



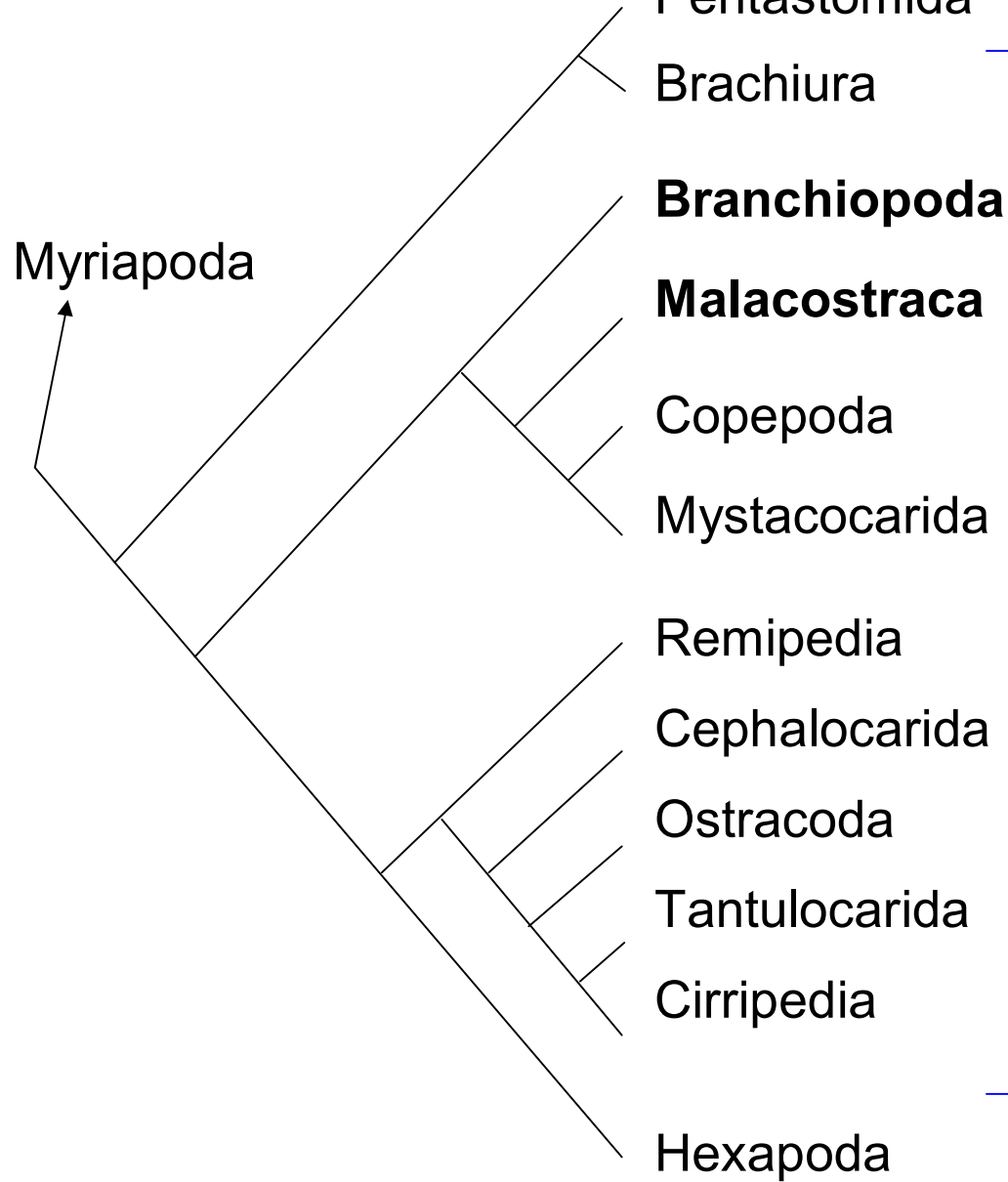
# Speciální zoologie bezobratlých: Sladkovodní korýši

1. Fylogeneze korýšů
2. Obecná charakteristika
3. Skupiny Anostraca, Notostraca, Conchostraca, Astacidea (s důrazem na naši faunu)
4. Pitva raka

