimentu: valjčari (Priapulida), bodljoglavci (Kinorhyncha) i četkoglavci (Loricifera).

Glavna karakteristika skupine je jasno prisutan uvlačivi dio (introvert), s trnolikom nastavcima koji se nazivaju skalide.



Skalide na introvertu

Usni čunj s  
bodežićima  
(stileti)

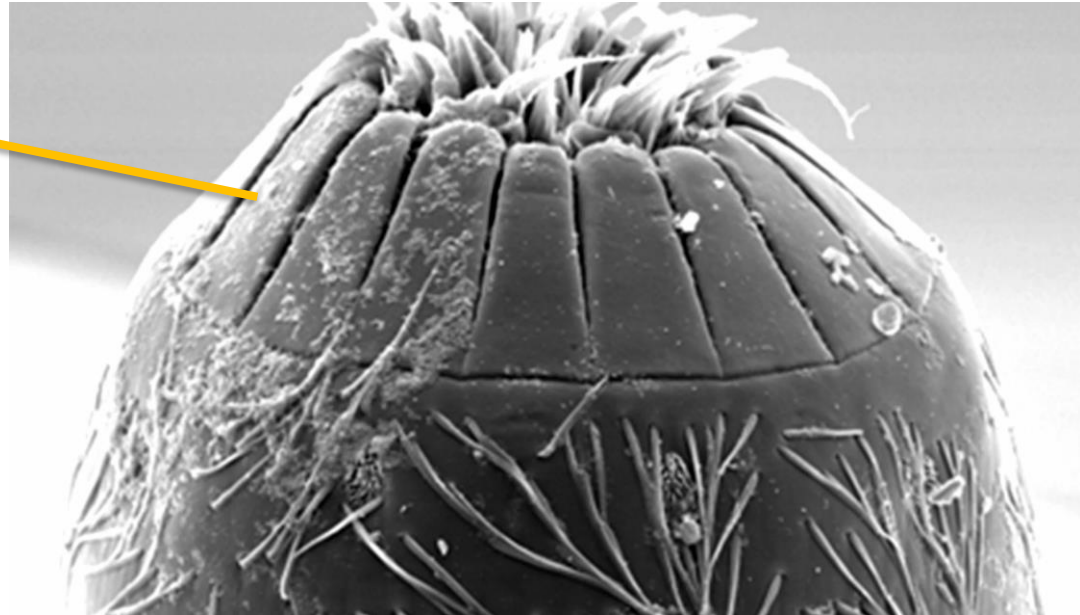
*Echinoderes skipperae* Sørensen & Landers, 2014 (Kinorhyncha)

# Scalidophora

Isključivo marinska fauna koja živi u sedimentu: valjčari (Priapulida), **bodljoglavci (Kinorhyncha)** i četkoglavci (Loricifera).

Glavna karakteristika skupine je jasno prisutan uvlačivi dio (introvert), s trnolikom nastavcima koji se nazivaju skalide.

vijenac  
pločastih  
tvorbi - plakide



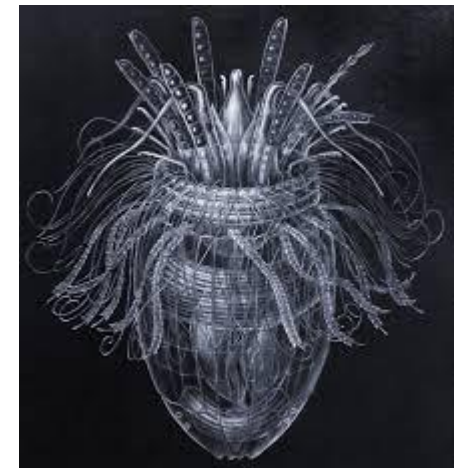
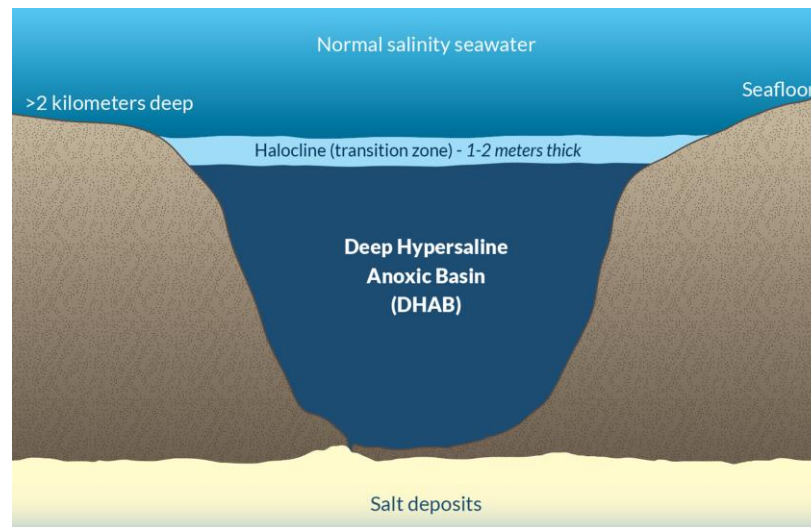
# Scalidophora

## Loricifera Kristensen, 1983

Danovaro et al. 2010: *...Loricifera...the first evidence of a metazoan life cycle that is spent entirely in permanently anoxic sediments.*

DHAB (Duboki hiperslani anoksični bazeni, eng . *Deep Hypersaline Anoxic Basins*)

