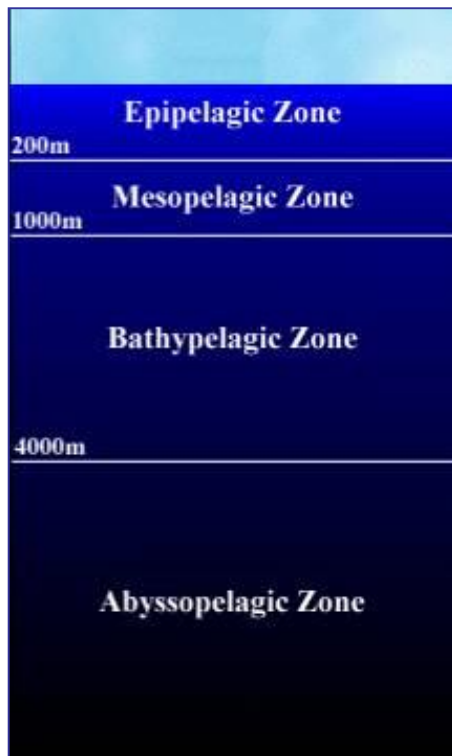


# Mořské hlubiny



# Hlubokomořský plankton a nekton

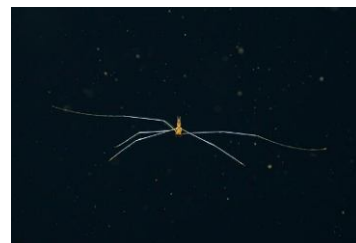
- nedostatek až nepřítomnost světla a primární produkce
- transparentní nebo červeně zbarvení (tj. prakticky neviditelní), predátoři, bioluminiscence, někdy gigantismus, špatná kalcifikace
- medúzy, žebernatky, hlavonožci, korýši (Copepoda, Isopoda, Amphipoda, Caridea), chiméry, žraloci, ryby, vorvaň obrovský (až -2200 m)



*Gigantocypris* sp. (Ostracoda)  
6 druhů; max. 3 cm, kolem -1000 m, obrovské reflexní oči – zachytí slabé bioluminiscenční záření; žijí se hlavně klanonožci



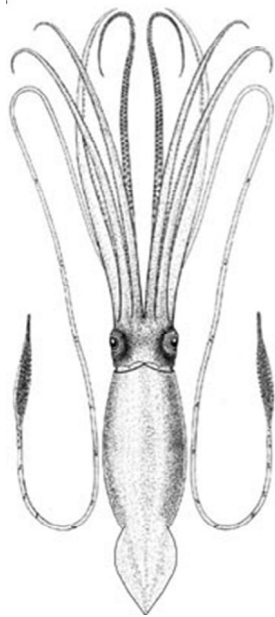
*Phronima* sp. (Amphipoda)  
velké oči, loví klanonožce, osídluje tuniky salp



*Munnopsis* sp. (Isopoda)  
„deep sea spiders“  
plavání vpřed i vzad („šlapání vody“)

# Cephalopoda

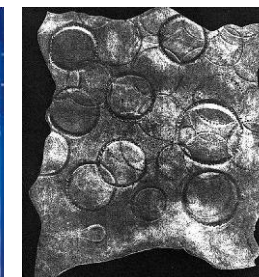
- téměř všichni jsou predátoři, složité chování, vysoce organizovaná NS, komorové oko, ramena + chapadla s přísavkami, silné zobákovité čelisti...



*Architeuthis dux* - krakatice obrovská  
čel. Architeuthidae; ř. *Teuthida*, až 14 m,  
♂ méně, teprve od r. 2004 snímky z přír.  
habitatu -900 m, ve všech oceánech,  
žíví se rybami a chobotnicemi,  
sama je potravou vorvaně obrovského →



*Nautilus pompilius* – loděnka hlubinná  
podtř. *Nautiloidea*, „žijící fosílie“, >20 cm, ca 90  
ramen bez přísavek; -100 až -300 m, denní  
vertikální migrace; špatně vidí; kanál  
(siphuncle) - regulace obsahu plynu/vody v  
komorách a tím vznášivosti, v -800 m schránka  
praskne



## nadř. Octopodiformes

- hlubokomořské druhy - ouškovité výrůstky k plavání a malá vnitřní kostra



*Grimpoteuthis* spp.  
„dumbo octopus“  
ca 13 druhů, max. 20 cm  
-3000 až -4000 m



*Stauroteuthis syrtensis*  
30 cm, až -1000 m, Atlantik



*Vampyroteuthis infernalis* – vampýrovka hlubinná  
až 30 cm, tropy a mírné pásmo, -600 až -1000 m, ramena  
spojená blánou; velké oči, přes které přetahuje kůži, 2 dlouhá  
filamenta registující potravu; fotofory

## Hlubokomořské ryby

- velmi dobré smyslové orgány - např. tykadlovité výrůstky, citlivá postranní čára, velké citlivé oči nebo dobrý čich a hmat
- bioluminiscence – symbiotické bakterie ve fotoforech, slouží k přilákání kořisti, vnitrodruhové komunikaci a rozmnožování nebo obraně oslepením predátora; u někt. produkce červeného světla
- modifikovaná tlama a čelisti, ostré zuby, špatně osifikované kosti, křehká kůže
- maskování – zbarvení tmavé, červené nebo průsvitné

Lophiiformes – d'asové - paprsek hřbetní ploutve jako světélkující vějička (ilicium)



čel. **Ceratiidae** - tykadlovcovití  
♀ až ca 1 m; ♂ trpasličí, v  
dospělosti žijí přichyceni na ♀,  
zcela atrofují až na varlata; -  
1000 až -2000 m, celosvětově; např.  
***Ceratias holboelli***



***Haplophryne mollis***  
čel. **Linophrynidae**  
bradovousovití  
vějička redukovaná;  
♂ trpasličí, přisedlí na ♀



***Caulophryne* sp.**, čel.  
**Caulophrynidae** - čertovní-  
kovití; bez vějičky, hmatová  
tykadla

## Perciformes - ostnoploutví



*Chiasmodon niger* - zubovka černá  
čel. Chiasmonidae  
subtropy a tropy, -700 až -2800 m; max. 25 cm, spodní čelist přesahuje horní, polyká vcelku ryby větší než je sama (*Gempylus serpens* 86 cm)

## Stomiiformes - velkouští



čel. Stomiidae - světloňošovití  
červené fotofoty – vidí červeně  
zbarvené org.; larva s dlouze  
stopkatýma očima



*Agryropelectus* sp.  
čel. Sternoptychidae - stříbrnáčovité  
ploché tělo, teleskopické oči, maskování: odraz  
na bocích, zespoda bioluminiscence

Argentiniiformes - stříbrnicotvaří

čel. Opistoproctidae – strašníkovití, „barreleye fish“



*Winteria telescopa* - strašák tmavý  
obrovské čočky, bioluminiscence



*Macropinna microstoma*

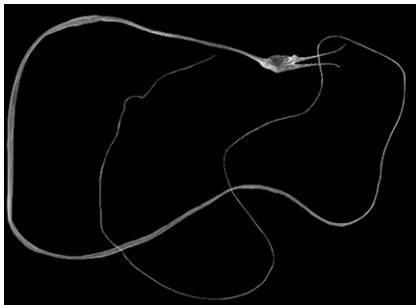
1. foto \*2004, rotující oční koule v  
transparentní hlavové tkáni; krade kořist  
ulovenou trubýši?



