

MODULARIZACE VÝUKY EVOLUČNÍ A EKOLOGICKÉ BIOLOGIE  
CZ.1.07/2.2.00/15.0204



# Oceánobiologie

## Biodiverzita a společenstva I: Plankton

Marie Zhai



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

# Struktura přednášek

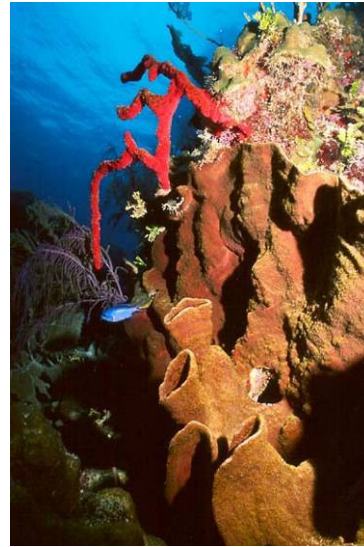
1. Plankton
2. Mořské hlubiny
3. Fauna (+ flóra) Středozevního moře
4. Fauna korálových útesů



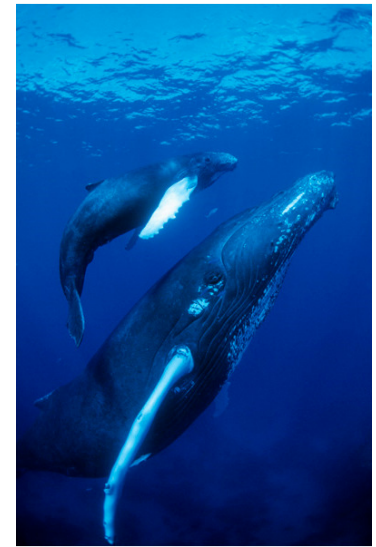
mangrovy



„kelp forests“



„sponge gardens“



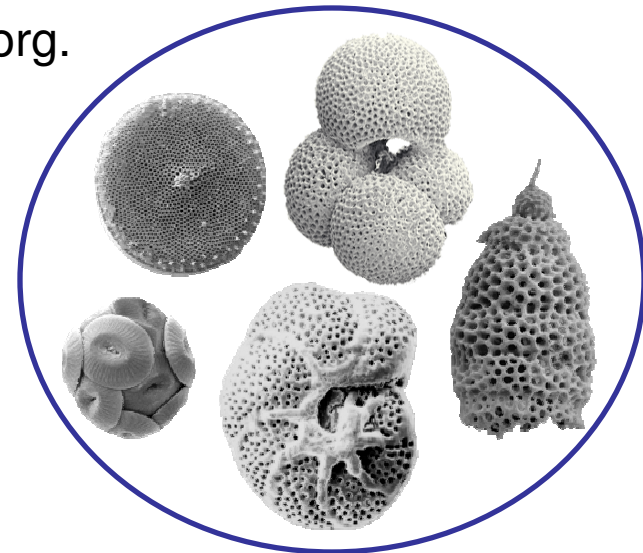
savci

# Plankton



- adaptace: nízká hustota těla, vakuoly, výběžky, často transparentní
- vysoké abundance a biomasa: základ potravního řetězce, horotvorné procesy
- diverzita nízká - homogenita prostředí, snadné šíření
- fotická vrstva, vertikální migrace, bioluminiscence, symbióza
- holoplankton: fytoplakton (kokolitky, rozsivky), zooplankton (mikroskopický: Foraminifera, Radiolaria, Copepoda; želatinózní: medúzy, žebernatky, plži, mnohoštětinatci, pláštěnci, larvy a vajíčka ryb), mixoplankton (obrněnky)
- meroplankton: planktonní stádia bentických org.

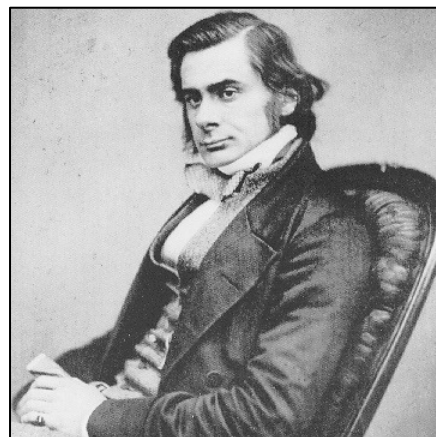
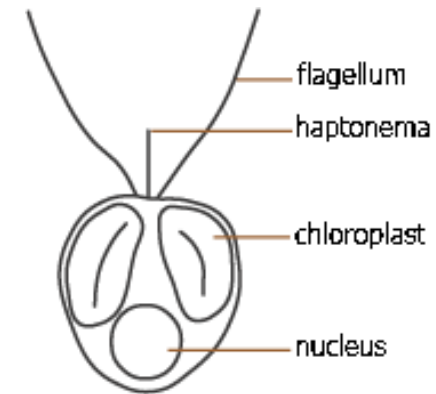
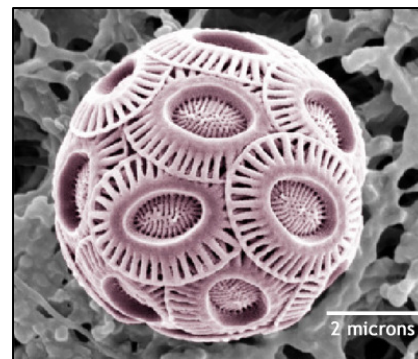
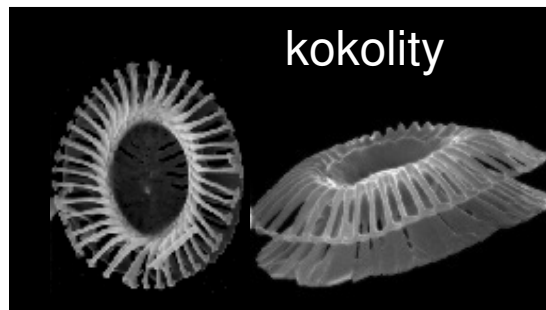
	CALCAREOUS 'SHELLS' CaCO <sub>3</sub>	SILICEOUS 'SHELLS' OPAL: SiO <sub>2</sub> .nH <sub>2</sub> O
HETERO-TROPHS	FORAMINIFERA	RADIOLARIA
AUTO-TROPHS	CALCAREOUS NANNOPLANKTON	DIATOMS



# Fytoplankton

## Coccolithophoridales - kokolity (Chromalveolata: „Haptophytes“)

- polysacharidové šupinky nebo kalcitové kokolity tvořící kokosféru
- více než 200 recentních druhů



Thomas H. Huxley  
(1825-95)



*Emiliana huxleyi*



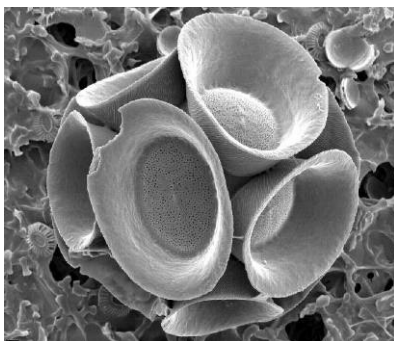
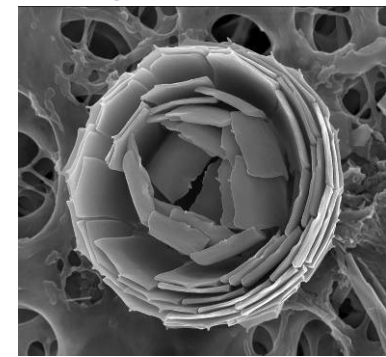


- fosilizace kokolitů - horotvorné procesy, geologické datování

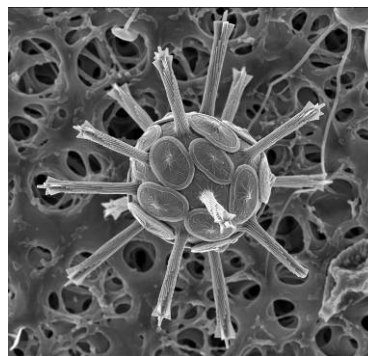
*Discosphaera tubifera*



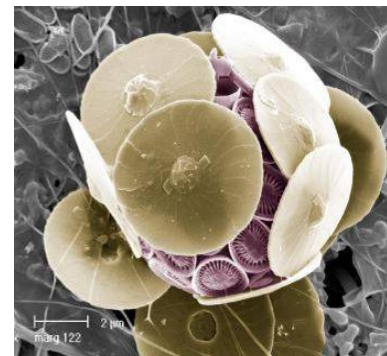
*Florisphaera profunda*



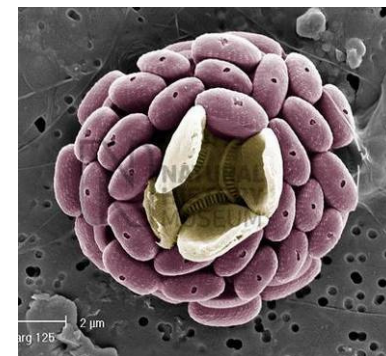
*Pontosphaera syracusana*



*Rhabdosphaera clavigera*



*Syracosphaera anthos*



*Algiosphaera robusta*



*Phaeocystis* sp.