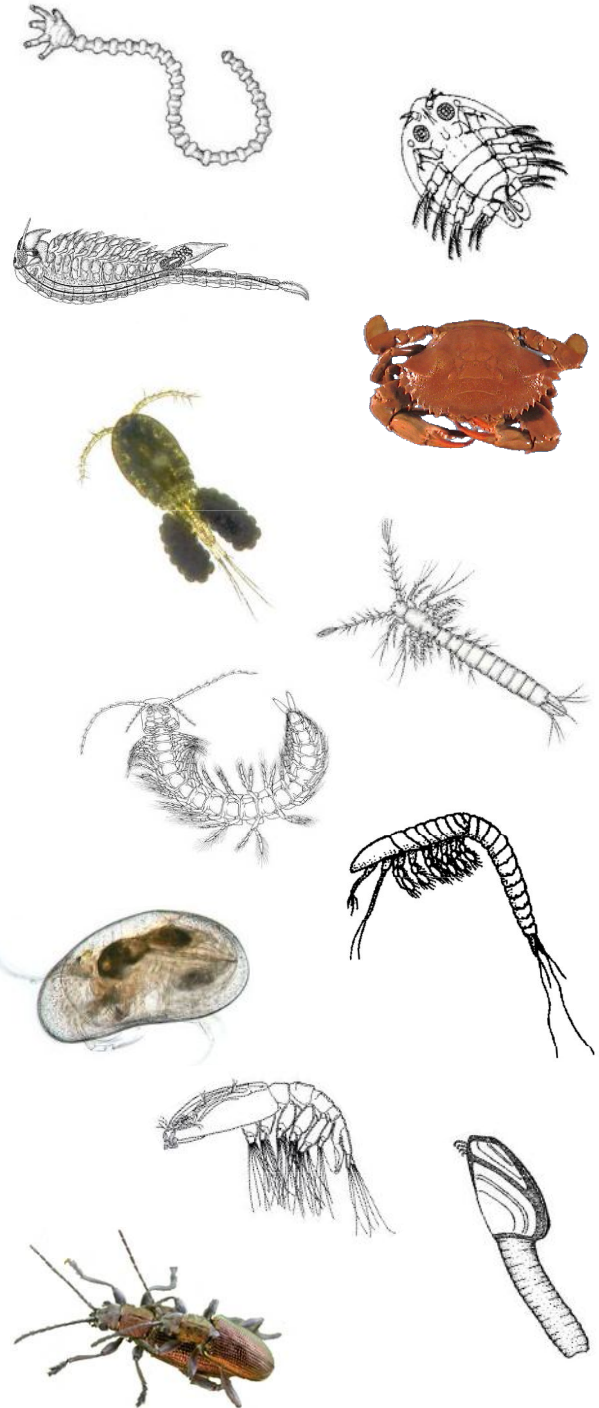


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

# Pancrustacea

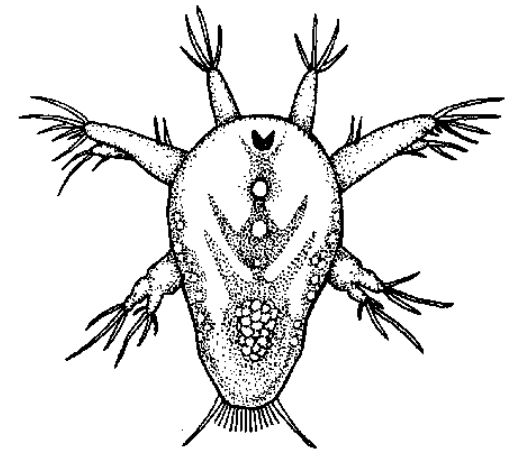


„Crustacea“



# Fylogeneze

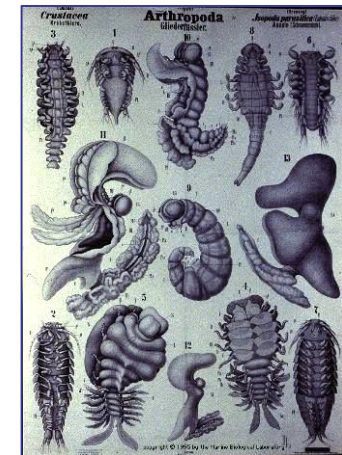
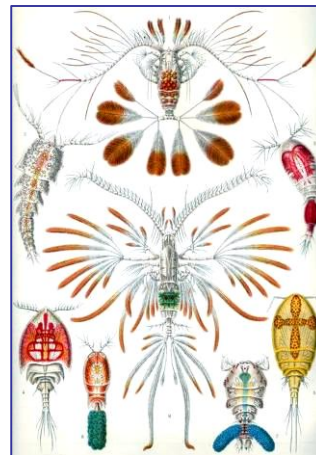
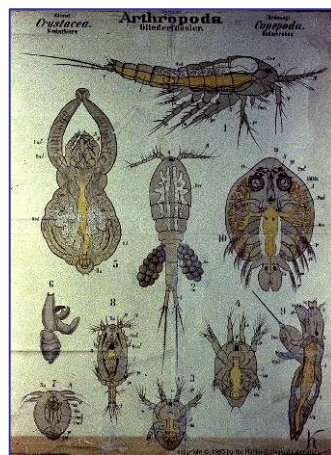
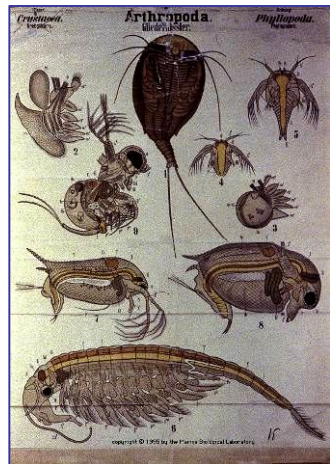
- parafyletická a velmi rozmanitá skupina
- příbuzenství skupin korýšů a hmyzu - molekulární studie, embryonální vývoj nervové soustavy a stavba **omatidií**: kutikulární čočka (2 buňky), krystalový jehlan (4 b.), sítnice (8 b.) + několik pigmentových b.
- odlišnosti od hmyzu: primárně vodní, dýchají žábrami, rozvětvené končetiny, 2 páry tykadel, metanefridie na 2. a 5. segmentu
- **nauplius** (3 páry končetin) - u hmyzu podobné stadium v embryogenezi, u mnoha korýšů chybí, u rakovců vznikl až druhotně
- předek pankrustaceí: homonomně článkované tělo (jako u veslonožců Remipedia) bez tvorby tagmat
- vývoj od většího počtu článků a končetin k menšímu