Saccopharyngiformes - velkotlamky, příbuzní úhořů

*Eurypharynx pelecanooides*- širotlamka pelikánovitá

čel. Eurypharyngidae: jen 1 druh; ca 1 m, malé zuby, obrovská  
tlama, ale kořist převážně malí korýši, konec ocasu světélkuje;  
tropy a subtropy, -900 až -8000 m



Anguilliformes - holobřiší

*Nemichtys scolopaceus* - úhořovka zobákovitá

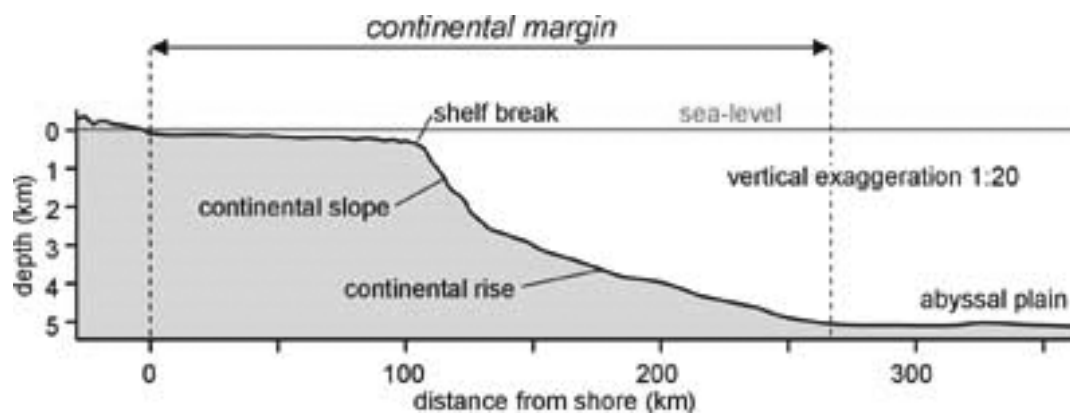
čel. Nemyctiidae; až 1,5 m dlouhý, rozbíhavé čelisti, malé  
hákovité zuby – hákuje končetiny korýšů

## Hlubokomořské dno: abysální pláň

- ca 60 % povrchu Země
- prům. hloubka -4500 až -6000 m, nerovnosti překryté jemným prachem
- především Atlantik a Indický o., Pacifik málo (lemován příkopy, které zachytí většinu sedimentu)
- biogenní sedimenty – vápnitý kal (kokolitky, dírkonošci, jemně rozdrčené schránky živočichů), makroúlomky měkkýšů a korálů, křemitý kal (rozsivky, mřížovci)
- zdánlivě pustá, ale relativně velká druhová bohatost
- dírkonošci, hlístice, stejnonožci, mnohoštětinatci, mlži, ostnokožci, žaludovci; zdrojem potravy nejčastěji bakterie



nádobí z Titanicu  
abysální pláň, sv. Atlantik





## Cnidaria



Pennatulacea, Alcyonaria:  
A) *Umbellula*: 42 druhů  
čel. Umbellulidae



*Boloceroides daphneae*  
čel. Boloceroididae  
(Actiniaria); prům. stvolu 1  
m, chapadla až 3 m; vých.  
Pacifik, kolem -2500 m,  
blízko hydroterm. vývěřů,  
\*1990

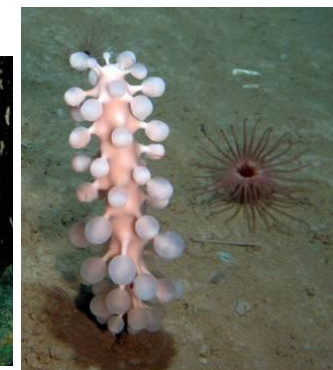
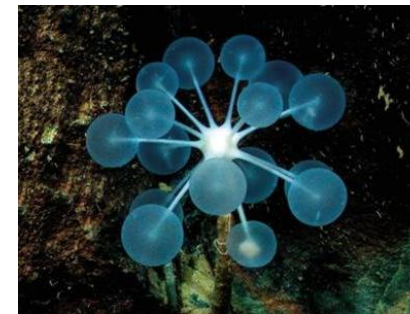


Actiniaria:  
*Actinoscyphia* sp.  
čel. Actinoscyphidae  
„fly-trap anemone“

## „Porifera“



Hexactinellida – mnohoaderné  
syncitium, křemité jehlice, často  
tvoří početné skupiny; a)  
*Hyalonema* sp., -100 až -6000 m, b)  
*Euplectella aspergillum*  
houba pletená, až 60 cm



*Chondrocladia* - ca 35 druhů  
(Demospongia), karnivorní,  
kolem -2000 m



*Biremas* sp. („Polychaeta“)  
trsy jemných chapadel  
kolem úst k plavání



**Pycnogonida** - nohatky  
hlubokomořští až 50 cm (!), sají  
na bezobratlých; Monterey  
Canyon ca -3000 m



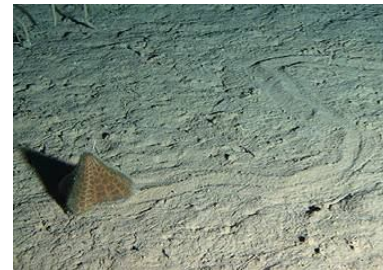
*Bathynomus giganteus*  
(Isopoda, čel. Cirolanidae)  
až 70 cm; velké složené  
oči, schopnost volvace,  
mrchožrout i dravec; velká vajíčka,  
larva chybí; studené vody  
Atlantiku, -200 až -2200 m



*Megadicopia hias*  
Ascidiacea, čel. Octacnemidae;  
Monteray Bay, -200 až -1000 m;  
dravec, ústní otvor rychle  
sklapne, kořist (klanonožec) je  
strávena, zase se otevře

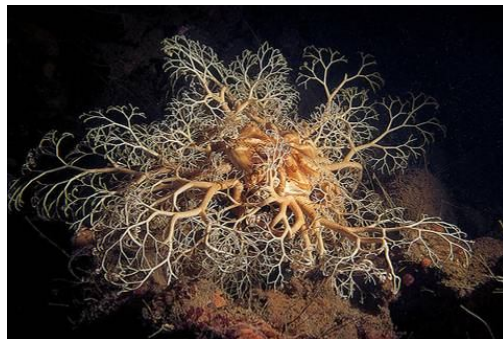
## Echinodermata

- hlavní složka bioty mořského dna, zanechávají typické cestičky



### Ophiuroidea - hadice

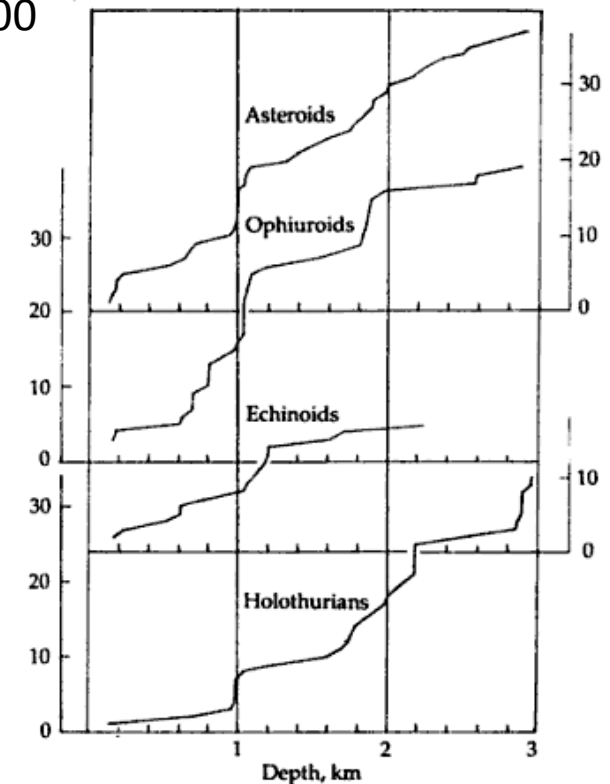
- celkem ca 1900 druhů, mnoho z nich hlubokomořských: -500 až -7000 m
- často sdruženy s houbami a žahavci