(Phaeocystales); sliznatá pěnová hmota; Severní moře, Lamanšský průliv

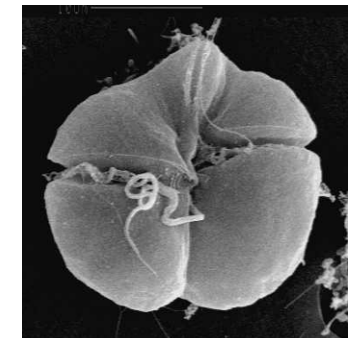


*Chrysochromulina*

(Prymnesiales); dlouhé haptonema; exotoxiny nebezpečné pro ryby, mlže a tuleně (pobřeží Norska, Švédska a Dánska)

**Dinoflagellata** – obrněnky

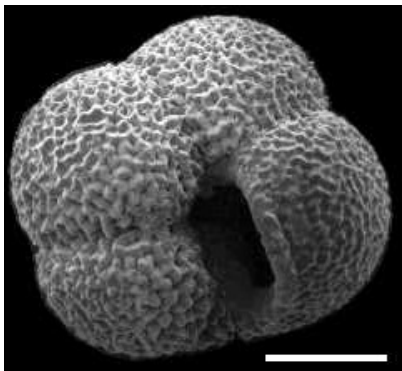
- masový výskyt → rudý příliv
- některé druhy neškodné, někt. toxické pro ryby, mlže (např. *Ptychodiscus*) a savce (*Karenia*)
- pro člověka nebezpečný *Gonyaulax*, který se kumuluje ve slávkách a ústřicích → paralytická otrava
- otrava z masa tropických ryb - ciguatera
- *Pfiesteria piscicida* – cysty na dně → zoospóry - polykají plankton (krádež chloroplastů), produkce toxinu, který omámí ryby, na nich se množí, po úhynu ryby → améboidní stádium - živí se na mrtvolce



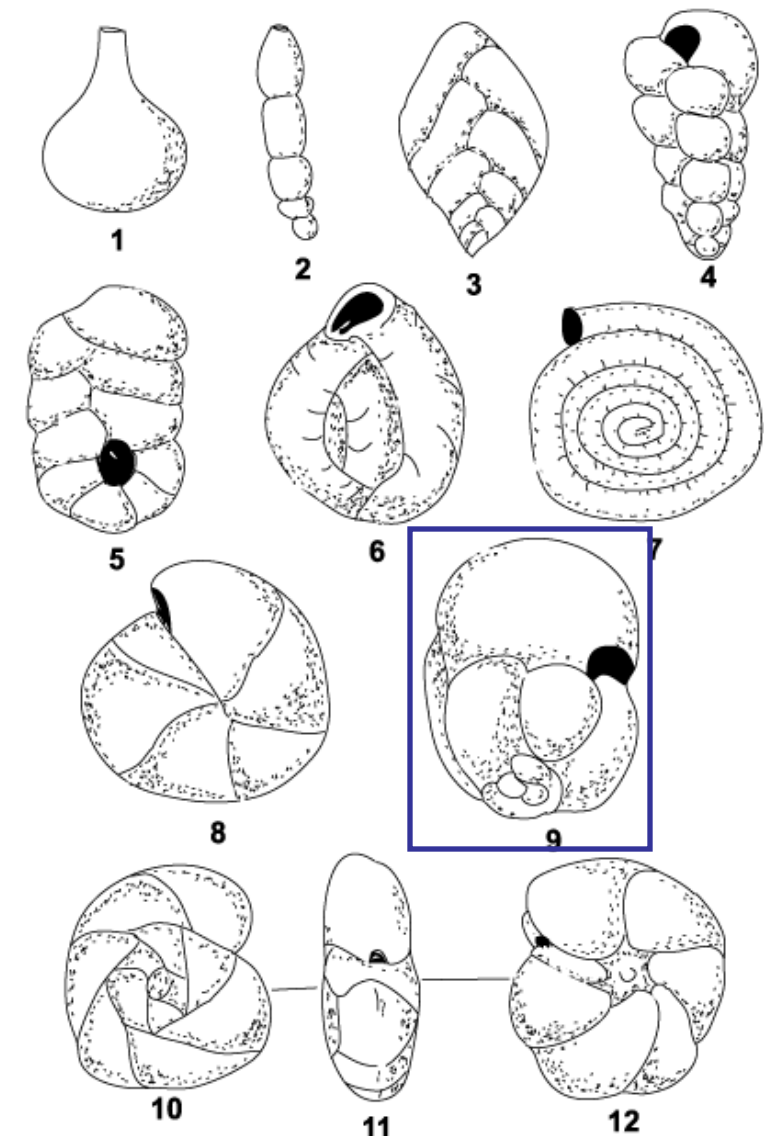
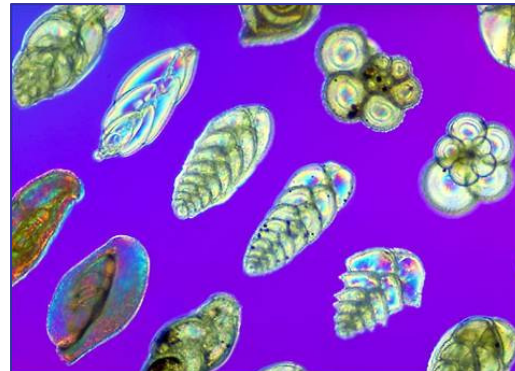
*Karenia brevis*  
Florida

# Foraminifera

- 100  $\mu\text{m}$  – 20 cm, nejč. <1 mm
- dírkované schránky vápenité, organické, kombinace org.+anorg. (př. jehlice hub spojené org. hmotou)
- ca 10 tis. rec. druhů a 30 tis. fosilních – hlubokomořské sedimenty
- většinou bentické - vysoká diverzita
- planktonní - pouze ca 44 druhů, ale velmi početné; malé kulaté formy, ubývání druhů směrem k pólům

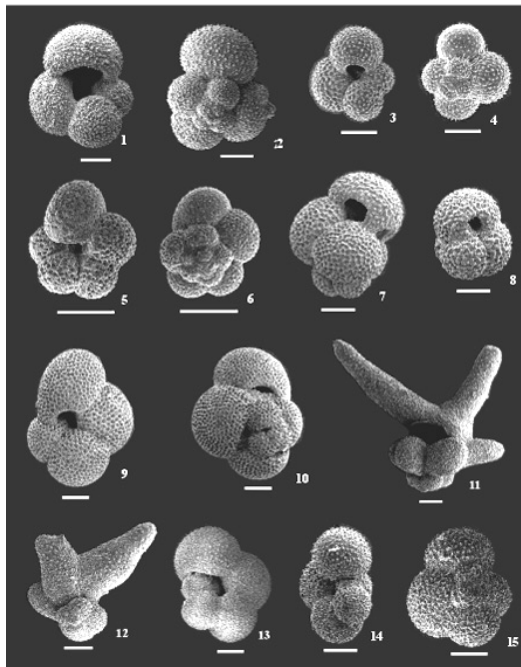


*Neoglobobulina pachyderma* - jediný arktický a antarktický druh



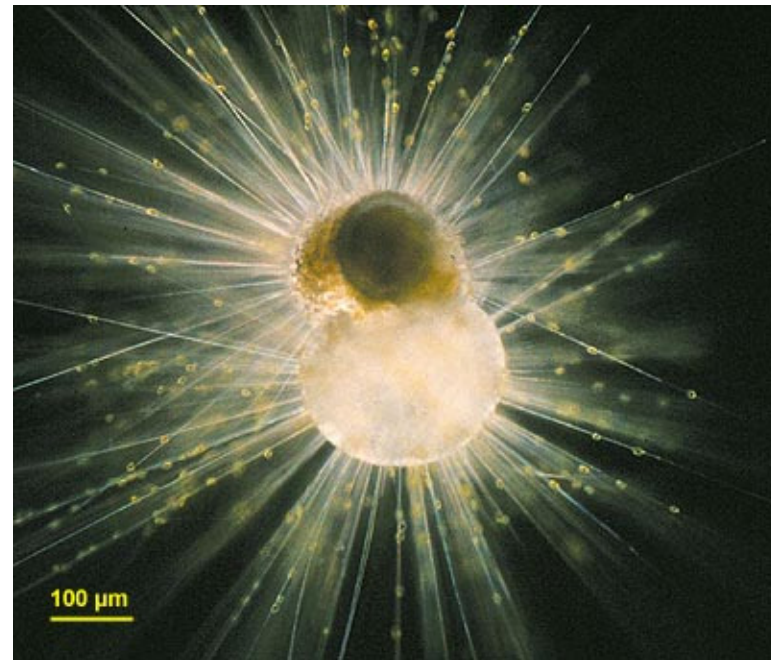
Principle types of chamber arrangement. 1, single chambered; 2, uniserial; 3, biserial; 4, triserial; 5, planispiral to biserial; 6, milioline; 7, planispiral evolute; 8, planispiral involute; 9, streptospiral; 10-11-12, trochospiral (10, dorsal view; 11, edge view; 12, ventral view). Redrawn from Loeblich and Tappan 1964.