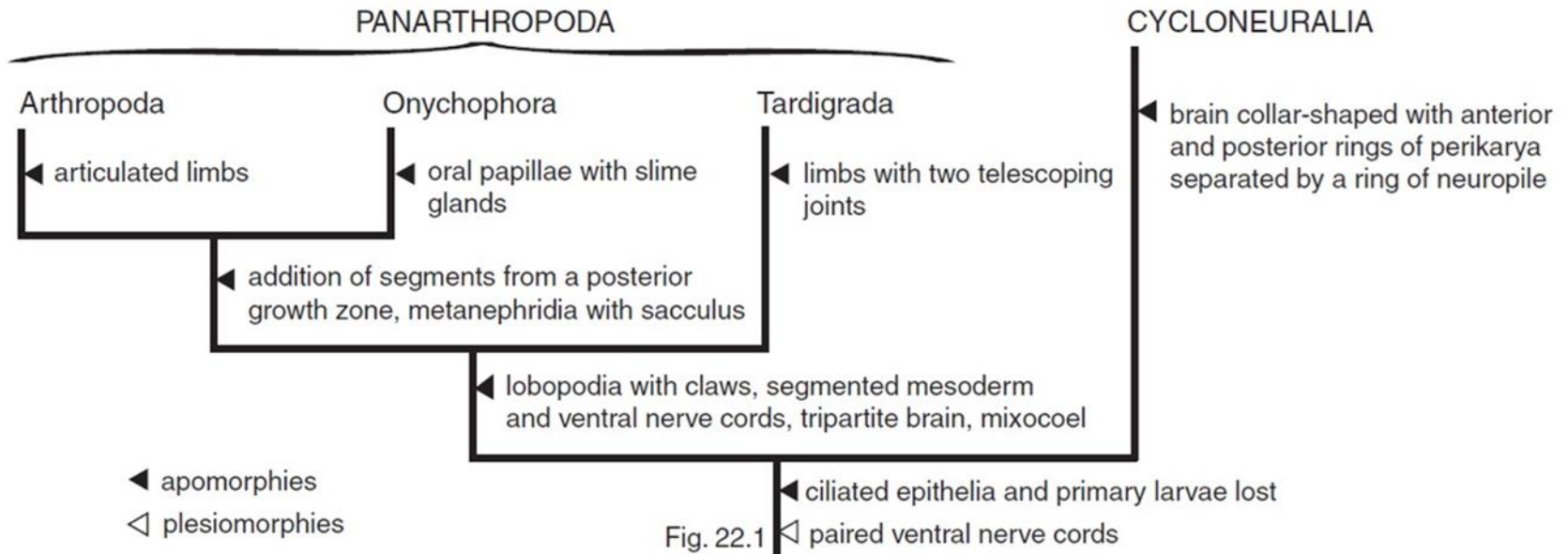
- jezera su ultraslanske vode bez kisika više od 2 km ispod površine oceana
- Jedna od najekstremnijih staništa na Zemlji, utvrđeni tek 1980-ih godina



# Tardigrada

Tardigrada (lat. *tardus* - spor + *gradus* - korak) ili dugoživci

- Tijelo cilindričnog i zdepastog oblika, sastavljeno od pet kolutića; jedan kolutić pripojen je glavi, a na preostala četiri trupna kolutića su 4 para kratkih, nečlankovitih tjelesnih privjesaka (lobopodiji) koji završavaju s pandžicama ili s ljepljivim jastučićima

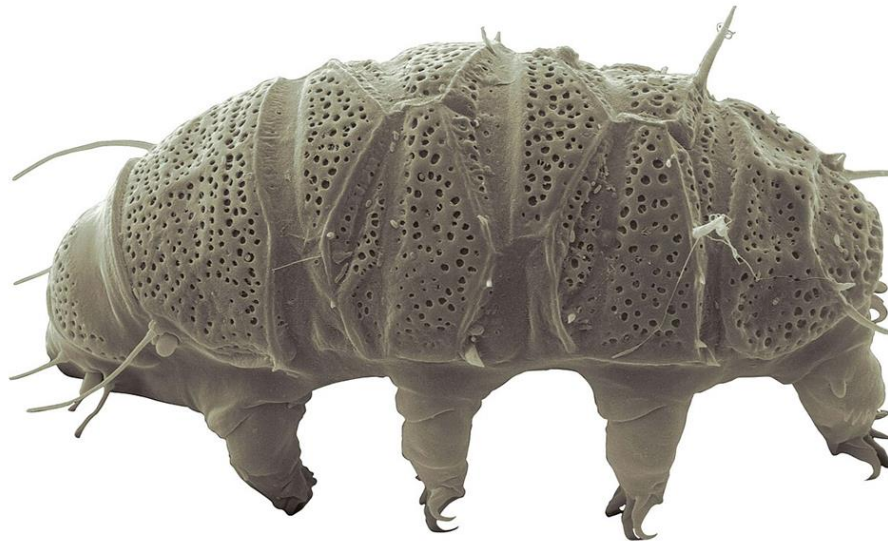


# Tardigrada

---

Tardigrada (lat. *tardus* - spor + *gradus* - korak) ili dugoživci

- Tijelo cilindričnog i zdepastog oblika, sastavljeno od pet kolutića; jedan kolutić pripojen je glavi, a na preostala četiri trupna kolutića su 4 para kratkih, nečlankovitih tjelesnih privjesaka (lobopodiji) koji završavaju s pandžicama ili s ljepljivim jastučićima.



# Tardigrada

Poznato oko 1500 vrsta.

Žive u gotovo svim područjima Zemlje - od planinskih vrhova do dubokog mora, u tropskim prašumama i polarnim područjima.

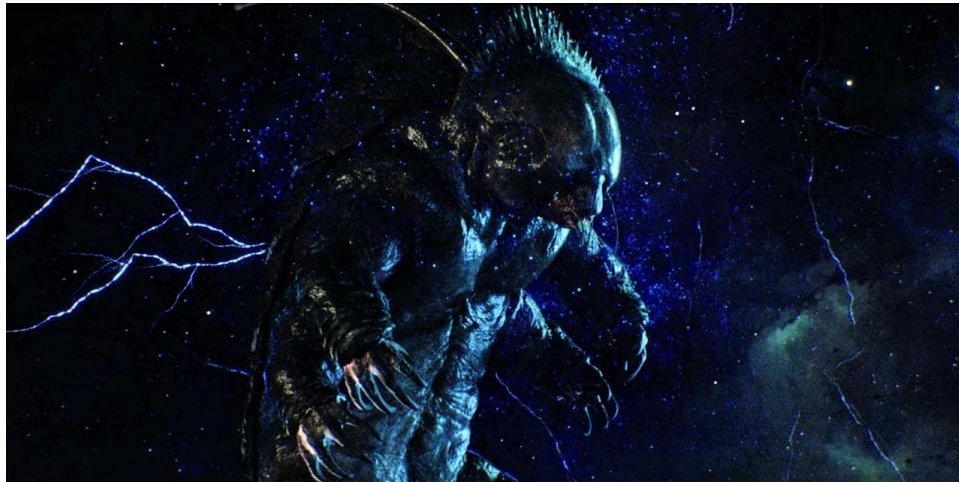
Među najotpornijim životinjama, s pojedinačnim vrstama koje mogu preživjeti ekstremne uvjete - kao što je izloženost ekstremnim temperaturama, ekstremnim pritiscima (i visokim i niskim), hipoksiji, zračenju, dehidraciji...