*Gorgonocephalus arcticus*  
„Northern basket star“  
čel. *Gorgonocephalidae*  
(ř. Euryalida); Sev. Atlantik  
až -1500 m



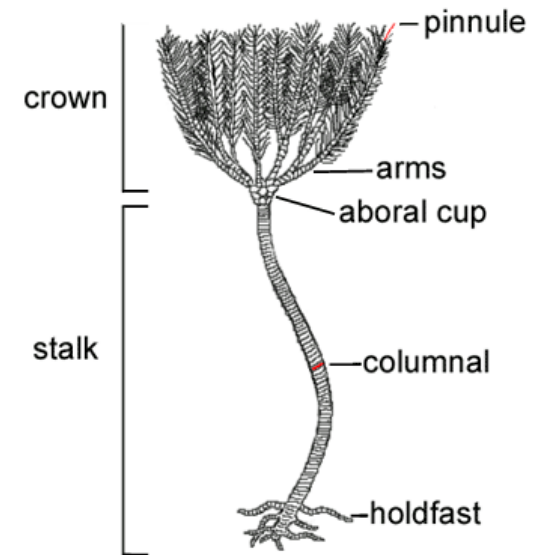
*Amphiura filiformis*  
čel. *Amphiuridae*  
(ř. *Ophiurida*); zahrabává se  
do sedimentu; Severní moře,  
-5 až -1200 m



Kumulativní nárůst druhů ostnokožců -  
sv. Atlantik, vlečná síť (Gage 1986)

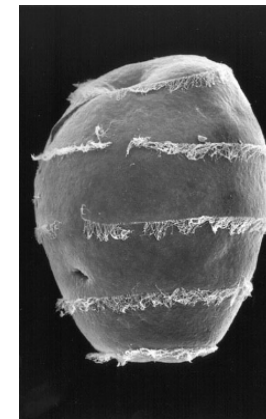
## Crinoidea - lilijice

- bazální větev ostnokožců
- tělo vyztužené pohyblivými vápenitými destičkami
- většina druhů (x tis.) fosilních – radiální speciace v ordoviku a triasu; crinoidové vápence (+ dírkonošci, měkkýši)
- fosilní a hlubokomořské mají stvol („sea lilies“)
- typické na hranách kontinentálního zlomu
- recentní hlubokomořské: ř. *Isocrinida*, *Millericrinida*, *Cyrtocrinida*, část *Comatulida* (ca 20 druhů)



### *Rhizocrinus lofotensis*

čel. Bythocrinidae, Comatulida až 10 cm; často husté porosty, od -800 až do více než -2000 m; („živoucí fosilie“ - \*G.O. Sars, 1864)



doliolaria



*Agaricocrinus americanus*

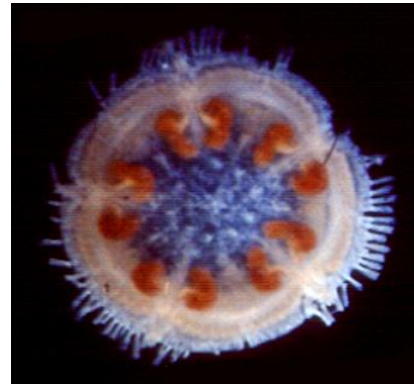
## Asteroidea - hvězdice

- až do hloubek -6000 m a více; predátoři/mrchožrouti, filtrátoři (např. *Novodinea*, potravou jsou nejč. batypelagičtí klanonožci), „bahnožrouti“



čel. **Zoroasteridae**

36 druhů, hloubky -200 až -6000 m celosvětově; malý středový terč a dlouhá štíhlá ramena; bílé až oranžovočervené; fosilní záznam



*Xyloplax turnerae* - 2-13 mm, abysál, na potopeném dřevě; **Concentricycloidea** - pův. jako 6. třída ostnokožců, ale zřejmě patří mezi hvězdice

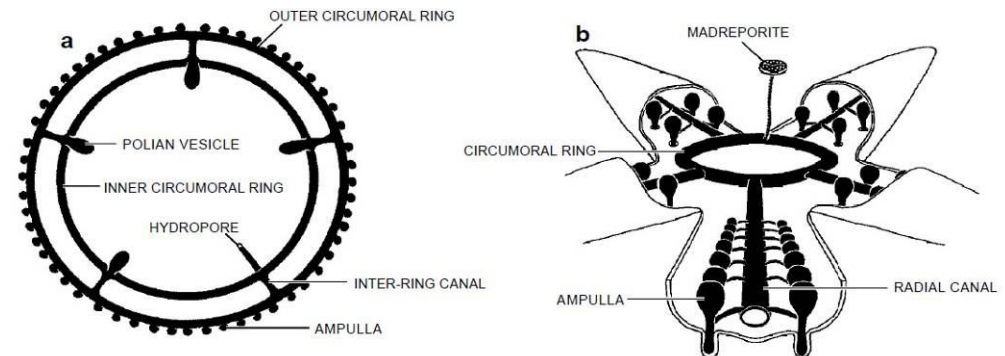


Figure 2. Comparison of adult water-vascular morphology. a: Concentricycloids (based on original descriptions of *Xyloplax turnerae* (Rowe et al. 1988)). b: Other asterozoans (based on asteroids).

## Holothuria - sumýši

- 95 % biomasy mořského dna; většina bentických, ale někt. dokážou aktivně plavat
- bohatá střevní mikroflóra - účinnější trávení



*Eynpniastes eximia*  
čel. Pelagothuridae  
ca 20 cm; jemné  
želatinózní tělo, chybí  
vápnité destičky, obrana:  
lepivé vlákno; plave, ale  
špatně kráčí



*Scotoplanes globosa*  
„sea pig“, čel. Elpidiidae  
až 10 cm; Atlantik a  
Indopacifik, ca -1000 m;  
tubulární kráčivé výběžky,  
často vysoké denzity

<http://www.youtube.com/watch?v=x3dvs6C8c7g>

<http://www.youtube.com/watch?v=gr5tN33VziM&feature=related>



*Paelopatides confundens*  
čel. Synallactidae; ca 20 cm,  
schopnost plavat



*Psychropotes longicauda*  
čel. Psychropotidae  
kosmopolitní druh

## Echinoida - ježovky

- ř. *Echinothuroidea* – bazální skupina pravidelných ježovek, většina druhů hlubokomořských; schránka tenká, dekalifikovaná, primární ostny „kopýtkaté“, hřbetní ostny s jedovým váčkem, asi 50 druhů; až do -5000 m



*Araeosoma belli*  
vých. Indický oceán

*Phormosoma* sp.