- granuloretikulopodia – síť výběžků cytoplazmy, dýchání, lapání potravy, stavba schránky, vylučování metabolit
- velmi dlouhé vápnité jehlice nebo bez jehlic
- symbiotické řasy a obrněnky, vypouštění „na pastvu“
- vertikální migrace
- střídání sexuální a asexuální fáze rozmnožování, vypouštění gamet za úplňku



*Globigerina*

široce rozšířený planktonní rod

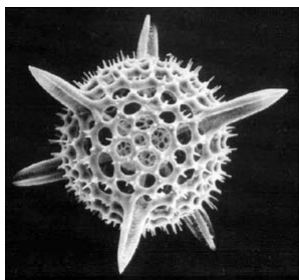
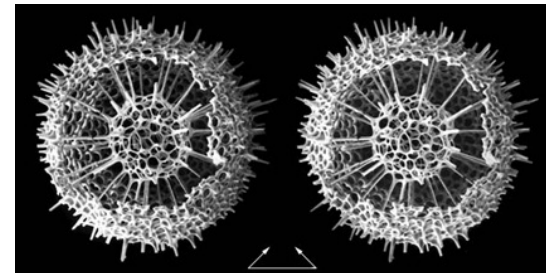


*G. bulloides*

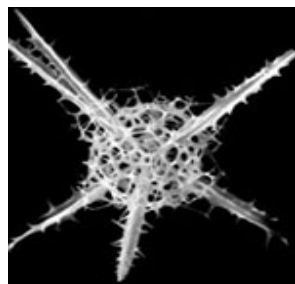


# „Radiolaria“

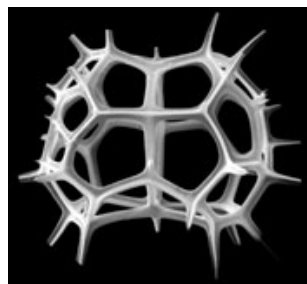
- planktonní
- křemité schránky: centrální a vnější kapsula, mezi nimi stěna s otvůrky pro axopodia
- nepohyblivé, výběžky snižující sedimentační rychlost, tukové kapénky, alveoli
- heterotrofní, někdy obsahují symbiotické řasy nebo obrněnky
- fotická zóna až -4000 m
- křemitý radiolariový kal – pro vznik je nutná rychlá sedimentace ( $\text{SiO}_2$  rozpustný ve vodě); paleoenvironmentální studie (společenstva: 200-400 druhů)



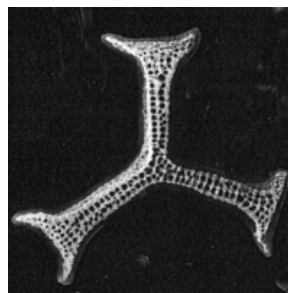
*Hexacontium*  
sp.



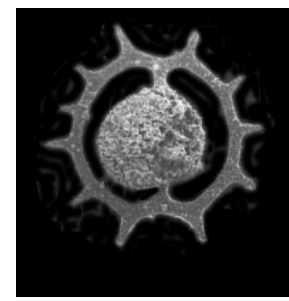
*Rhizophlegma*  
*boreale*



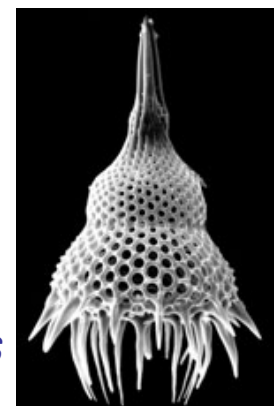
*Lophospyris*  
*pentagona*



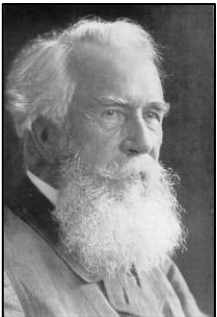
*Halesieum*  
*tricanthum*



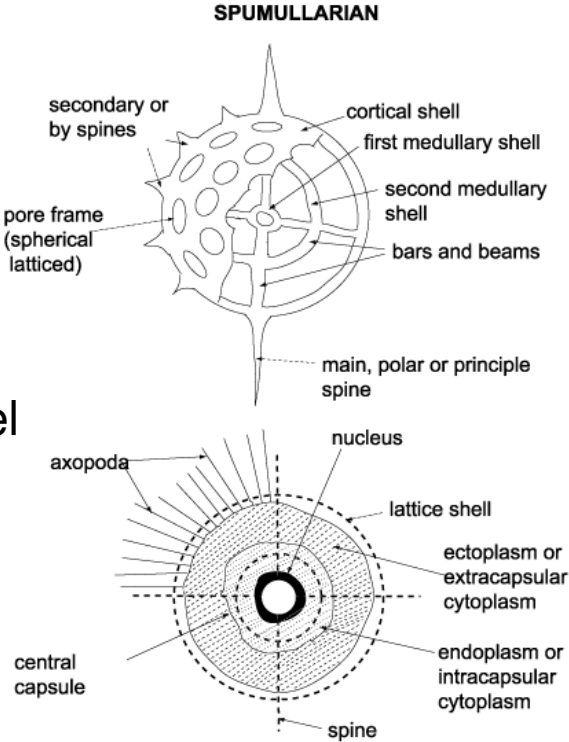
*Acanthoicircus*  
*tympanum*



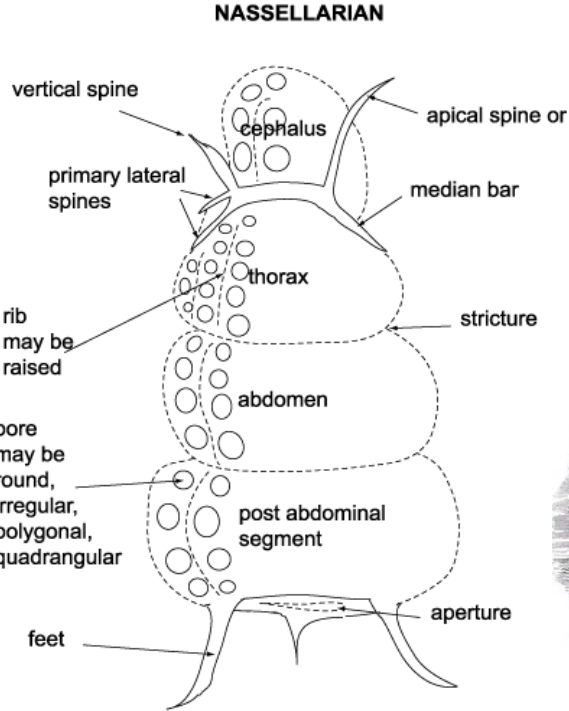
*Lamprocyclas*  
*maritilis*



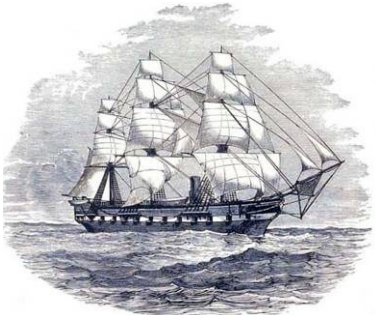
Ernst Haeckel (1834-1919)



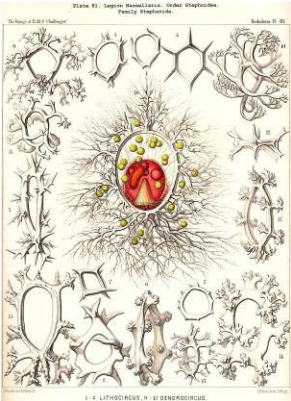
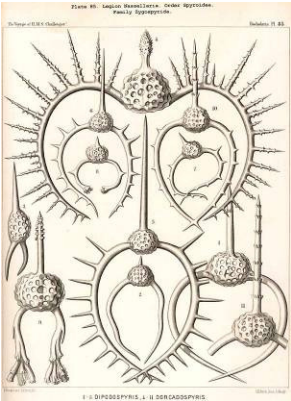
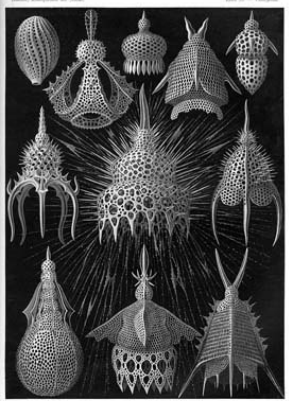
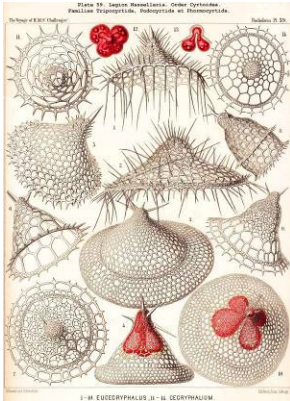
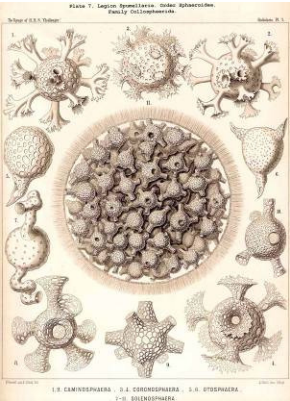
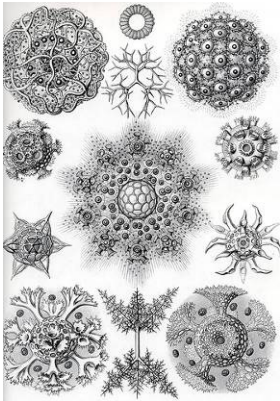
Diagrammatic cross-sections of spumullarian radiolaria.



Diagrammatic idealised nassellarian radiolaria showing basic morphological features



Challenger (1872-6)



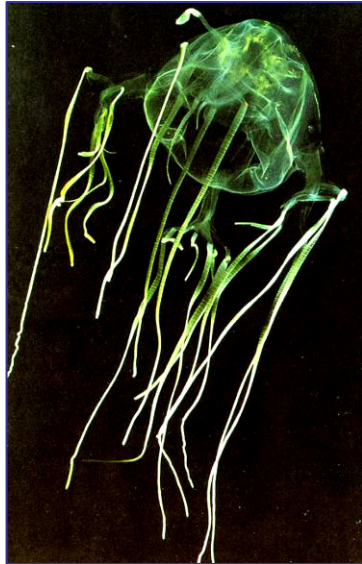
# kmen Cnidaria: Medusozoa

(Cnidaria: 2 monofyletické linie - Anthozoa, Medusozoa)

třídy:

- **Cubozoa** - 36 druhů, odlišný životní cyklus a typ polypa
- **Hydrozoa** - ca 3500 druhů, monofyletický taxon; hydromedúza - velum, 2 nervové prsteny, pučí laterálně, ne strobilací; 2 sesterské linie
  - Hydroidollina (**Anthoathecata: Porpitidae**, Rathkeidae, Leptothecata: Aglaopheniidae, **Siphonophorae**)
  - Trachylina - 150 druhů; Limnomedusae
- **Scyphozoa** - 200 morphologických druhů; skyfomedúza - rhopalia, strobilace, ephyry
  - **Coronatae** - převážně hlubokomořské druhy
  - **Samaeostomae** (talířovky) - př. *Aurelia aurita*
  - **Rhizostomae** (kořenoústky)
- **Staurozoa** - Stauromedusae - sesilní