# Tardigrada

Dugoživci u pop-kulturi

Star Trek: Discovery



Plišane igračke:



# Crustacea

---

Rakovi (Crustacea) je skupina koja, uz obličje, dominira brojnošću i raznolikošću u većini mejobentoskih uzoraka.

U meiofauni nalazimo mnogo taksonomske linije rakova:

Ostracoda

Cladocera

Copepoda

Cephalocarida

Mystacocarida

Isopoda

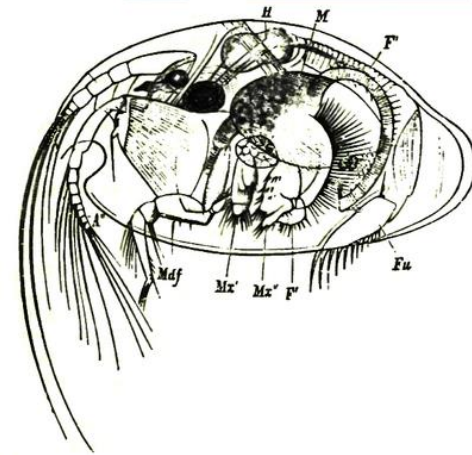
Anhipoda...

# Crustacea

Rakovi (Crustacea) je skupina koja, uz obličje, dominira brojnošću i raznolikošću u većini mejobentoskih uzoraka.

## Ostracoda (luskari)

- sitni rakovi, veliki svega nekoliko milimetara
- tijelo im je potpuno zatvoreno dvodijelnim karapaksom koji sliči ljušturama školjkaša po čemu su i dobili naziv (grč. *ostrakon* = školjka)
- predstavljaju jednu od taksonomski najraznolikijih skupina rakova

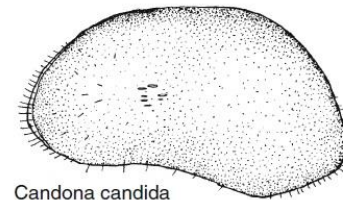


# Crustacea

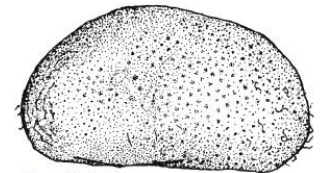
Rakovi (Crustacea) je skupina koja, uz obličje, dominira brojnošću i raznolikošću u većini mejobentoskih uzoraka.

## Ostracoda (luskari)

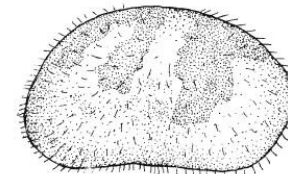
- Zabilježeni u fosilnim zapisima koji potječu još iz kambrijskog razdoblja
- Do danas je opisano više od 60 000 recentnih i fosilnih vrsta
- Broj danas živućih (recentnih) vrsta procjenjuje se na između 5 000 i 15 000, premda pojedini autori navode i procjene do 30 000 vrsta - od toga približno 2 000 vrsta naseljava slatkovodna staništa



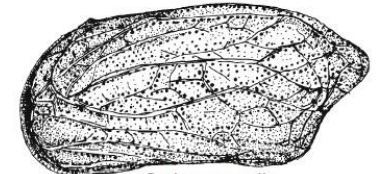
*Candona candida*



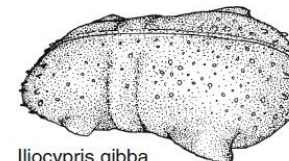
*Cyprideis torosa*



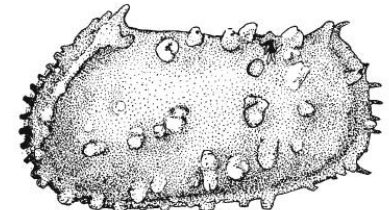
*Cypridopsis vidua*



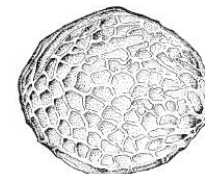
*Cytherura sella*



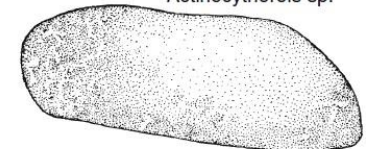
*Iliocypris gibba*



*Actinocythereis* sp.



*Polycope* sp.



*Psammocythere* sp.

# Crustacea

Rakovi (Crustacea) je skupina koja, uz obličje, dominira brojnošću i raznolikošću u većini mejobentoskih uzoraka.

## Cladocera (rašljoticalci)

- polifiletska skupina unutra razreda Branchiopoda
- sitni slatkovodni rakovi, važni za hranidbene mreže u jezerima, lokvama i sporotekućim vodama
- Broj vrsta između 450 i 600, od čega je svega 2% morskih
- Većinom se radi o planktonskim rakovima, dok je nekoliko porodica vezano za (meio)bentos (npr. Chydoridae)