- ř. Echinoida



*Dermechinus horridus* „cactus urchin“  
3x vyšší než širší, Aristelova lucerna malá – zřejmě filtrující mikrofág, primární ostny dlouhé svítící, sekundární krátké, ale ve velkém množství; j. polokoule

## Ryby a paryby



### Aulopiformes - jinožábří

*Bathypterois grallator* - bezočka chůdovitá, „tripod fish“  
čel. Ipnopidae; max. 40 cm, tuhé prodloužené břišní a  
ocasní paprsky, plankton naráží do prsních ploutví;  
hemafrodit



### Lophiiformes

čel. *Ogcocephalidae* – chřestivcovití, „walking bat-fish“  
chemické látky k nalákání kořisti: korýši, ryby,  
mnohoštětinatci; -200 až -1000 m



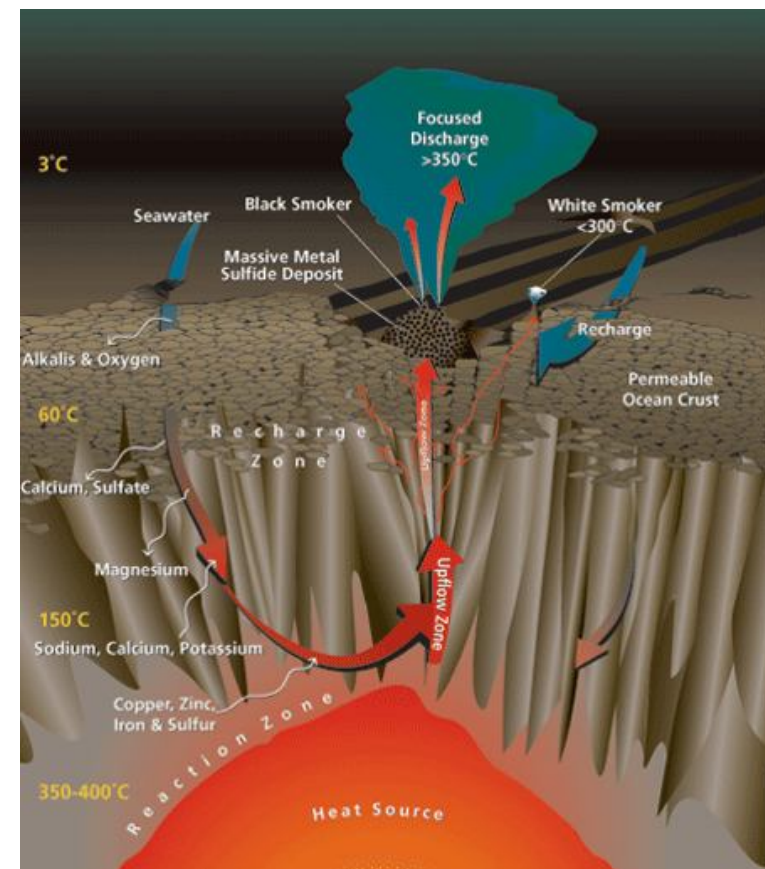
### Hexanchiformes - šedouni

*Chlamydoselachus anguineus* - žralok límcový  
až 2 m, kosmopolit, -150 až -1500 m, „živoucí fosilie“;  
loví sépie, žraloky a hlubokomořské ryby



# Hydrotermální vývěry

- vývěry horké minerální vody podél středooceánských hřbetů a prahů, hloubka obvykle ca -2500-4000 m
- černé kuřáky (>350°C, vysrážené sulfidy kovů, až 30 m vysoké komíny), bílé kuřáky (30-350°C, Ba<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), vývěry o X°C teplejší než okolní voda
- rozvinutá bentická společenstva: bradatice, mlži, krabi, krevety, plži, ježovky, hvězdice, hadice, sasanky, polypovci, ryby
- prim. producenti - archebakterie oxidují sirovodík – potrava nebo symbionti
- rychlá kolonizace, náhlé extinkce, životnost X-X0 let

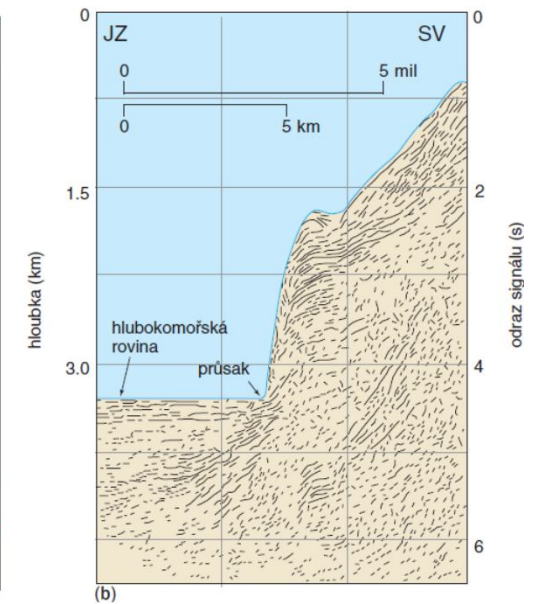
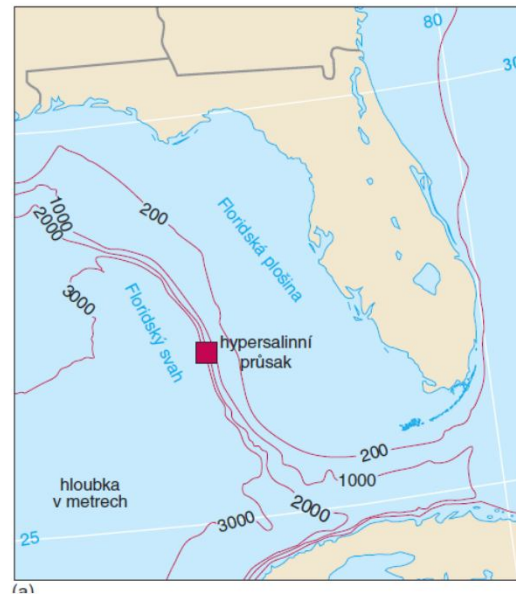


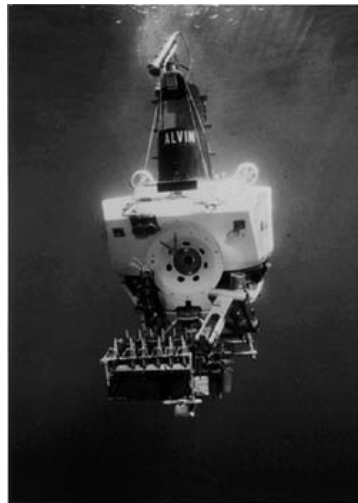
## Studené vývěry

- hypersalinní průsaky, průsaky uhlovodíků a průsaky na subdukčních zónách
- i v hloubkách kolem -100 m
- relativně malá diverzita, ale často enormně vysoká biomasa