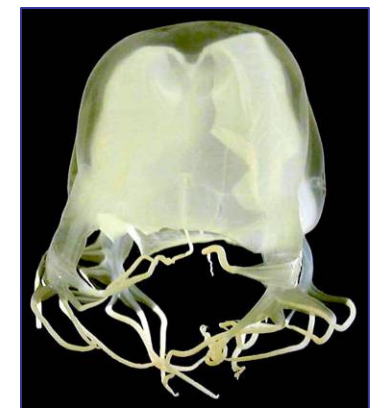
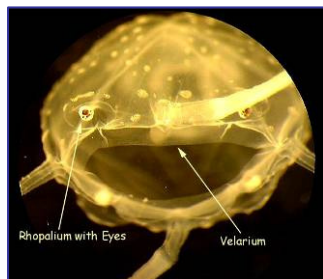
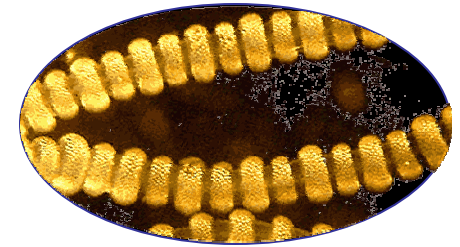


*Chironex fleckeri*  
chapadla až 3 m,  
sev. Austrálie,  
polypi v ústí řek

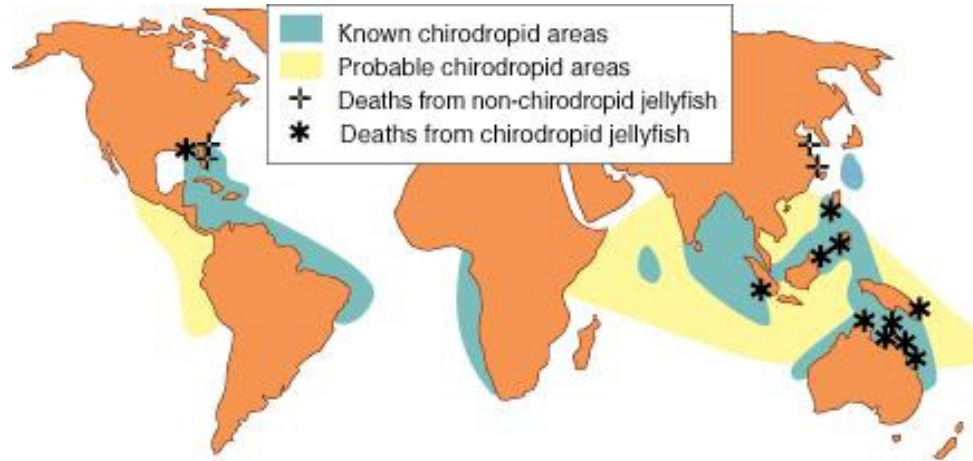
## Cubozoa – čtverhranky

„box jellies“

- 4-hranný průřez
- pedalium: chapadlo nebo svazek chapadel
- rhopalium, velarium, manubrium
- dobří plavci, draví, nebezpečně či nepříjemně žahají
- polypi odlišní od Scyphozoa: ústa+24 chapadel, píd'alkovitý pohyb
- 36 druhů v tropických a polotropických vodách
- 2 řády: *Chirodropida* - svazky chapadel  
*Carybdeida* - z 1 pedalia 1 nebo 2-3 chapadla (*Tripedalia*)



*Chiropsalmus*



při zasažení omýt octem!!! odstranit chapadla



*Carukia barnesi*

ca 2 cm; „irukandji syndrom“  
sev. Austrálie



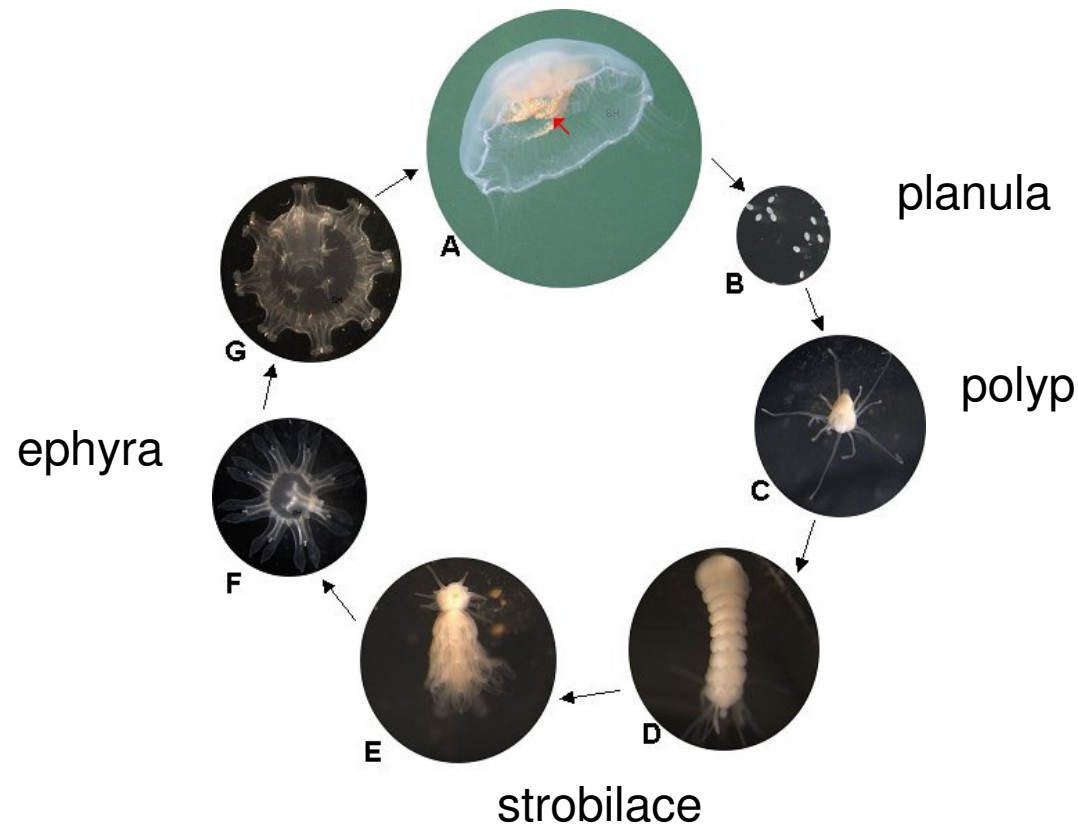
*Carybdea sivickisi*

1 cm; přes den přichycená pod  
kameny, v noci lákána světlem;  
velká hejna jednou ročně při  
množení korálů

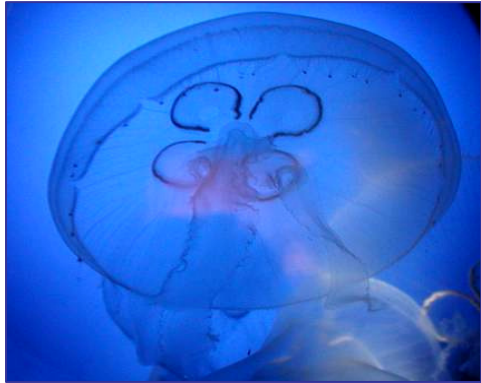


# Cnidaria: Scyphozoa

- 200 platných druhů, ve skutečnosti zřejmě 2x tolik
- polyp - x cm výška, max. 2 mm šířka; čtyřčetná symetrie
- skyfomedúza - 2-40 cm průměr zvonu; největší 2 m (*Cyanea capillata*); barevné gonády; čtyřčetná symetrie na manubriu



## Semaeostomae (talířovky): čel. Ulmaridae



*Aurelia aurita* - t. ušatá  
25-40 cm; kosmopolitní, častá při pobřeží;  
4 nápadné gonády; nežahají, živí se  
zooplanktonem; potrava pro ryby, kožatky,  
ostatní medúzy i člověka.



*Phacellophora camtschatica*  
„fried-egg jelly“  
ca 0,5 m; kosmopolit, málo žahavá,  
živí se hlavně malými medúzami;  
asociace s larválními stádii krabů a  
různonožci.



*Hyperia galba*



*Cancer gracilis*

## čel. Cyaneidae

*Cyanea capillata* - talířovka obrovská

„lion-mané jellyfish“

většinou 30 cm, max. 2 m, chapadla až 30 m; zvon shora 8-cípá hvězda

Arktida, sev. Atlantik a Pacifik až po 42°N; Austrálie a Nový Zéland - jiný druh?

čím víc na severu, tím větší zvony a méně jedinců

pelagická, ke konci života v mělčích zátokách

bolestivé žahnutí (smrt: Sherlock Holmes), střed léta nejnebezpečnější

živí se planktonem; úkryt pro ryby



*Cyanea lamarcki*

„blue jellyfish“ – podobná, ale menší

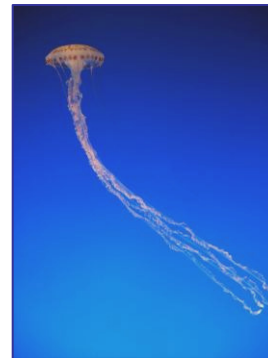


## čel. Pelagiidae



*Pelagia noctiluca* - talířovka svítivá  
do 10 cm; nepříjemně žahá, působí  
škody na rybách; spíše v hlubších  
vodách a na otevřeném moři; stádium  
polypa chybí; Středozevní a Rudé  
moře, Atlantik.

*Chrysaora hysoscella* - t. kompasová  
20 cm; sev. Atlantik a Středomoří;  
seriální hermafrodit; komenzální  
různonožci, larvy krabů.