Remipedia jsou však odvozenou skupinou: slepí, draví, hermafroditi, v podmořských jeskyních, složitě utvářená hlava, mozek a ústní ústrojí

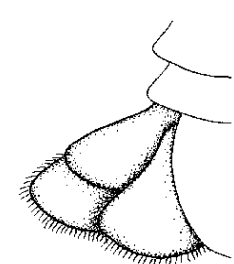
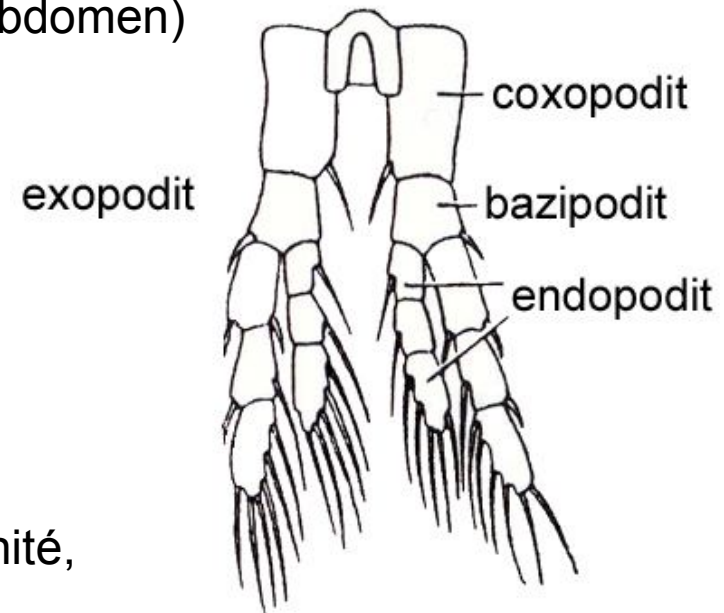
# Fylogeneze a diverzita

- několikrát průnik do sladkých vod nezávisle na sobě (ca 10% recentních druhů); někteří pronikli i na souš (stejnonožci, někt. krabi)
- **diapauza** (klidové stádium) - klíčová role v adaptivní radiaci skupin Branchiopoda, Ostracoda a Copepoda
- celkem ca 52 tis. popsanych druhů, obrovská morfologická a ekologická diverzita
- povrchové stálé i temporární vody, podzemní vody, semiterestrické biotopy, někteří žijí jako parazité v bezobratlých nebo rybách
- důležitý článek potravních řetězců; ekonomický význam pro člověka; mezipřítelé pro jiné parazity (např. škulovec široký, vlasovec medinský)