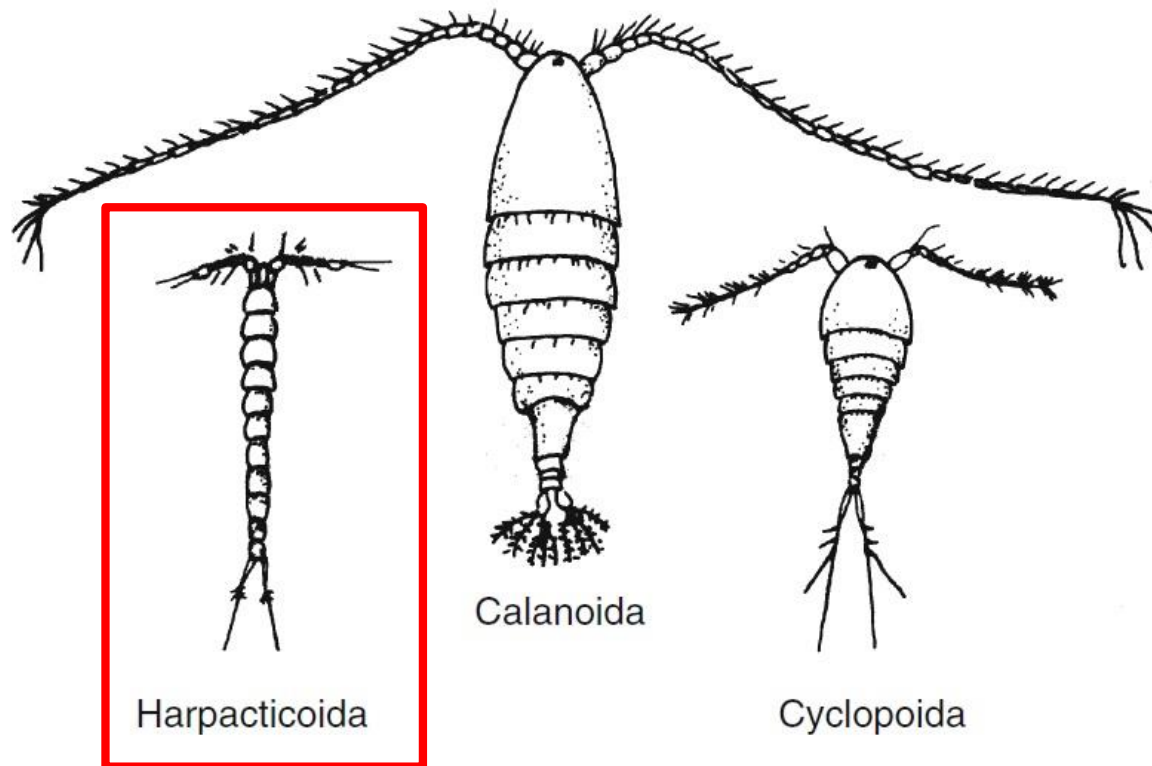


*Alona* sp.

# Crustacea

Rakovi (Crustacea) je skupina koja, uz oblice, dominira brojnošću i raznolikošću u većini mejobentoskih uzoraka.

**Copepoda** (veslonošci)



# Crustacea

Rakovi (Crustacea) je skupina koja, uz obličje, dominira brojnošću i raznolikošću u većini mejobentoskih uzoraka.

## Copepoda - Harpacticoida

- Do danas je opisano više od 6 000 vrsta harpaktikoida
- većina vrsta je meiofaunalne veličine i živi na dnu ili blizu dna vodenih staništa, umjesto u otvorenoj vodi
- Uz Nematoda, Harpacticoida su obično najzastupljenije mejobentoske životinje u morskim sedinemtima



# Crustacea

---

Rakovi (Crustacea) je skupina koja, uz oblice, dominira brojnošću i raznolikošću u većini mejobentoskih uzoraka.

## Copepoda - Harpacticoida

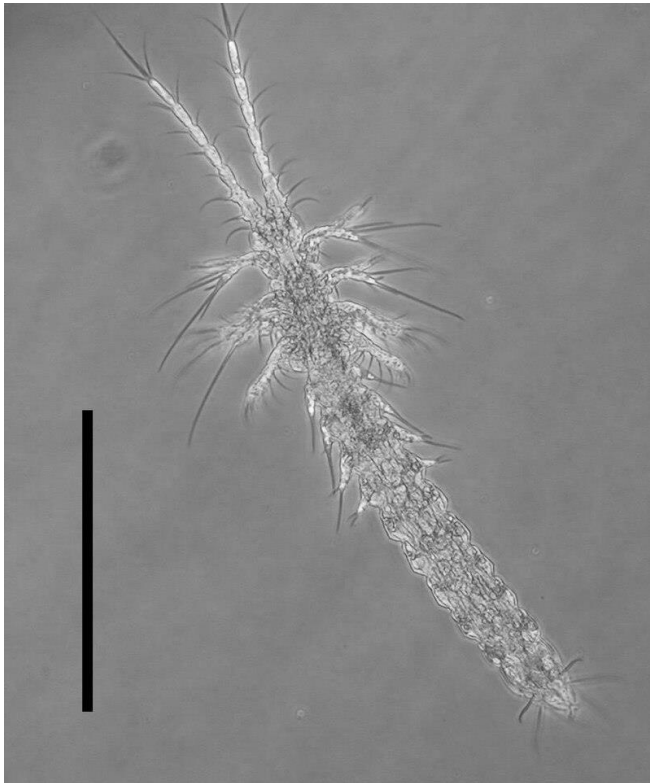
Imaju važnu ulogu u vodenim ekosustavima jer:

- Se hrane algama, bakterijama i organskim detritusom
- hrana su ličinkama riba i drugim beskralježnjacima



# Crustacea

Rakovi (Crustacea) je skupina koja, uz obličje, dominira brojnošću i raznolikošću u većini mejobentoskih uzoraka.



Mystacocarida Pennak & Zinn, 1943

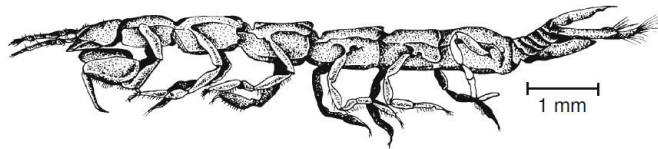


Cephalocarida Sanders, 1955

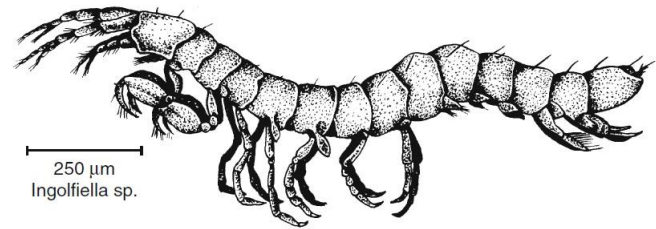
# Crustacea

Rakovi (Crustacea) je skupina koja, uz oblice, dominira brojnošću i raznolikošću u većini mejobentoskih uzoraka.