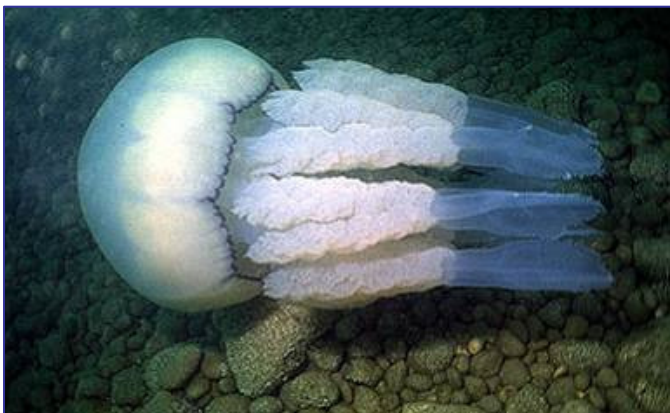


*Ch. colorata* - pobřeží Kalifornie

## Rhizostomae - kořenoústky

- asi 90 druhů
- nemají chapadla na okraji zvonu, mají 8 rozvětvených ústních ramen s drobnými otvůrkami; planktonofágní, nežahavé

*Rhizostoma pulmo*, syn. *octopus*  
k. plicnatá, „cauliflower jelly“  
velmi běžná, Středozeří, sev.  
Atlantik; symbiotičtí různonožci



*Cassiopeia andromeda* - k. pobřežní  
„upside-down jellyfish“  
Indopacifik, Rudé moře; symbiotické  
zooxanthely, krevetky *Periclimenes*,  
zadožábří plž *Dondice paraquerensis*.





*Cotylorhiza tuberculata* - kořenoústka hrbolatá  
běžná ve Středomoří; úkryt pro juvenilní kranase.

*Nemopilema nomurai*

stejně velká jako *Cyanea capillata*  
vysoké lokální hustoty u japonského  
pobřeží, využití – jídlo, kosmetika.



*Stomolophus meleagris*

„cannon-ball jelly“

25 cm; hlavní potrava kožatky velké;  
tropická moře, velmi početná v Mexickém  
zálivu; v Japonsku vyhlášená pochoutka;  
10 druhů symbiotických ryb, juv. krabi.



## Coronatae

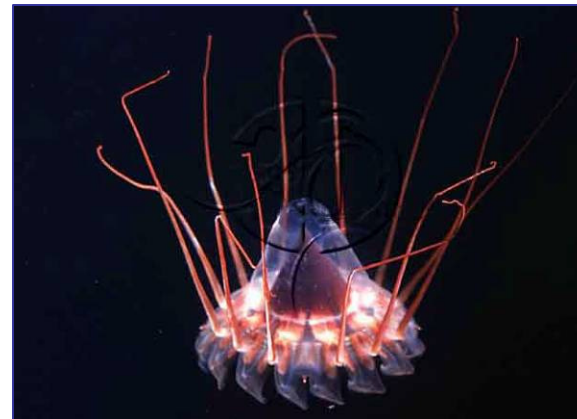
- většina druhů hlubokomořských a několik druhů z mělké vody v tropických mořích
- 45 druhů v 6 čeledích



*Attala* sp. - max. 5 cm

*Periphylla periphylla* „helmet jelly“

světový oceán, -900 až -7000 m, nemá sesilního polypa, ephyru, ani planulu  
tuhá chapadla držaná ve vztyčené poloze; červenohnědá oblast žaludku  
bioluminiscence, loví hlavně klanonožce a ostatní korýše, vertikální migrace.



## Siphonophorae - trubýši

- asi 160 druhů, monofyletický taxon
- pelagické kolonie polymorfických koordinovaných zoidů: axiální polyp s pneumatoforem, chapadly a ústy, nektofory, laterální polypi v sériích - cormidia: gastrozoidi, gonozoidi a daktylozoidi s chapadly

*Physalia physalis* - měchýřovka portugalská, portugalská galéra

„Portugese man-of-war, blue bottle, blue bubble“

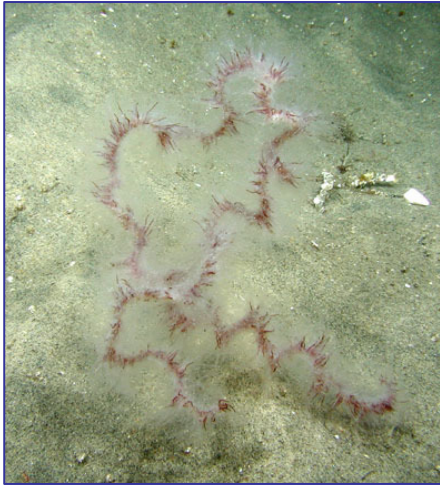
běžná v trop. a subtrop. mořích Atlantiku (Sargassové moře, Karibik) a Indopacifiku, občas vyplavená i na pobřeží Anglie, Walesu i Irska;

pasivní pohyb, chapadla natažená jako síť (až 50 m), loví ryby a korýše, nebezpečná i člověku - physalitin; tvoří i skupiny o X000 jedincích;

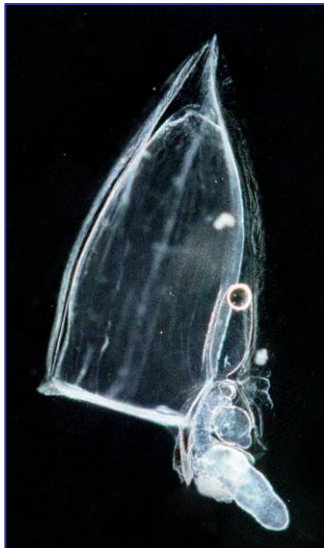
symbiotické ryby; potrava pro plže Glaucidae, mořské želvy a kraba *Emerita pacifica* („Pacific sand crab“, Havaj).



*Nomeus gronovii*



*Apolemia uvaria* - měchýřovka hroznová  
kolonie až 30 m dlouhé, často jen segmenty;  
nepříjemně žahá, zabije i velkou rybu;  
Středomoří, Irsko, Norsko;  
ve větších hloubkách, na pobřeží přilákány planktonem.



*Muggiaea kochi* (Calycophorida)  
Středomoří  
dobří plavci, bez pneumatoforu,  
ale nektofor ve tvaru rakety s  
tukovou kapénkou;  
kormidia se sexuálně zralými  
gonozoidy se osamostatní -  
„eudoxidy“



*Physophora  
hydrostatica*

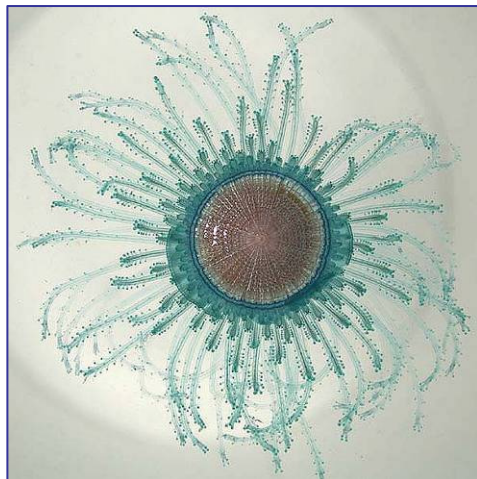


*Nanomia  
bijuga*

útvary na chapadlech - lákají  
predátory buchanek

## Anthoathecata

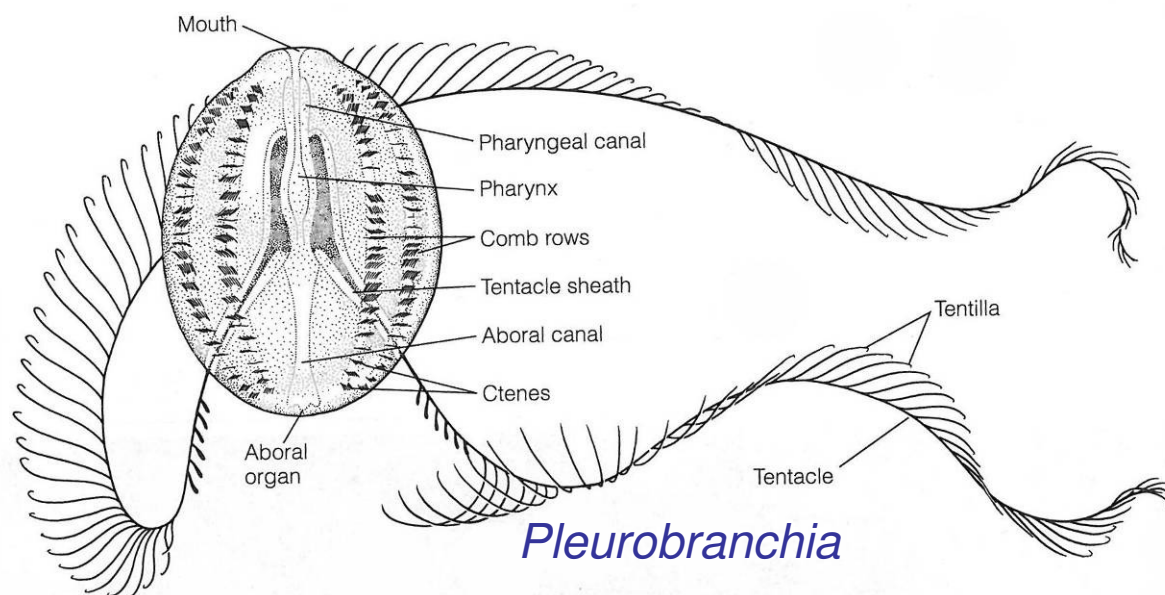
*Velella velella* - paruska komůrkatá, „by-wind-sailor“  
vysoce modifikovaný polyp, připomíná kolonii  
chitinózní plovák + lopatka, symbiotické zooxanthely  
masožravá, sama potravou plžů  
velké oceánské populace: pravé a levé (1:1)  
→ šíření 2 směry (NW-SE, NE-SW)  
konec jara až zač. léta vyplaveny na pobřeží  
teplá moře, až do Středozeší  
dřív řazena mezi trubýše