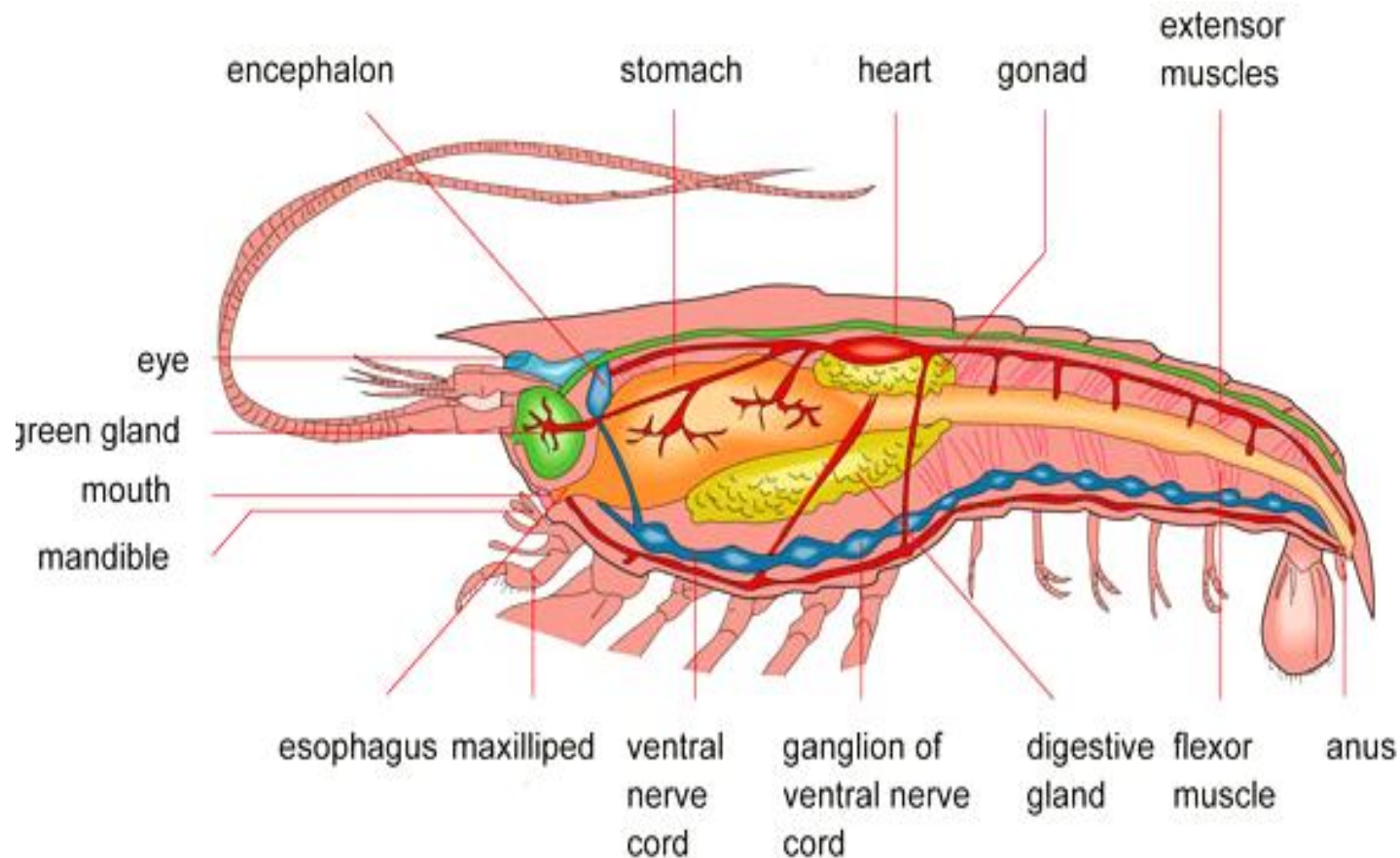


# Základní stavba těla

- článkované tělo, kryté kutikulou, často inkrustace  $\text{CaCO}_3$ : krunýř (karapax), hřbetní štít, dvouchlopňová skořápka; párové končetiny
- tělní oddíly (tagmata)
  - hlava (cephalon), hrud' (thorax), zadeček (abdomen)
  - hlavohrud' (cephalothorax), zadeček
- hlavové končetiny
  - 2 páry tykadel (antenuuly, anteny)
  - 1 pár kusadel (mandibuly)
  - 2 páry čelistí (maxilly)
  - 1 pár čelistních nožek (maxillipedy)
- hrudní končetiny – původně rozeklané →
  - mohou být sekundárně jednovětevné, lupenité, styletovité - dle funkce
- zadeček nese končetiny (pleopody) jen u rakovců (Malacostraca)
- poslední zadečkový článek často lupenitý, spolu s uropody tvoří telson (ploutvička), někdy tvar furky (vidlička)



- vylučovací soustava: antenální žlázy u báze 2. páru tykadel  
maxilární žlázy u 2. páru čelistí
- dýchání celým povrchem těla nebo pomocí žaber (epipoditové přívěsky)
- smyslové orgány: 1 pár složených očí, 1 naupliové oko, mechano- a chemoreceptory (na tykadlech), statocysty, nuchální orgán



# Branchiopoda (žábřonožci)

- celkem asi 1180 popsáných druhů, převážně sladkovodních
- značná diverzita - taxony s archaickými vlastnostmi, podobné fosiliím z kambria a devonu (Anostraca, Notostraca, Spinicaudata) i specializované taxony (predátoři, škrabači, paraziti, pokročilejší filtrátoři)
- monofyletická skupina (znaky na spermiích, larvách i dospělcích, molekulární znaky), bazální(?) skupina „korýšů“
- hrudní nožky lupenité (funkce žaber, filtrace potravy, pohyb)
- tvorba trvalých vajíček – extrémní biotopy (periodické tůně, saliny), šíření zoochorně (vodní ptáci) a vzduchem
- larva nauplius
- často „kosmopolitní“, žábřonožky a listonozi užší areály

Anostraca (žábřonožky)



## Phyllopoda (lupenonožci)

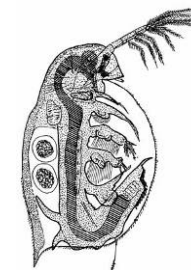
„Conchostraca“ (škeblivky)



Notostraca (listonožky)