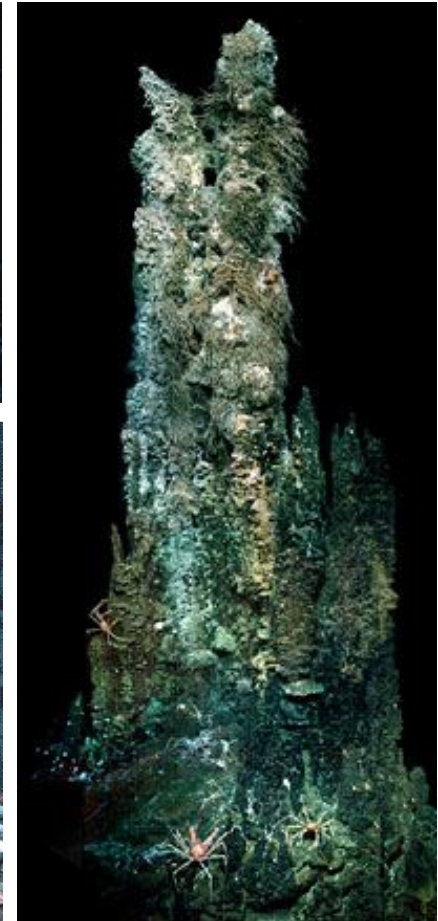
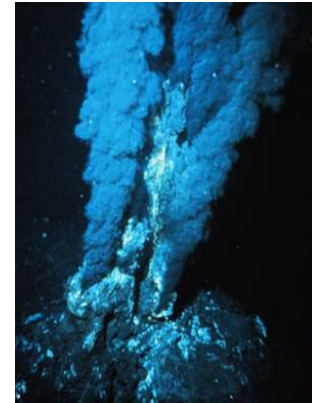


průsak uhlovodíků





ponorka Alvin (1977)

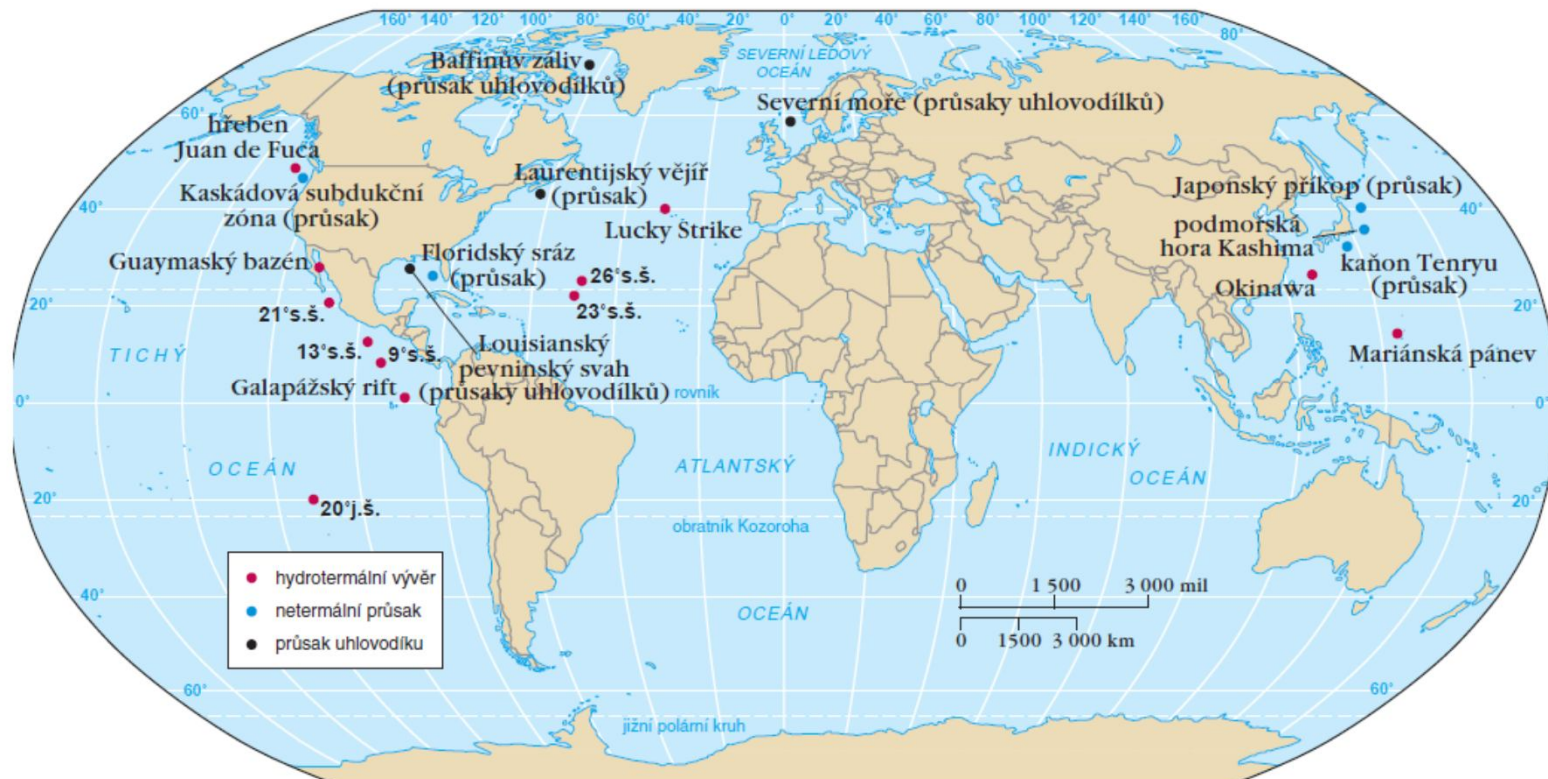


bílý kuřák



černé kuřáky

- Galapážský rift - \*1977, -2500 m, 8-12°C, objevena *Riftia*, mlži, krabi
- Východopacifický práh - \*1979, 350°C, černý kuřák
- hřeben Juan de Fuca - \*1981, průsak na subdukční zóně
- Guaymaský bazén - \*1982, průsak
- Floridský sráz, Mexický záliv - \*1984, -3000, hypersalinní průsak
- Kaskádová subdukční zóna - \*1984, -2036 m, +0,3°C, methan
- Atlantik - \*1985, -3500 m, bílé krevety
- Mariánská pánev - \*1987
- 9North - \*1991, pozorování od vzniku, Nautilus
- Lucky Strike, Azorské ostrovy - \*1993, vrchol sopky, -1525 m



## „Pogonophora“ – bradatice, pogonofory

- dříve jako samostatný kmen, nyní skupina (třída, řád?) uvnitř „Polychaeta“
- dlouhé červovité až nitkovité tělo v chitinoproteinové rource, pohyb uvnitř trubice
- hemoglobin se 2 vazebnými místy: pro kyslík a sirovodík; dýchací pohyby chapadel
- většinou gonochoristé, oplození vnější
- larvy planktonní a planktonotrofní, trávicí soustava časem atrofuje, autotrofní bakterie fagocytovány
- ca 120 druhů, stále nové objevy; -80 až -9900 m