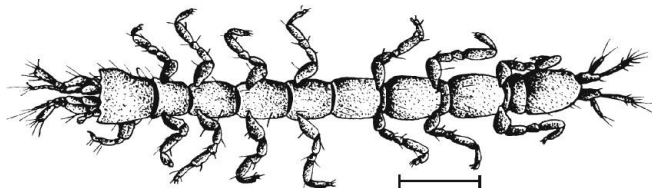
U meiofauni nalazimo mnogo taksonomske linije rakova:



*Cruregens frontanus*

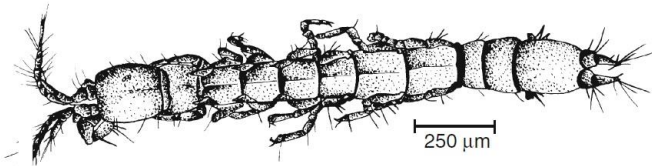


250 µm  
*Ingolfiella* sp.



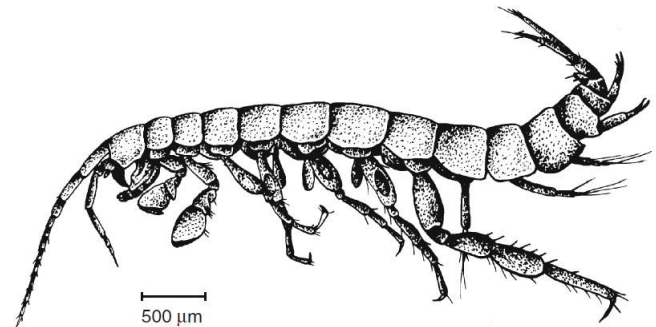
*Angeliera phreaticola*

300 µm



250 µm

Isopoda

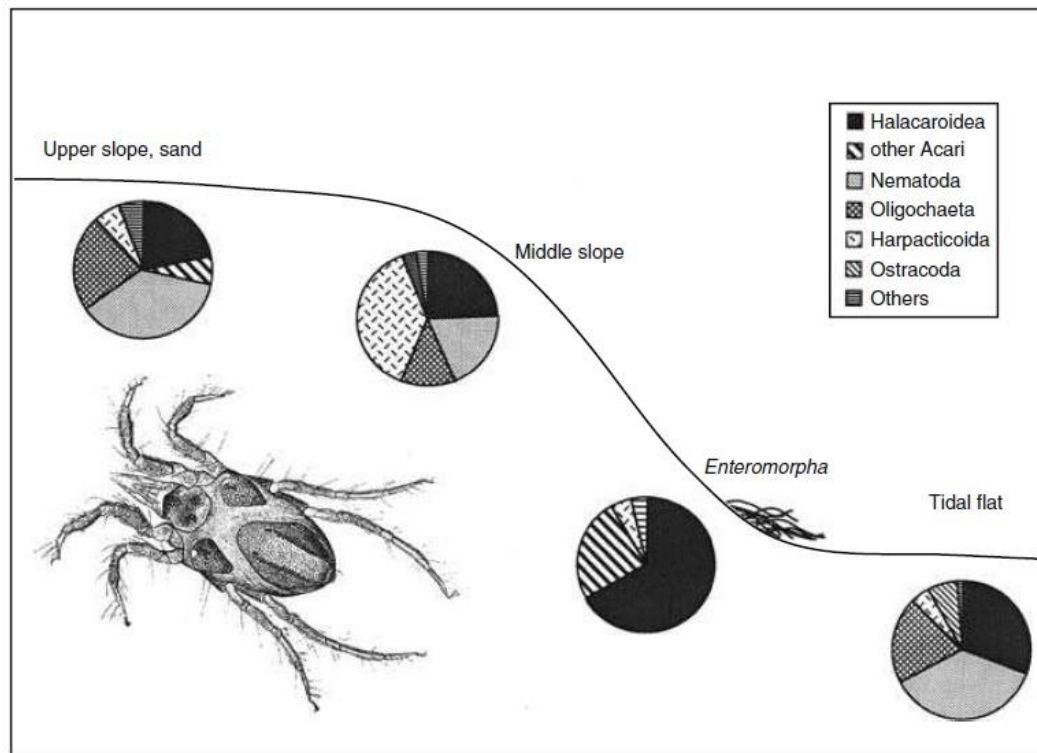


500 µm  
*Bogdiella* sp.

Amphipoda

# Chelicerata: Acari

Porodica **Halacaridae** -uglavnom predatorske, mejobentoske grinje koje se nalaze u morskim, brakičkim i slatkovodnim staništima diljem svijeta. Uključuje više od 1100 opisanih vrsta. Primjer najveće adaptivne radijacije paučnjaka u marinskim staništima.



# Chelicerata: Acari

## Hydrachnidia - vodengrinje

Poznato više od 6000 vrsta, sveprisutne u gotovo svim slatkovodnim staništima na svim kontinentima osim na Antarktiku; neke su se vrste također prilagodile morskim staništima.

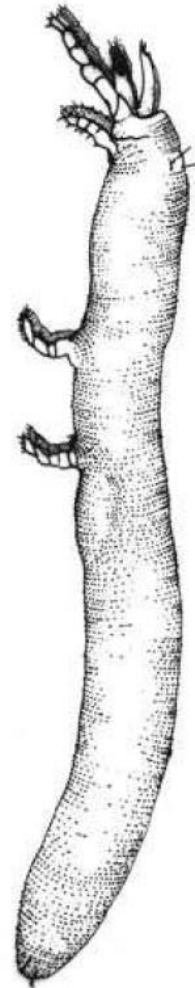
Imaju izrazito složeni životni ciklus sa šest stadija.