*Porpita porpita* „blue button“  
okrouhlá, bez kormidla  
pláže trop. a subtrop. Austrálie,  
Indopacifiku a Atlantiku

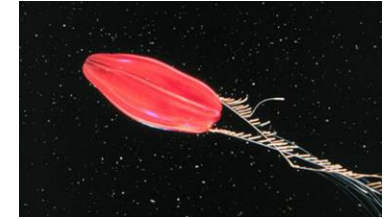
# Ctenophora

- obvykle x mm-30 cm (*Cestum* max. 1,5 m)
- průsvitné, silná želatinózní mezoglea, velká vznášivost
- hřebínky brv v 8 podélných řadách, 2 chapadla s filamenty a koloblasty k lovu potravy (ne vždy)
- rozdíl oproti medúzám: pohyb pomocí brv (netvoří víry) ústy napřed, nemají žahavé buňky (kleptoknidie u *Haeckelia rubra*); biradiální symetrie
- >100 druhů, někt. velmi početné v pobřežním planktonu

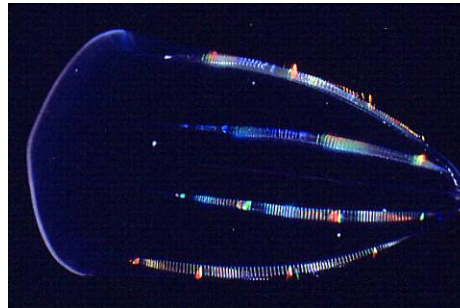




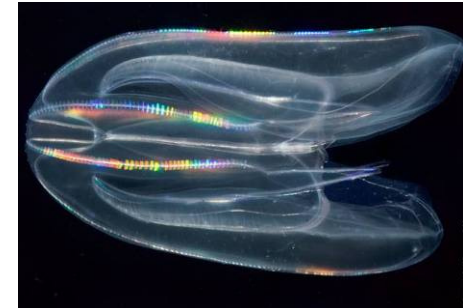
- transparentní nebo červený pigment, bioluminiscence, rozklad světla na hřebíncích brv
- většinou hermafrodité, vnější oplození, planktonní larva cydipid (podobný jako *Pleurobranchia*)



*Pleurobranchia pileus*  
(ca 2 cm) chapadla jako síť  
na drobný zooplankton



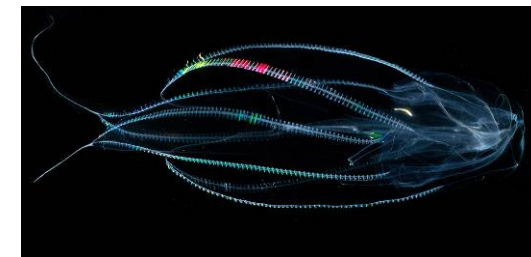
*Beroe* sp.  
nemá chapadla, polyká  
medúzy a jiné žebnatky



*Mnemiopsis* sp.  
zakrnělá chapadla, 2  
orální laloky obklopují tělo



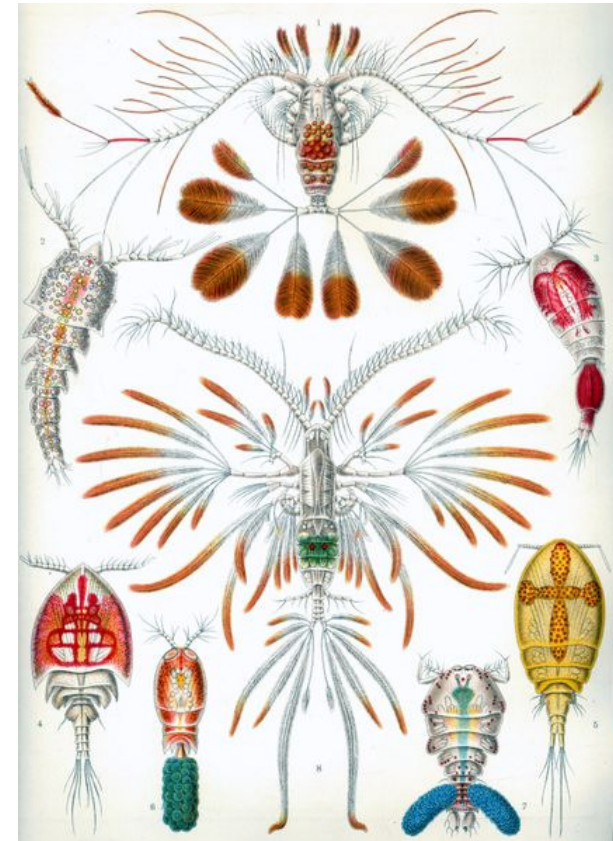
*Cestum veneris*  
„Venušin pás“, kosmopolit tropů a subtropů,  
plave pomocí svaloviny, brvy na okrajích  
pásu, chapadly loví drobný plankton



*Eurhamphaea vexilligera*  
žebnatka praporcová  
vylučuje světélkující látku ke  
zmatení predátorů

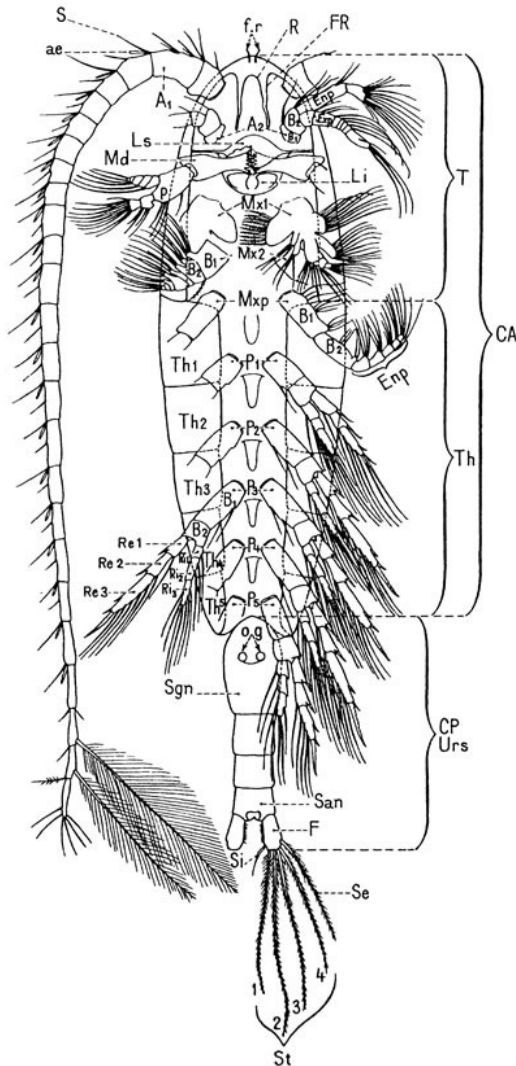
## Copepoda (klanonožci)

- z celkem asi 12 tis. druhů 2463 mořských planktonních (Calanoida 80 %)
- největší zdroj bílkovin na Zemi, zásadní pro koloběh uhlíku: absorpce ca 2 mld tun/rok (tj. 1/3 lidské činnosti), ve formě exuvií a fekálních pelet prší do hlubších částí, něco prodýchají
- většinou herbivorní filtrátoři – spojovací článek mezi prim. a sek. producenty vyššího řádu
- většinou do -50 m, ale denní vertikální migrace
  - v noci vyplouvají na povrch, ve dne se stahují hlouběji, aby unikli predátorům (např. *Gaetanus minor* až 300 m)
  - největší přesuny zvířat vůbec (Hutchinson)
  - někt. druhy vertikální migraci nemají
- největší diverzita v Indickém oceánu, nejmenší v Severním ledovém
- distribuce druhů závisí na historickém vývoji kontinentů a mořských proudech



# Calanoida

- štíhlé vřetenovité tělo, úzký zadeček; transparentní



*Calanus finmarchicus* (ca 3 mm)

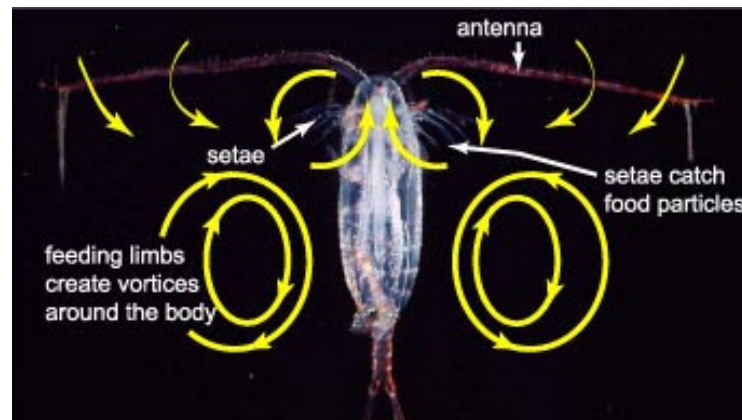
popsána 1770 (1. mořská vznášivka)

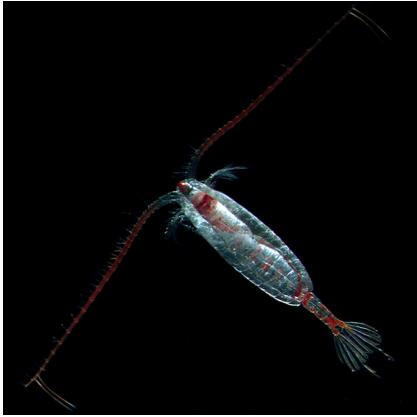
Severní a Barentsovo moře (pobř. Norska až 90 % zooplanktonu)

hrudní vak na zásoby tuku (pomáhá vznášivosti)

omnivorní; během 24h 11-373 tis. rozsivek; selektivní filtrace dle velikosti částic

důležitý zdroj výživy pro ryby a ptáky  
od 60. let značný úbytek (důsledek klimatických změn?)