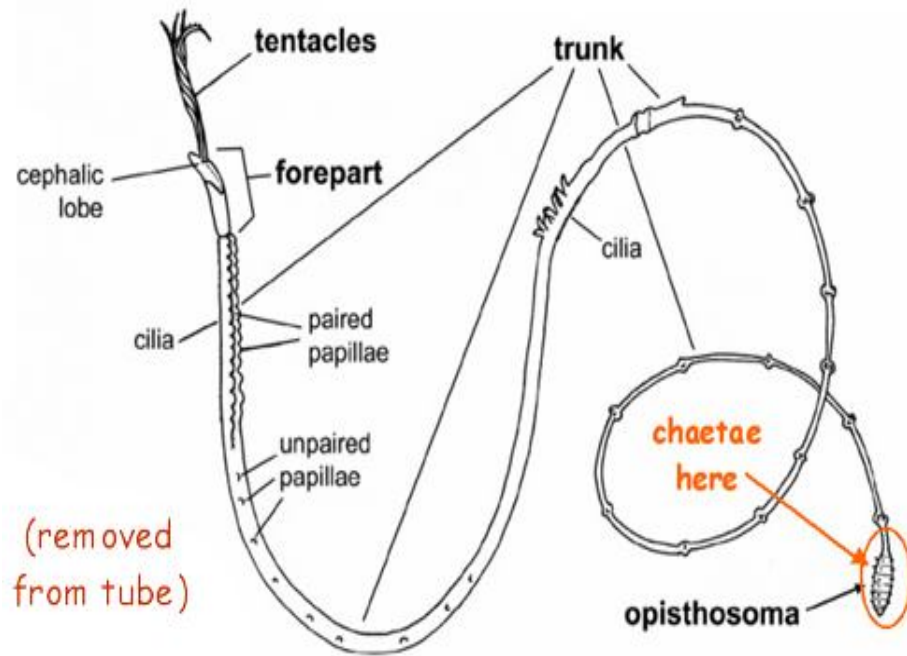


*Riftia pachyptila* \*1977

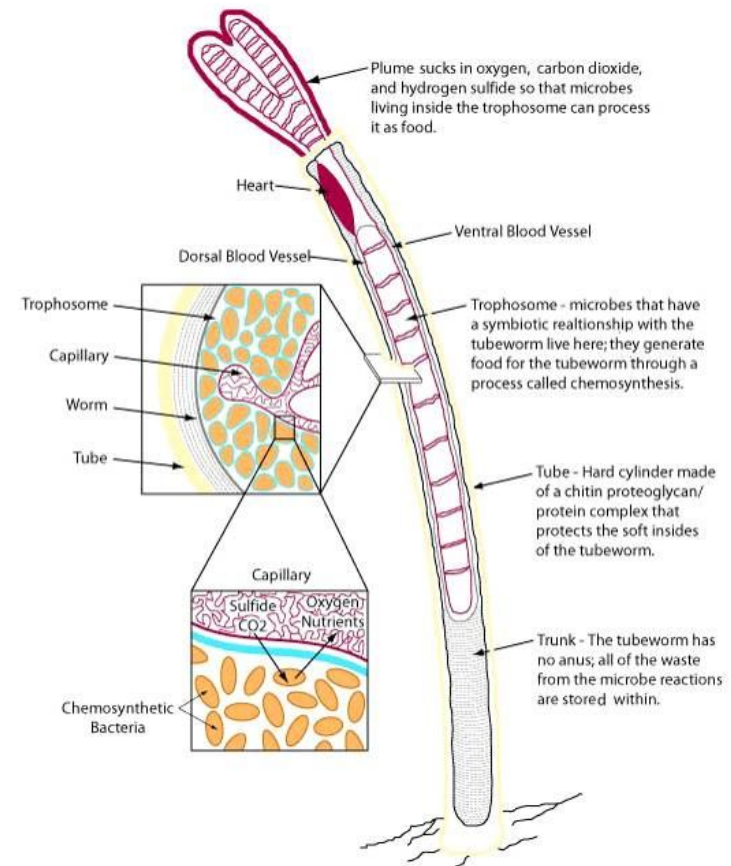


*Lamellibranchia* sp.

- 4 tělní oddíly 1) tentakulomera: různý počet chapadel, někdy stočené do spirály – dýchání, 2 zrohovatělé laloky; 2) frenulomera: 2 tvrdé hřebeny (frenulum) nebo 2 křídlovité výběžky pro uchycení v trubici; 3) gonomera - nejdelší: pohlavní org. a trofozóm – žláznatá tkáň s chemautotrofními symbionty; 4) opistosoma: štětiny k ukotvení v trubici
- 2 skupiny



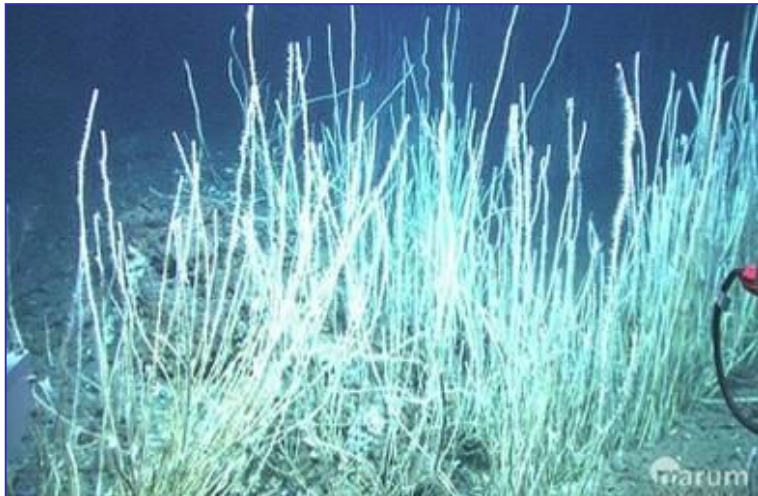
Previata



Vestimentifera

Previata (syn. Frenulata)

- mají frenulum
- chladná voda, od velkých hloubek až do litorálu (Ochotské moře)
- u někt. i omezený příjem org. l.
- čel. *Siboglinidae* (\*1914)



*Siboglinum*



*Bobmarleya gadensis*

\*2008, záliv Cádiz, -2200 m

## Vestimentifera

- až 1000 chapadel dále rozvětvených



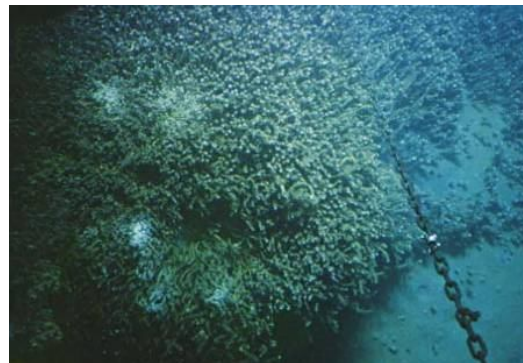
*Riftia pachyptila*

vých. Pacifik, černé kuřáky - často dominantní, nejrychleji rostoucí bezobr. (85-160 cm/rok), rychlá kolonizace nově vzniklých habitatů (stálý pool larev?)



*Lamellibranchia luymesii*

trubice max. 3 m, průsak uhlovodíků, Mexický záliv, -500 až -800 m; pomalý růst, až >250 let (!), „kořeny“ nasává H<sub>2</sub>S



*L. satsumi*

trubice až 5 m, průsak uhlovodíků, záliv Kagoshima, -82 m



## Molusca: Bivalvia

- mlži s chemoautotrofními symbionty: *Vesicomysidae*, *Mytilidae*, *Solemyidae*, *Thyasidae*, *Lucinidae*, *Teredinidae*
- kolonizace hlubokomořských vývěrů pravděpodobně z mělkého moře, mezistupeň: velrybí zdechlina, potopené dřevo
- larvy nesený abysálními proudy (X00 km), stimulace přisednutí: vysoká mikrobiální denzita, teplota a H<sub>2</sub>S



*Calyptogena magnifica* - až 25 cm  
ř. Veneroidea, čel. *Vesicomysidae* (Kelliellidae?);  
hydrotermální vývěry, metanové průsaky;  
Východopacifický práh a Galapážský rift;  
chemoautotr. symbionti na žábrech; trávicí  
trakt vymizel; aktivně lezou; potrava pro  
chobotnice?