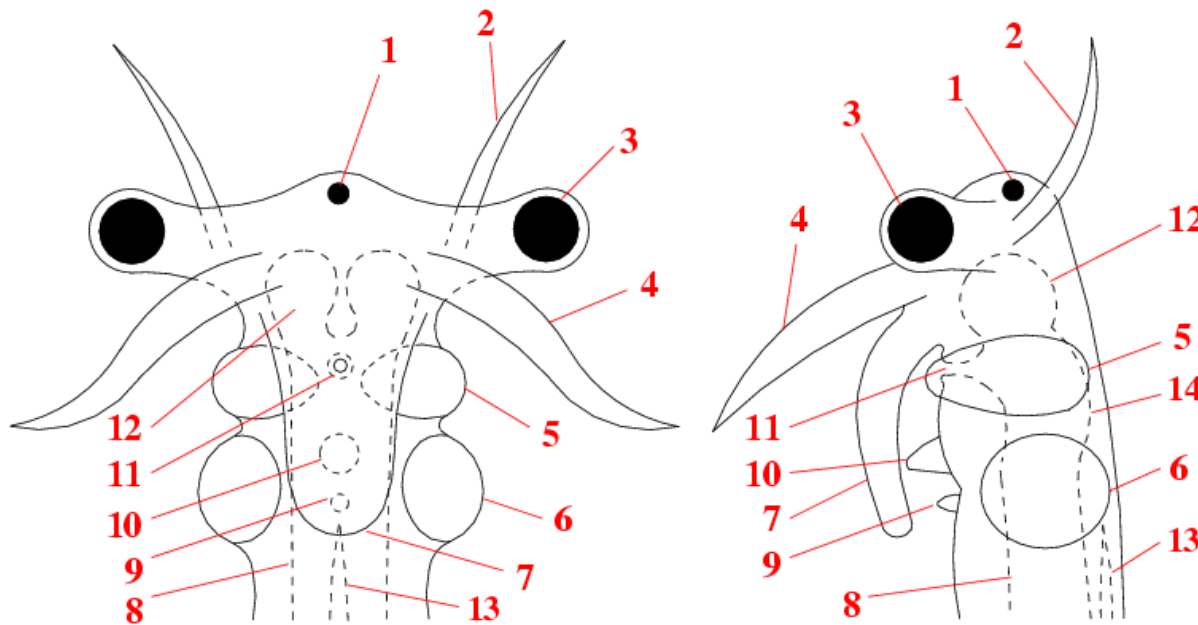


Cladocera (perloočky)



# Anostraca - úvod a stavba těla

- zřejmě bazální větev Branchipoda, výrazně se liší
- mírně laterálně zploštělé tělo bez krunýře, svlékání kutikuly během růstu
- poloha hřbetem dolů, velikost ca 0,5-13 cm (u nás max. 2,5 cm, Slovensko: *Brachinecta ferox* až 7 cm)
- hlava:



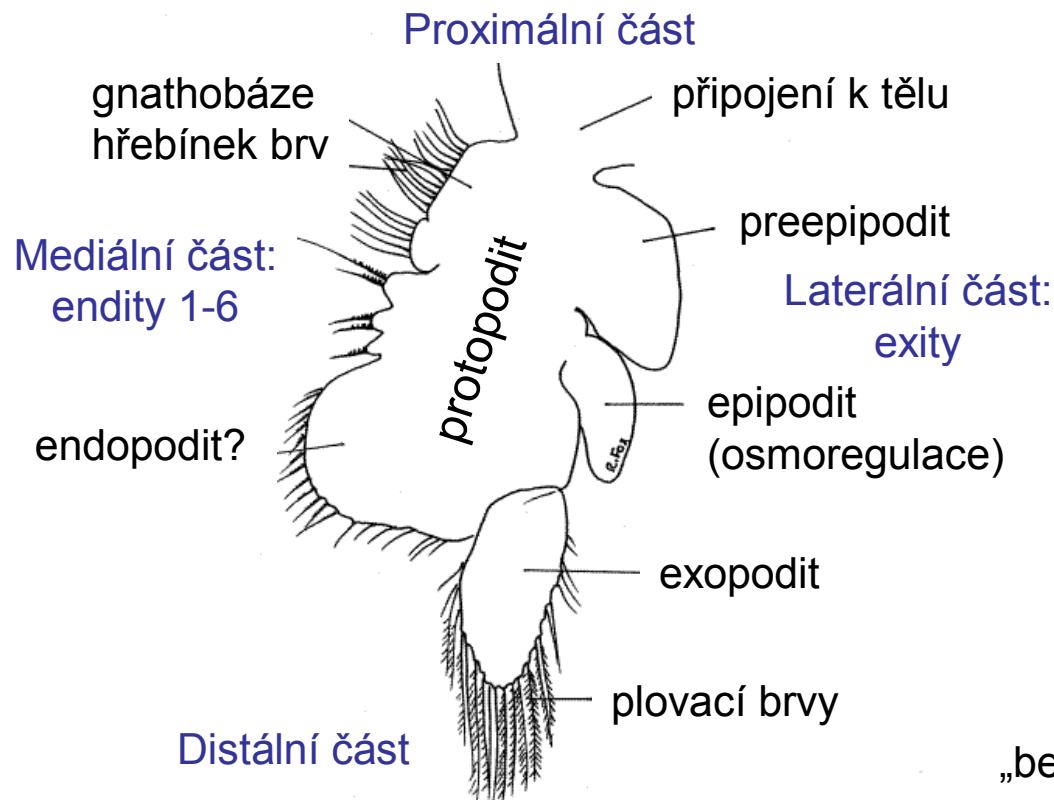
*Artemia salina* ♀

- 1 - naupliové oko
- 2 - antena
- 3 - složené oko
- 4 - antenula
- 5 - mandibula
- 6 - maxilární žláza
- 7 - labrum
- 8 - střevo
- 9 - maxilula
- 10 - maxila
- 11 - ústa a jícen
- 12 - trávicí trubice (cecum)
- 13 - srdce
- 14 - žaludek