Ličinački stadiji su nametnici na vodenim kukcima, dok su odrasle jedinice predatori.



# Prilagodbe meiofaune

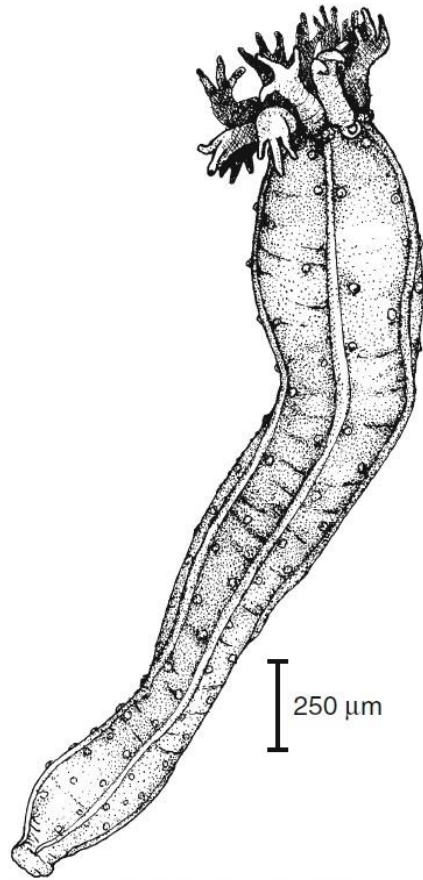
- Minijaturizacija
- Simplifikacija organa - smanjenje segmenata nogu, redukcija gonada (s 2 na 1 par)
- Lokomotorne aktivnosti - trepetljikava epiderma
- Formiranje repa
- Mogućnost adhezije (prihvatanja) za supstrat - sekrektorne i adhezivne žlijezde
- Redukcija nekih osjetila (ocele), redukcija pigmenta
- Zadržavanje i uvećanje statocita
- Reprodukcijske promjene u oplodnji (razvoj prijenosa spermija, kopulacija, a ne vanjska oplodnja), direktni razvoj, viviparnost
- Redukcija broja jaja, jajne stanice veće, s puno hranjive tvari
- Dormancija u različitim stadijima



Nematolycus  
(Acari)