*Calanus hyperboreus*

(♀ až 8 mm)

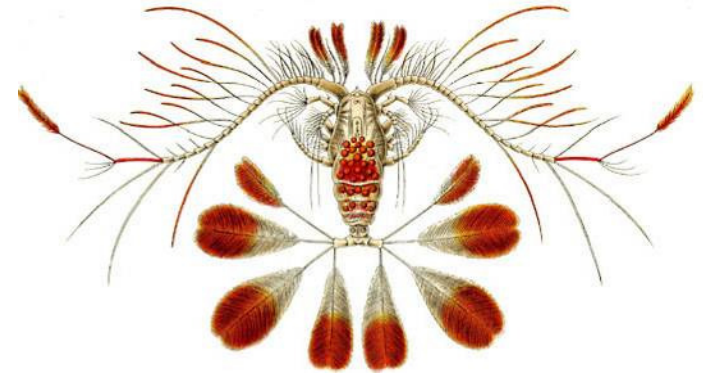
endemit arktických vod,  
velký tukový vak,  
hlavní potrava velryb



*Pareuchaeta norvegica*

(ca 6 mm)

sev. Atlantik, norské fjordy  
karnivorní, denní vertikální  
migrace (až -X00 m)



*Calocalanus pavo* (1 mm)

„peacock calanoid“

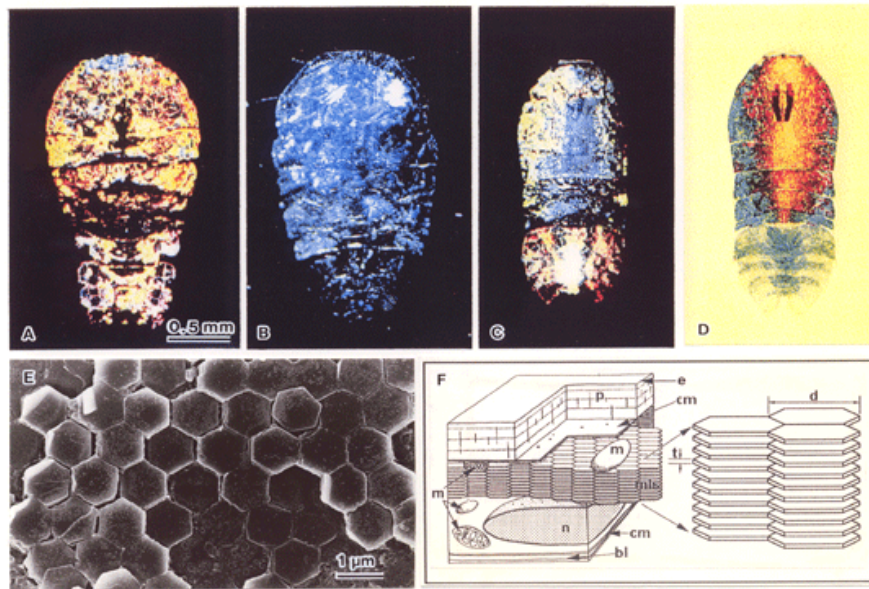
teplé vody: Středozevní  
moře, Atlantik, Indický  
a Tichý oceán; až do  
-3,7 km

### Rozmnožování vznášivek

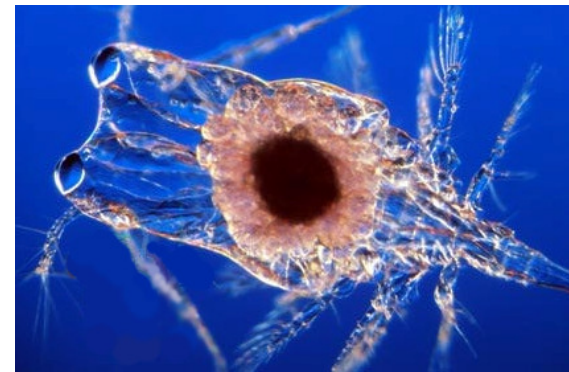
- shlukování do hejn v urč. hloubkách zvyšuje pravděpodobnost setkání receptivních partnerů; „namlouvací tance“ (až několik minut), prekopulační fáze několik hodin
- ♀ často vypouští vajíčka jednotlivě do vody
- ♀ nadčel. *Centropagoidea* nemají receptacula seminis – kopulace před každou snůškou (♀ čel. Diaptomidae jsou „těhotné“ každé 4 dny); trvalá vajíčka – kolonizace vnitrozemských vod

## Poecilostomatoidea: čel. Sapphirinidae - „drahokamy moře“

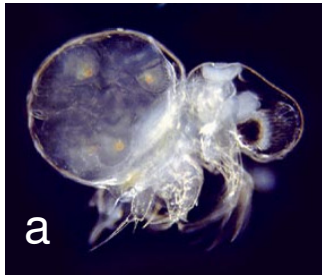
- epipelagiál tropické a subtropické oblasti (do -200 m)
- u ♂ interference světla na mnohvrstevných útvarech integumentu → barevná záře (Japonsko: „tama-mizu“)
- spektrální rozsah je druhově specifický
- význam při párování - ♀ s dobře vyvinutým okem (unikátní nejen u copepod!)
- reverzní migrace (ve dne nahoře, v noci dole)



*Sapphirina* sp.



*Copilia quadrata* (ca 3 mm)  
oko: 2 čočky oddálené, spojené kanálkem, vnitřní čočka neustále v pohybu („scan“)

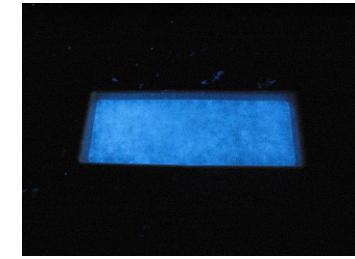
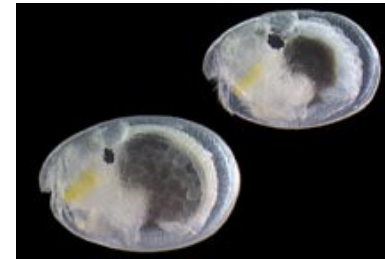


a



b

Cladocera: Onychopoda  
čel. Podonidae - ca 8  
druhů; 1 mm; dravé;  
partenogeneze i trvalá  
vajíčka, a) *Podon* sp.  
složené oči srostlé;  
b) *Evadne* sp.



Ostracoda: *Vargula hilendorffii*  
„mořská světluška“  
ca 3 mm; jižní pobřeží Japonska;  
bioluminiscence, noční aktivita,  
špatný plavec

- kril – ř. *Euphausiacea* (Malacostraca: Eucarida) - krunýřovky - hojně především v polárních oblastech, žerou řasy nebo vznášivky; potrava pro ptáky, tuleně, velryby; velké denní migrace, obrovská biomasa (j. polokoule ca 500 mil tun); čel. *Euphausiidae*: ca 85 druhů



northern krill

*Meganyctiphanes  
norvegica*

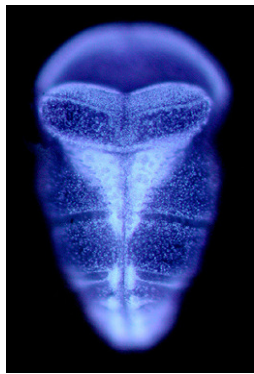


southern krill

*Euphasia superba*

# Meroplankton

- planktonní larvy bentických či nektonních živočichů



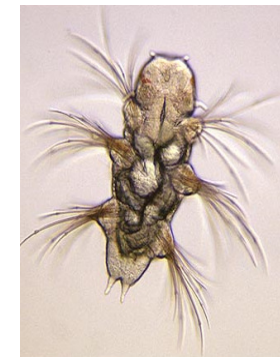
trochophora (Anellida, Mollusca)



veliger



larva olihně



larva mnohoštětinatce



dipleurula (Deuterostomia)



bipinnaria  
*Asterias rubens*

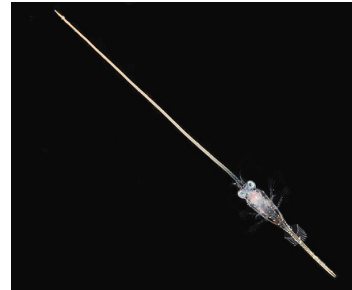
echinopluteus  
ježovky

ophiopluteus  
hadice

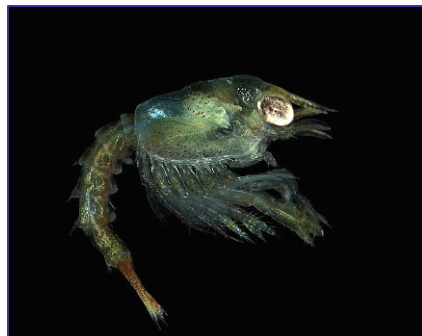
## Larvy bentických korýšů



nauplius + cyprisová  
larva (Cirripedia)



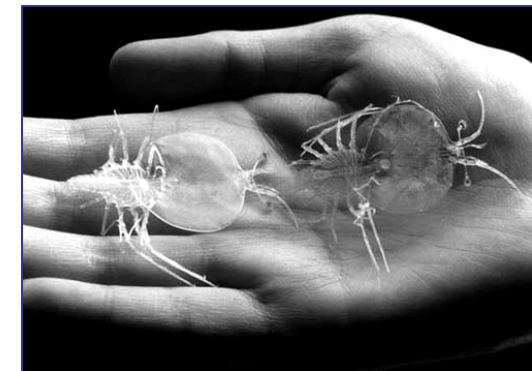
zoea  
(Anomura: Porcellanidae)



zoea  
(Astacidea: Nephropoidae)



zoea (Brachyura)