# Anostraca - stavba těla

- hrud': 11 čl. (17 či 19 u čel. Polyartemiidae), každý s párem stejnocenných listovitých končetin, pohybují se synchronně s fázovým zpožděním
- zadeček: 9 čl. bez končetin, zakončen rel. krátkou furkou
- potravní rýha uprosřed hrudi mezi bázemi nohou, kudy se potrava posouvá dopředu k ústům
- filtrátoři řas, příp. detritu, výjimečně dravé (př. *Brachinecta ferox*)



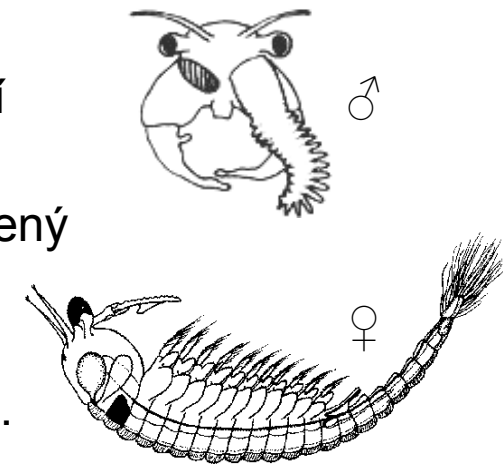
*Thamnocephalus mexicanus*  
„beaver-tail fairy shrimp“



*Eubranchipus grubii*

# Anostraca - rozmnožování a vývoj

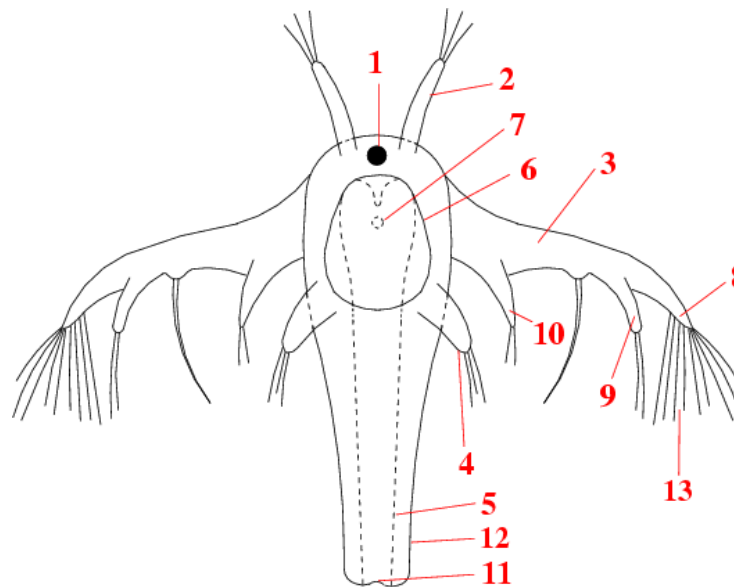
- gonochoristé, pohl. dimorfismus - zvětšené anteny ♂ slouží k uchopení ♀; u rodu *Artemia* i partenogeneze
- genitální čl. (= první 2 čl. zadečku) ♀: vaječný vak a rozšířený uterus, ♂: párové penisy
- vaječný vak periodicky plněn neoplozenými vajíčky a po oplození vyprázdněn; vajíčka vypuzena (stadium blastuly n. gastruly), opatřena pevným obalem - cysty
- „pozorování“ vaječného vaku samcem před kopulací, ♂ se páří s mnoha ♀♀, pak hyne



*Eubranchipus grubii*



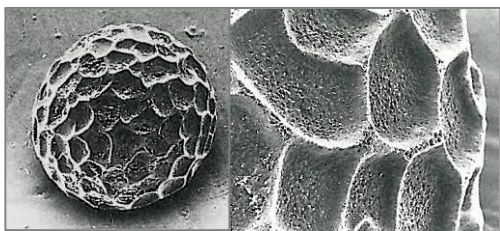
*Artemia: cysty*



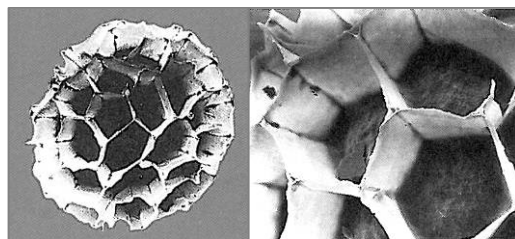
- 1 - naupliové oko
- 2 - antena (A1)
- 3 - antenula (A2)
- 4 - mandibula
- 5 - střevo
- 6 - labrum
- 7 - ústa
- 8 - exopodit A2
- 9 - endopodit A2
- 10 - endit A2
- 11 - anus
- 12 - telson
- 13 - plovací brvy na A2