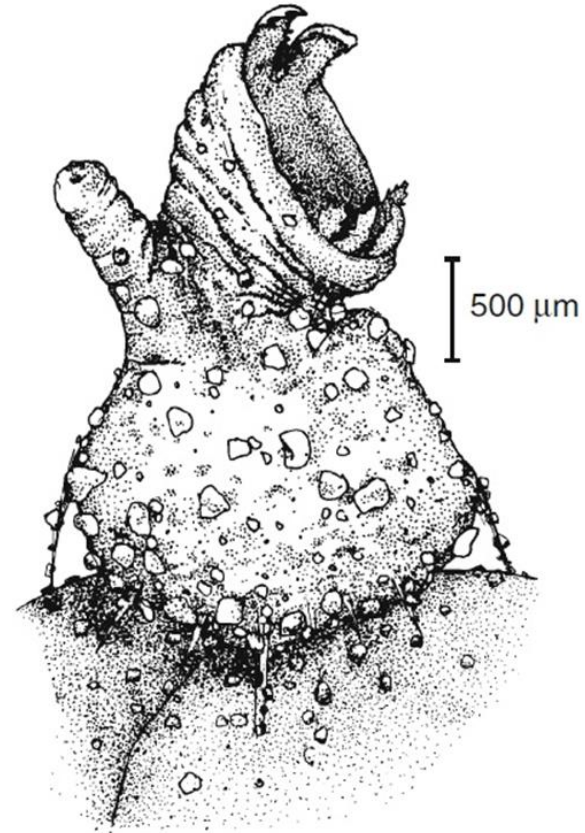
# Prilagodbe meiofaune

## Holothuroidea



*Labidoplax buskii*

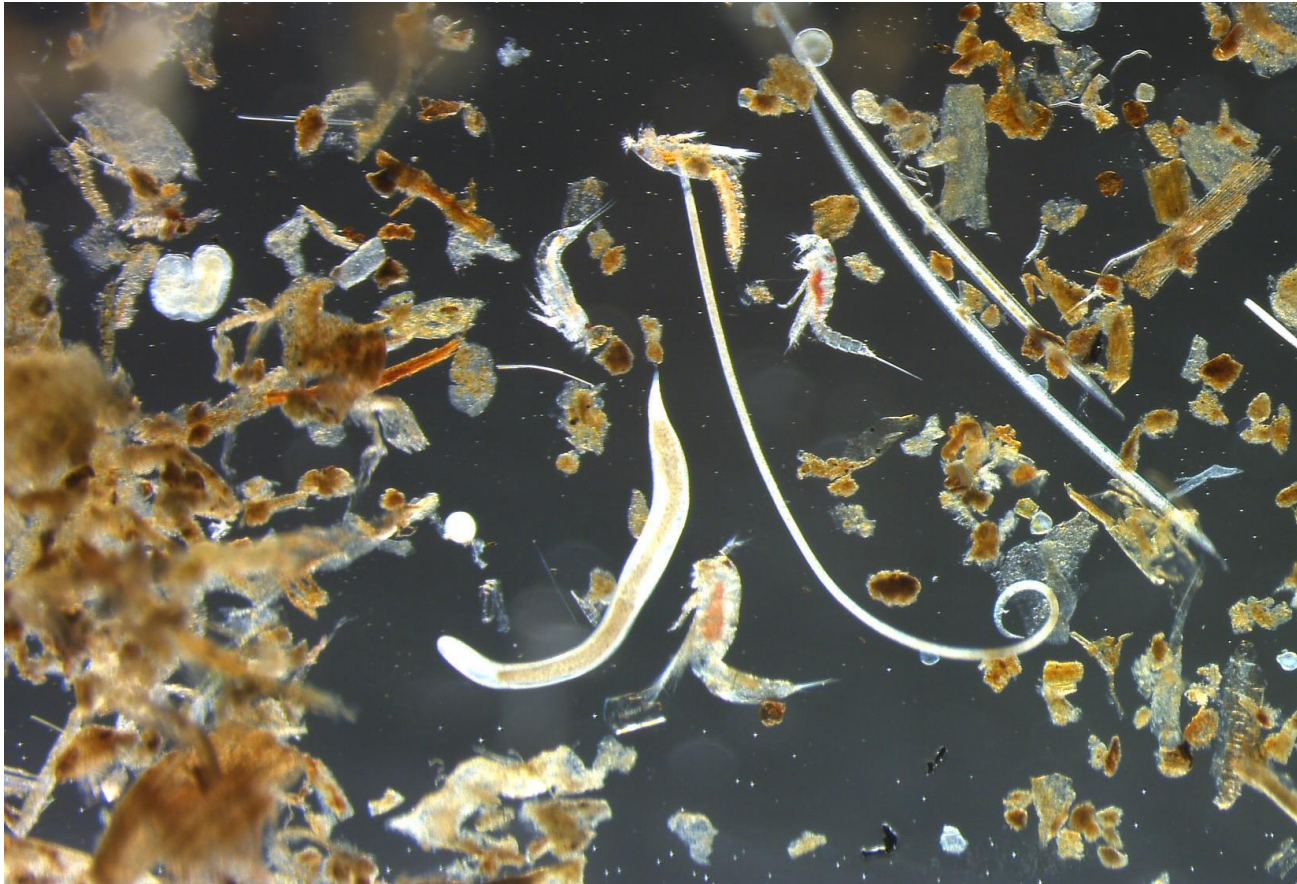
## Tunicata



*Hexacrobylus indicus*

# Uzorkovanje meiofaune

---



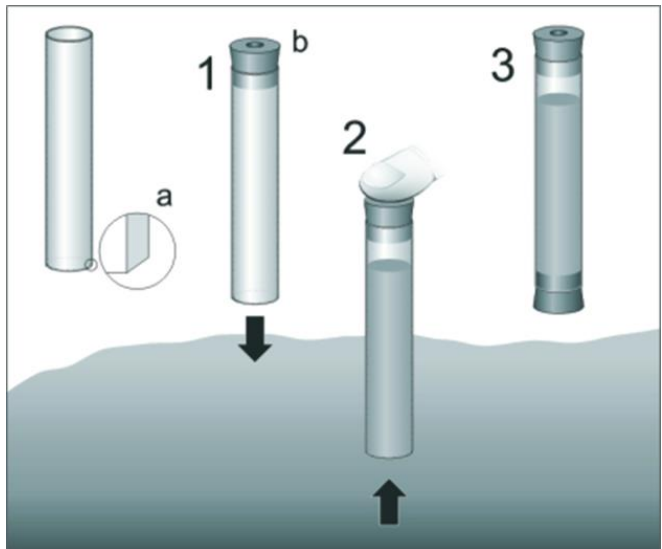
# Uzorkovanje meiofaune

---

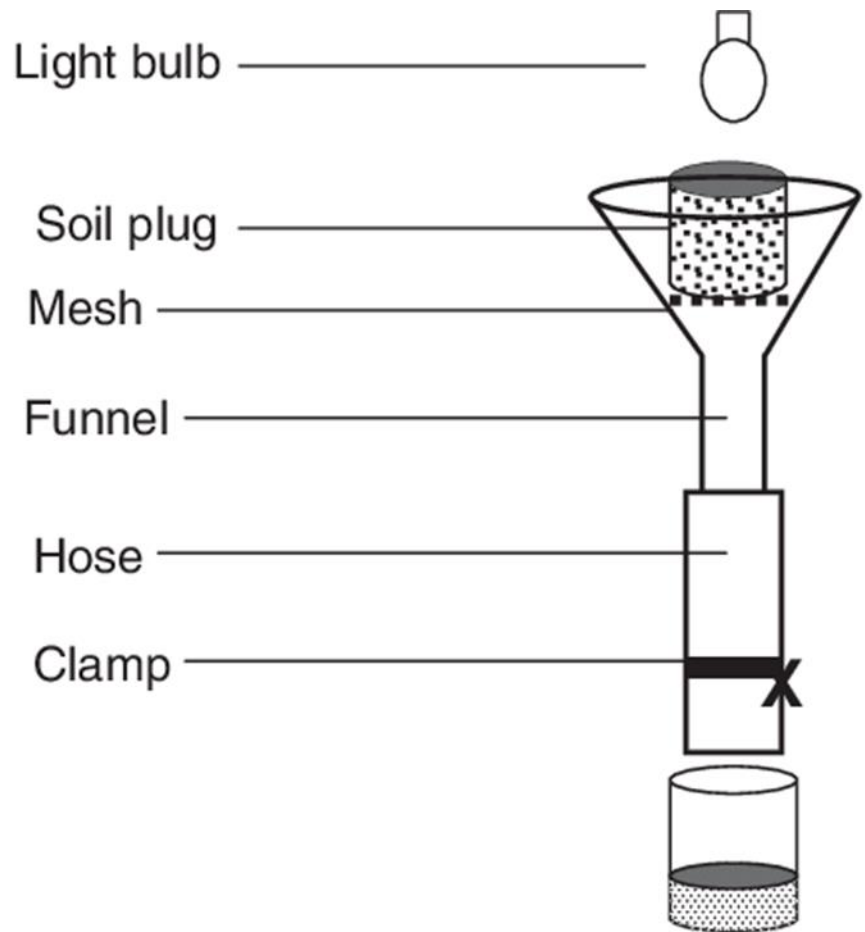


Ispiranje sedimenta; struganje supstrata

# Uzorkovanje meiofaune



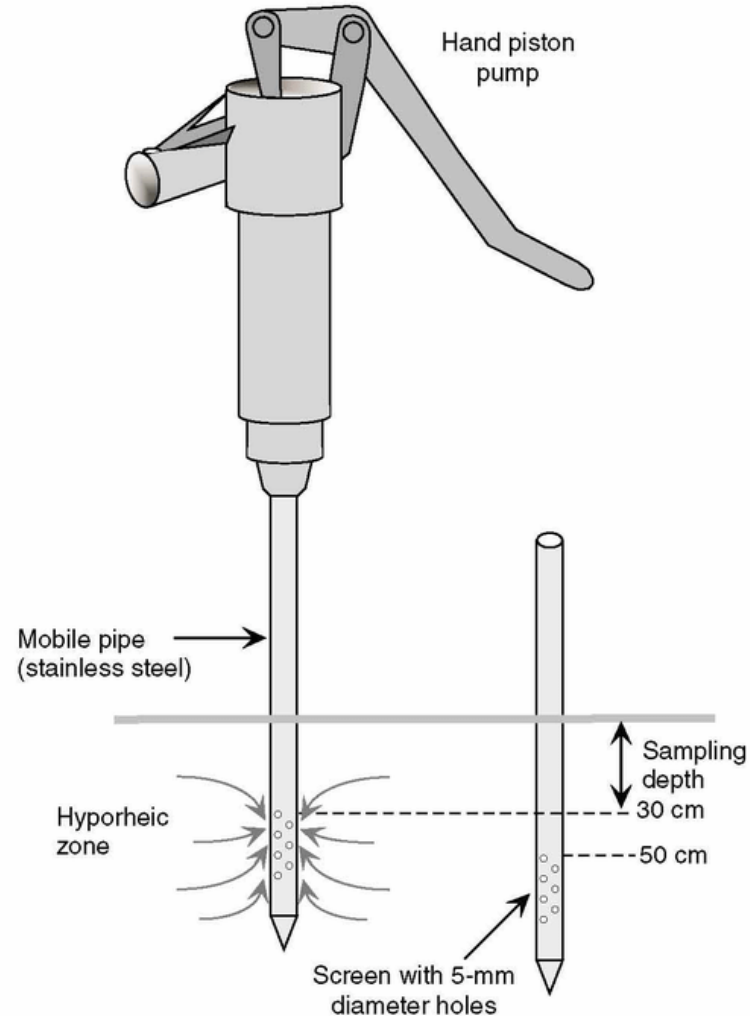
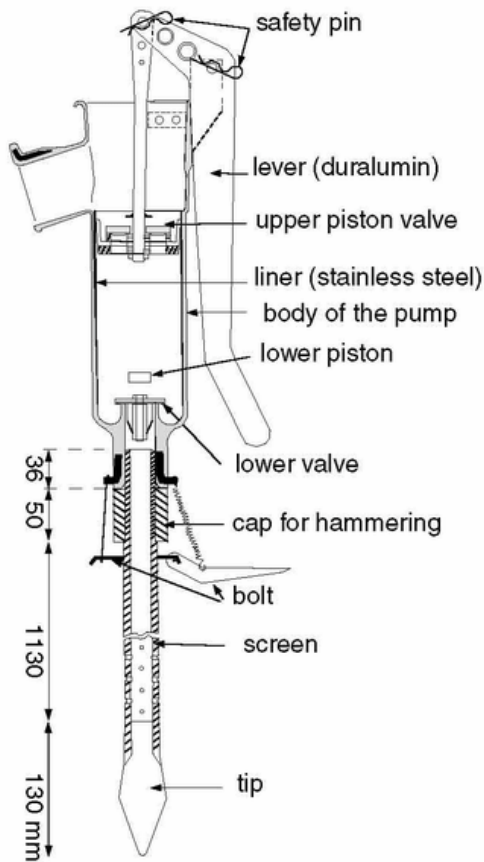
Uzimane uzoraka korerom



Ekstrakcija Baermann-ovim lijevkom

# Uzorkovanje meiofaune

Figure 27