*Bathymodiolus*: ca 20 druhů  
ř. Mytiloidea, čel. *Mytilidae*  
Atlantik; přichycení byssovým vláknem,  
symbionti na žábrech, ale ústa a střevo  
zachovány, filtrace bakterií z vody;  
hustoty až 300 ind./m<sup>2</sup>; největší *B.*  
*boomerang*  
(až 36 cm)



## „Polychaeta“

- z hydrotermálních vývěrů a studených průsaků známo ca 110 druhů (z ca 8 čel.)
- různá trofická úroveň – spásači bakteriálních povlaků, predátoři, mrchožrouti (např. *Galapagomystides aristata* - hemofág?)
- **Polynoidae** – 2. největší čel., 20 podčel.; abysální pláně, příkopy, hydrotermální vývěry (40 druhů), velrybí mršiny; 23 % druhů komenzálních - hostitelé: žahavci, mlži, Vestimentifera atd.



*Branchipolynoe*, čel. **Polynoidae**  
ca 20 druhů na Vestimentifera,  
*Bathymodiolus* a *Calyptogena* (až 90%  
prevalence!) komenzálové nebo paraziti?  
v hostiteli heterosexuální páry

*Alvinella pompejana*, čel. **Alvinellidae**  
až ca 13 cm; mukózní rourky na stěnách černých  
kuřáků, pionýrský druh; zád' až 80°C, před' ca  
20°C; na zádech epibiontní chemolitotrof.  
bakterie

## Decapoda: Caridea

- krevety čel. *Alvinocarididae* (*Mirocarididae*) - specialisté na redukční prostředí, *Bresiliidae*, *Oplophoridae*
- zvláštní adaptace očí, karotenoidové pigmenty, chemoautotrofní epibionti (na ústních končetinách, stěnách žaberní komůrky, ve střevě)



*Alvinocaris*, čel. *Alvinocarididae*  
rod široce rozšířen v Atlantiku i  
Pacifiku; >10 druhů; vysoké denzity  
na slávkovém podloží



*Rimicaris exoculata*, čel. *Bresiliidae*  
až 5,5 cm; dominantní na komínech černých  
kuřáků Středoatlantského hřbetu (až 2500 ind./m<sup>2</sup>);  
oko chybí, ale má světločivný dorzální orgán  
(modro-zelená a IR) x u juvenilů podobná stavba  
jako oko povrchních druhů

## Decapoda: Anomura, Bachyura

- *Anomura* - většinou pouze částečná nutriční závislost na chemoautotrofech; čel. Galatheidae, Kiwaidae, Chirostylidae, Lithodidae
- *Brachyura* – specializované čel. Bythograeidae, Xenograpsidae....

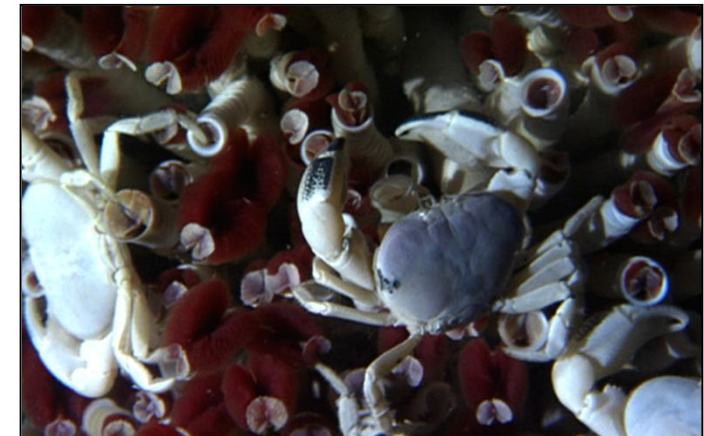


*Kiwa hirsuta*

„yeti-lobster“ \*2005  
čel. Kiwaidae, ca 15 cm;  
hydroterm. vývěry  
- Východopac. práh; slepý,  
ochlupení: symbiontní  
bakterie; mrchožrout



Lithodidae



*Bythograea thermydron*

čel. Bythograeidae: 13 druhů  
vrcholoví predátoři hydroterm.  
vývěrů v Pacifiku; průsvitný  
karapax, bez pigmentace; u  
dospělců chybí vnější struktura oka  
× u juvenilů oko velmi citlivé;  
gravidní ♀ - větší vzálenost od  
vývěrů (embrya citlivá na sulfidy)



Galatheidae



*Thermarces cerberus*

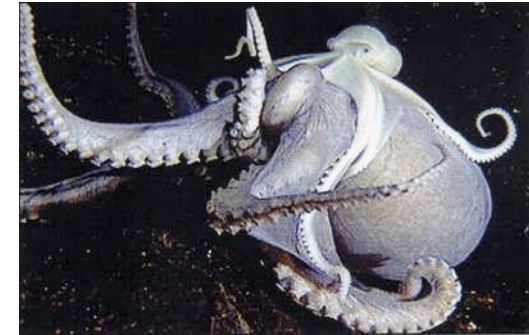
čel. Zoarcidae – slimulovití (Perciformes - ostnoploutví)



*Bythites hollisi*, čel. Bythitidae  
jeskyňovcovití (Ophidiiformes -  
hrujovci); běžný na Galapážském a  
Východopac. riftu