## Anostraca - rozmnožování a vývoj

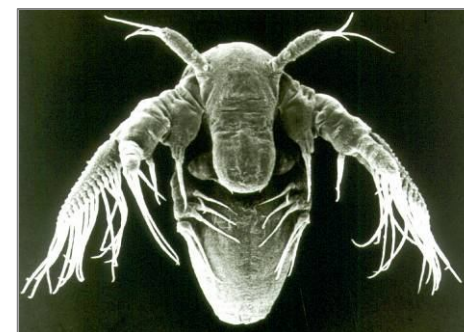
- po zatopení tůně se líhne jen část vajíček, zbytek jako rezerva; životnost vajíček několik let
- počet instarů a svlékání druhově specifický (ca 17-22): 1. **nauplius** (nepřijímá potravu), 2. **metanauplius** (článkování), 3. **postmetanauplius** (podobný dospělcům, pohyb pomocí listovitých končetin)
- rychlost vývoje a délka života závisí na teplotě vody a době zaplavení - př. *Siphonophanes grubii* ca 4 měsíce, *Brachinecta paludosa* v Tatrách ca 6 měsíců, *Streptocephalus torvicornis* až 9 měsíců



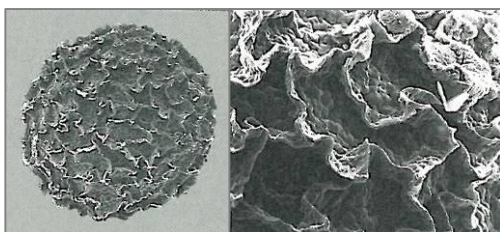
*Branchinecta orientalis*



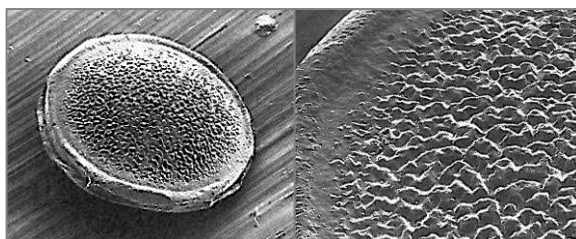
*Chirocephalus diaphanus*



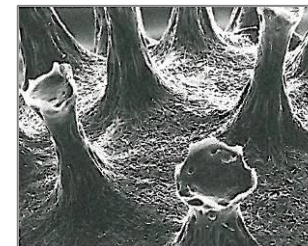
nauplius - 7 hodin



*B. ferox*



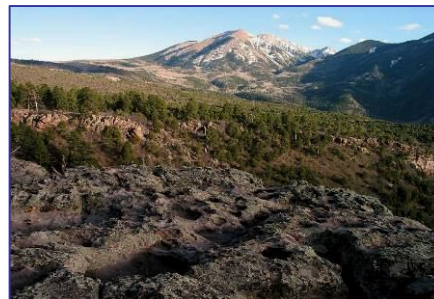
*Tanyrastix stagnalis*



*Linderella* sp.

# Anostraca - ekologie a rozšíření

- typické lokality - různé periodické tůně, vznikající v bezodtokových prohlubních terénu po roztátí sněhu, vydatných deštích či záplavách v nížinách potoků a řek
- přenos pomocí ptáků či větrem snadný, úspěch kolonizace nové lokality až při kritickém množství vajíček
- adaptace ke kolísající teplotě, příp. vyšší či kolísající salinitě - původem nížinné druhy mohou pronikat do extrémních oblastí
- původně bezlesé oblasti, v lesích jen reliktní výskyt, izolace někt. druhů v horských oblastech



# Anostraca - významní zástupci

- celkem přes 270 druhů (9 čeledí, 27 rodů), Evropa: 47, CZ: 5, SK: 11

## Artemiidae:

- rod *Artemia* - ca 10 kryptických druhů, slané vnitrozemské vody; vysoké hustoty, rychlý vývoj (3-4 týdny), odolná vajíčka (mohou přežít 10ky let); komerční využití jako krmivo pro ryby, testy toxicity; potrava plameňáků (Afrika, Stř. a J. Amerika), na Sahaře sušené žábronožky potravou některých domorodců
- *A. salina* – ž. *solná*, popsána z Anglie, kde již vyhynula; dříve pokládána za kosmopolitní druh, avšak dnes pouze oblast Mediteránu
- *A. franciscana* - „sea monkey“, původ sev. Amerika, introdukována do Evropy, Austrálie a na Nový Zéland, kde se šíří (podél tažných cest ptáků)
- *A. tibetiana* (1998) - Tibet, až 4500 mn.m.