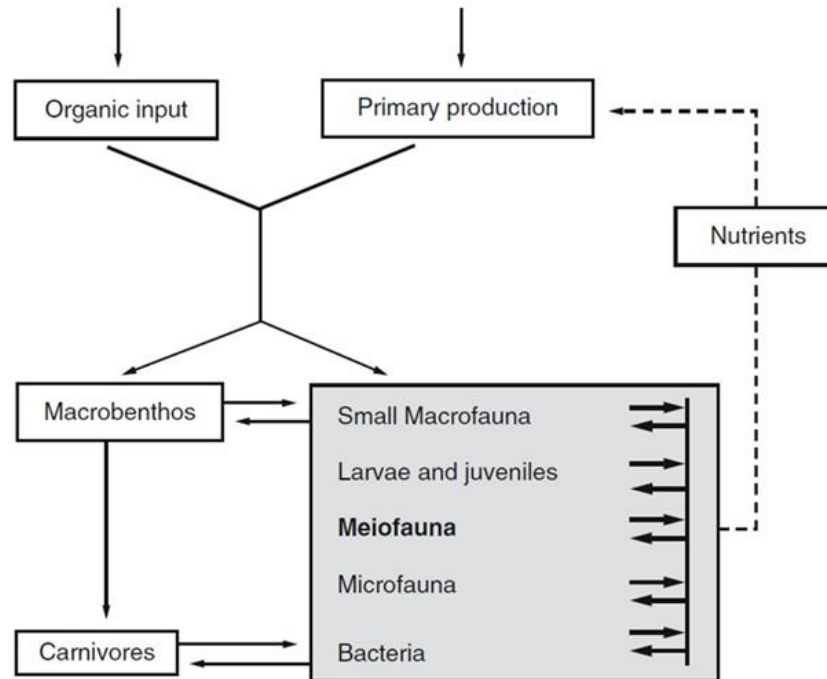


Bou-Rouch pumpa

# I za kraj...

Sedimenti vodenih ekosustava su stanište vrlo raznolikim i brojnim mikroskopskim životinjama - meiofauni.

Meiofauna je važan dio tzv. „malih hranidbenih mreža“ koje uključuju povremenu i stalnu meiofaunu, protiste, bakterije i detritus.



The „small food web“



SCIENCEPHOTOLIBRARY



# I za kraj...

Uz nastavak taksonomskih istraživanja, potrebno je uključiti meiofaunu u ekološka istraživanja (protok energije, razgradnja detritusa, veza sa višim trofičkim skupinama i sl.)