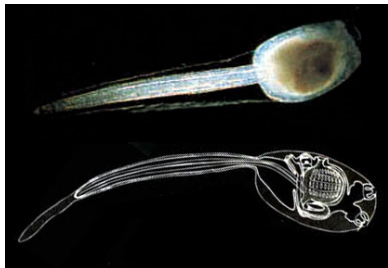


phyllosoma („Palinura“)



# Tunicata

- larvální notochord
- asi 3000 druhů, většina z nich bentické - tř. *Ascidiacea* (sumky)
- planktonní: tř. *Thaliacea* (salpy), *Apendicularia* (vršenky)
  - transparentní, želatinózní tunika
  - přijímací a vyvrhovací otvory proti sobě, proud využíván při filtraci i jako pohon, často koloniální
  - především v teplých mořích, často vysoké denzity



larva sumky  
„tadpole“

## *Apendicularia*

asi 70 druhů, chorda i u dospělého, staví „vrše“ ze sekretu, přes které účinně filtrují plankton



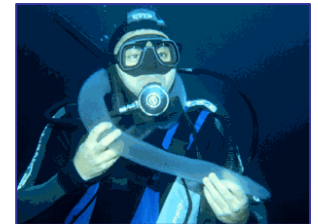
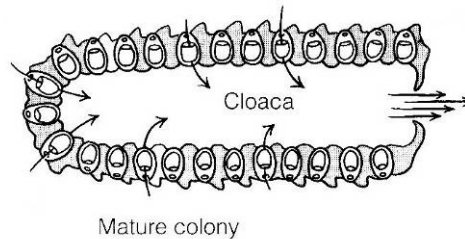
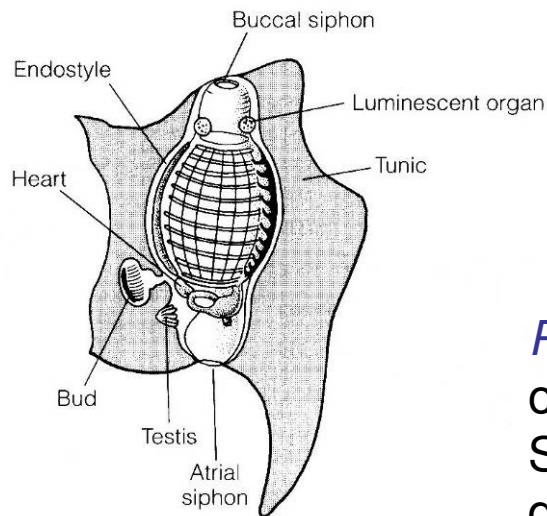
*Oikopleura* sp.



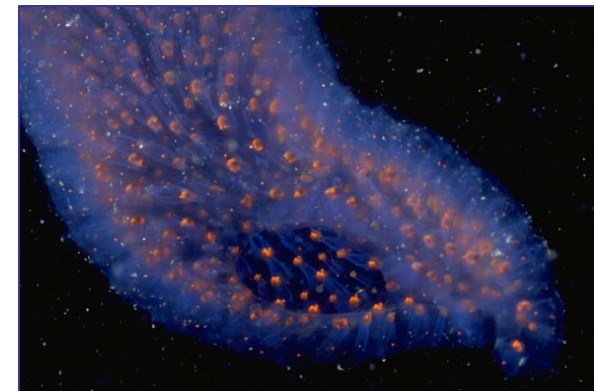
*Bathochordaeus* sp. – vrš až 2 m

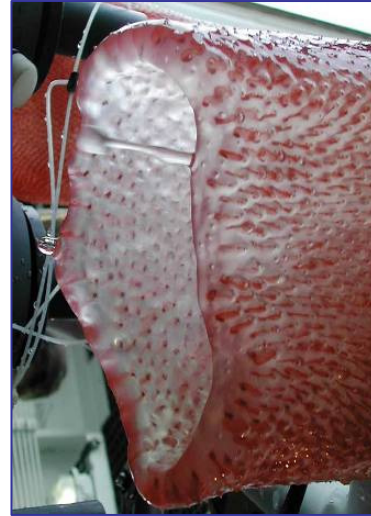
# Thaliacea: Pyrosomida - ohnivky

- ca 10 druhů v teplých mořích
- trubicovité kolonie s jedním otvorem, společný silný plášť; kolonie buď tuhé nebo měkké, bělavé nebo růžové až oranžové
- voda i potrava vháněna pomocí faryngeálních cilií, přijímací otvory zoidů směřují ven, vyvrhovací dovnitř → pohyb proudem vody
- bioluminescence



*Pyrosoma atlanticum*  
o. atlantská; 20-60 cm, tuhá  
Středozevní moře, Atlantik;  
další druhy rodu *Pyrosoma*  
až 2 m dlouhé kolonie





2 m x 30 cm

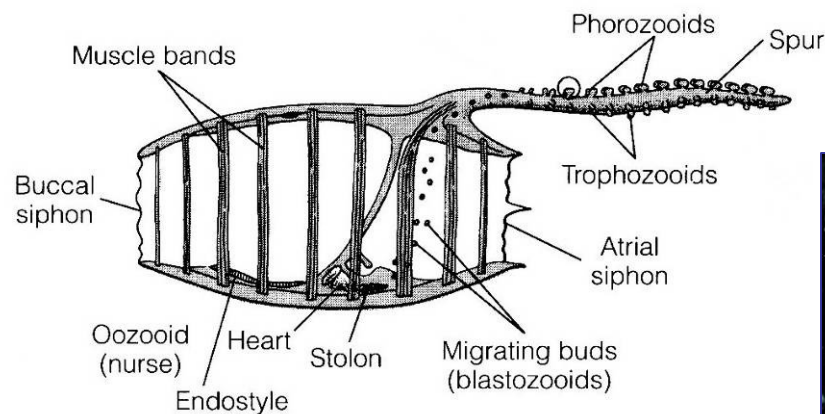
*Pyrostremma spinosum*

kolonie až 20 m dlouhé, široké 2 m  
- dovnitř může vplavat i potápěč  
(pobřeží Nového Zélandu v r. 1980)  
kolonie jemné, často poškozené,  
emitují modrozelené světlo

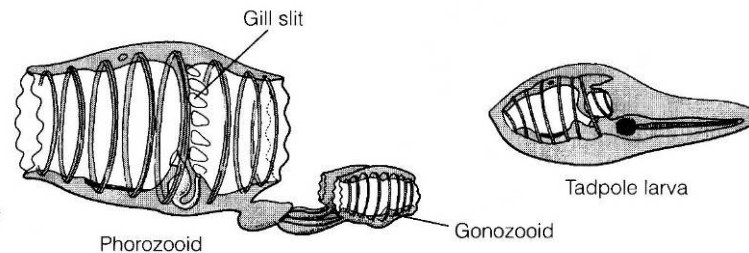


# Thaliacea: Doliolida - kruhosvalí

- soudečkovité tělo, radiální prstence svalů - rytmické stahy
- příjem potravy pomocí faryngeálních cilií
- velmi komplikovaný životní cyklus: asexuální (klonální), sexuální (soliterní) fáze i „pulcovitá“ larva
- během asexuální fáze při příznivých podmínkách rychlé zvýšení početnosti
- 23 druhů, *Dolium*, *Dalioletta*



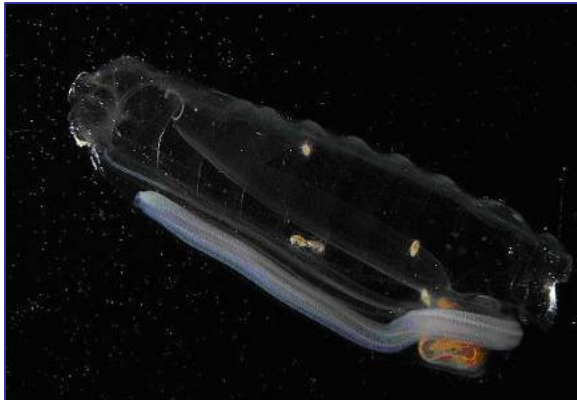
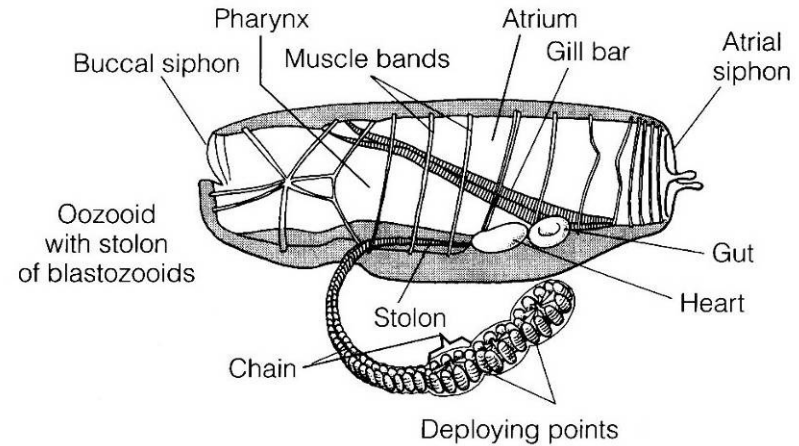
„chůva“



dravý stejnonožec  
*Phronima* sp.

# Thaliacea: Salpida

- šikmá přepážka mezi hltanovou a kloakální dutinou, některé okružní svaly splývají
- řetězce blastozoidů se osamostatní, v každém 1 embryo, napojeno na cévní systém
- asi 40 druhů



*Salpa thompsoni* - velmi početná v letním planktonu okolí Antarktidy, potravní kompetitor krilu, sama ale není potravou pro velryby a tučňáky