*Benthoctopus*  
ca 25 druhů,  
-200 až -3000 m



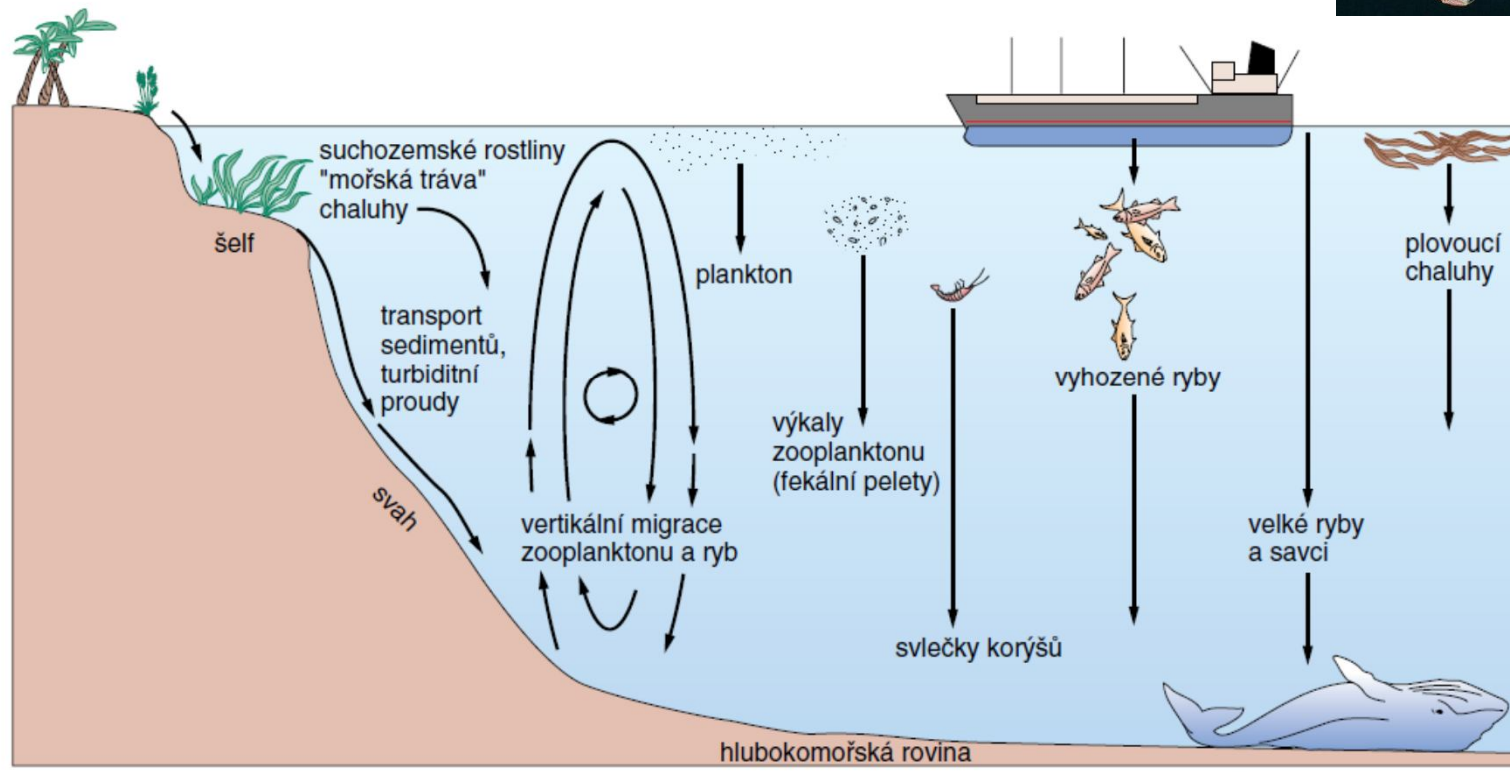
*Vulcanoctopus hydrothermalis*  
čel. Octopodidae

endemit hydroterm. vývěrů Východopacif. prahu;  
♀ velmi vzácné, nemají spermathéku; parazitický  
klanonožec *Genesis vulcanooctopusi* (\*2000)



# Zdroje potravy

- mořský sníh – drobná těla (zooplankton) padající ke dnu
- krab *Xenograpsus testudinatus* → hydroterm. vývěry u Taiwanu, ca -200 m



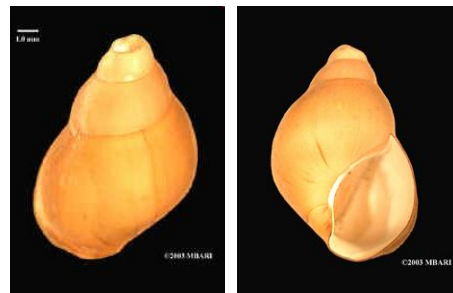
## „...zdechlina rozežraná na horkém loži z oblázků...“

- uhynulá těla kytovců, paryb, ryb a tuleňů
- velrybí mršiny - relativně časté habitaty, dosud zaznamenáno >400 druhů rozkladačů (z toho ca 21 výlučně), rozklad může trvat 10-15 let
- sukcese společenstva rozkladačů
  1. mobilní mrchožrouti – rozklad měkkých tkání (různonožci, hlubokomořské ryby a žraloci), rychlost rozkladu až 40–60 kg/den
  2. oportunističtí rozkladači (mnohoštětinatci, klanonožci, krabi, hadice) – kolonizace živinami obohaceného okolí, denzity až 40 tis. ind./m<sup>2</sup>
  3. anaerobní rozkladači kostí (červi, mlži, stejnonožci, bakterie) – společenstva podobná hydroterm. vývěrům





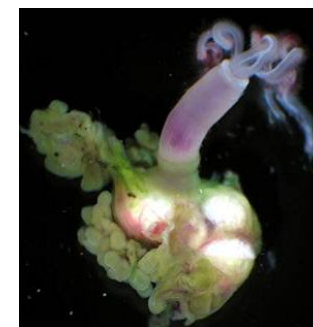
čel. *Lysianassidae* – největší čel. různonožců (>500 druhů), jedni z nejhojnějších mrchožroutů ve světovém oceánu; např. *Eurythenes gryllus* – max. 14 cm, kosmopolit, hlavní dekompozitor hlubokomořského prostředí, batotolerantní (až - 7800 m), stenotermní; veliké mandibuly na krájení potravy, velké střevo, pomalý metabolismus, přežije dlouhé hladovění, při žraní zvětší objem těla 3-5x



Columbellidae:  
*Astyris permodesta*



Lithodidae: *Munidopsis* sp.



*Osedax frankpressi* – čel. Siboglinidae, ♀ až 7 cm, ♂ 0,2 mm – žijí v těle ♀ (až 100 ind./♀), stádium trochofory, determinace pohlaví dle místa, kde larva přisedne; slizovitý obal, tkáně se symbiont. bakteriemi trvale zanořené v kosti (zeleně), pérovitá chapadla k dýchání kyslíku; vysoká produkce vajíček (vaječníky bílé), po sežrání kosti červ uhne; dosud 2 druhy rodu

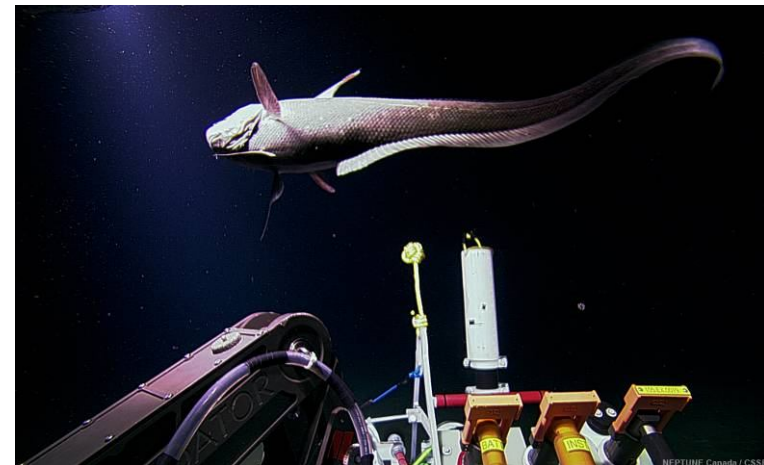




sliznatky čel. *Myxinidae* (Cyclostomata)  
kolonizují mršinu jako první, často X00 jedinců  
z okolí až 2 km; např. *Eptatretus*, *Myxine*



*Somniosus pacificus* - světloň pacifický  
(Squaliformes - ostrouni); údajně až 7 m, sev. Pacifik, kontinentální šelf a svahy, až kolem -  
2000 m; na velrybích mršinách největší jedlík



ryby čel. *Macrouridae* - hlavounovití  
(Gadiformes - hrdloploutví)  
až 15 % všech abysálních ryb;  
např. *Coryphaenoides armatus* -  
hlavoun ozbrojený; sv. Pacifik