Kara Bogaz Gol,  
Turkmenistán



Ramlat Dawada,  
Lybie



*A. franciscana* ♂

# Anostraca - významní zástupci

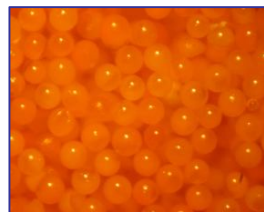
*Artemia franciscana* – průmysl - těžba přes 2 tis. tun vajíček ročně



Great Salt Lake, Utah  
90% světové produkce



chovné rybníky  
(San Francisco Bay)



dekapsulizované cysty



po vylíhnutí  
mražené

# Anostraca - významní zástupci

Branchinectidae : penisy výrazně vyčnívají do stran

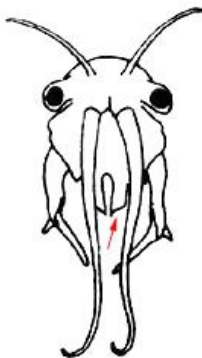
- *Branchinecta paludosa* – ž. severská, 12-24 mm, hojný cirkumpolární holoarktický druh, obývá tundrové tůně a jezera, mimo polární kruh: Grónsko, sev. Amerika, j. Norsko; ve Vysokých Tatrách jako glaciální relikv (dnes už jen Horné Furkotské pleso, v Polsku od r. 1969 neznámá)



Medicine Bow Mountains,  
Colorado

Branchipodidae: bazální články tykadel ♂ → klypeus

- *Branchipus schaefferi* – ž. letní, ca 8-23 mm, letní periodické tůně (květen-říjen), mírná a teplá zóna Evropy, sev. Afrika a Asie až po Pakistan; CZ: kriticky ohrožená, recentní lokality stř. Čechy a j. Morava; SK: nížiny do 300 mn.m. a odtud odlesněnými údolími toků až do hornatých částí; zaživa furka často výrazně červená



<http://sci.muni.cz/zoolecol/bioweb/09tune.html>

# Anostraca - významní zástupci

## Chirocephalidae:

- *Eubranchipus grubii* – ž. sněžná, ca 12-24 mm, evropský a náš nejhojnější druh, jarní periodické tůně (březen-květen) v Polabí, Litovelském Pomoraví a oblasti soutoku Moravy a Dyje, přesto klasifikován jako kriticky ohrožený (2005)
- *Chirocephalus carnuntanus* - ž. panonská, ca 9-24 mm, periodické vody po roztátí sněhu, oraniště a pastviště, CZ: stř. Čechy, jv. Morava, kriticky ohrožená; dlouhý vaječný vak
- *Drepanosurus hankoi* - ž. ploskochvostá, ca 15-27 mm, jarní výskyt, sev. část Panonské nížiny, jz. SK, CZ: dříve ojedinělé naleziště ve stř. Čechách, teď extinkt?



*Eubranchipus grubii* ♂



*Chirocephalus  
carnuntanus* ♀



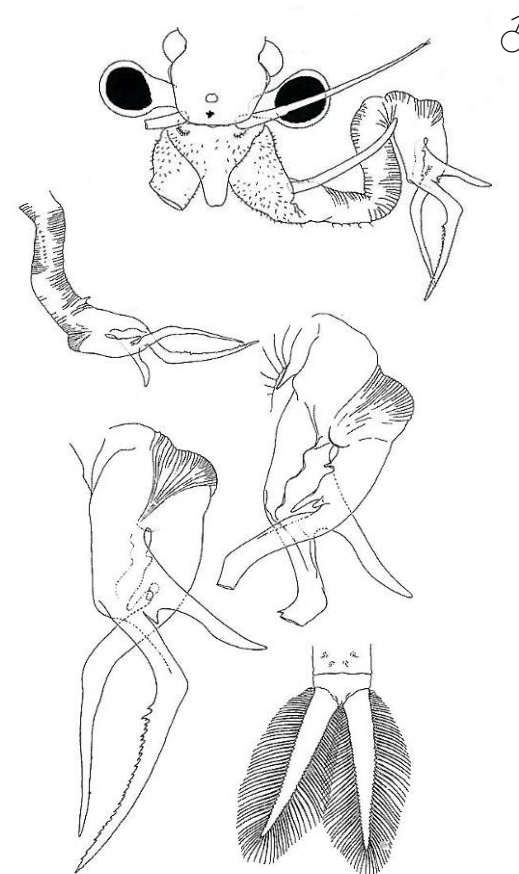
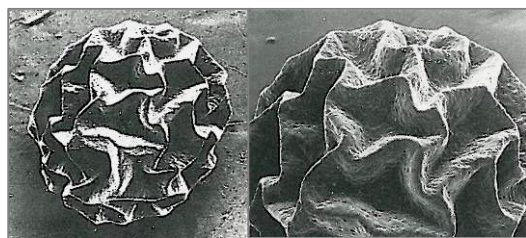
*Drepanosurus  
hankoi* ♀



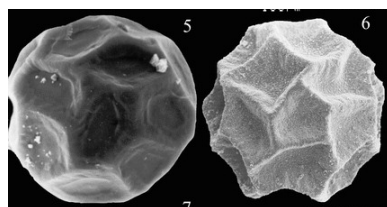
# Anostraca - významní zástupci

Streptocephalidae: (62 druhů)

- *Streptocephalus torvicornis* - ž. divorohá, letní druh větších nezarostlých tůní s bahnitým nebo jílovitým dnem; Evropa až ke Kavkazu, sev. Afrika → záp. Pyrenejský poloostrov; CZ: velmi vzácně po celém území, kriticky ohrožená



*S. sirindhorne*  
popsána 2000 ze  
sev. Thajska



# Notostraca - úvod, fylogeneze, rozšíření, ekologie

- poměrně velké (největší druhy tělo až ca 5 cm, s furkou až ca 10 cm; většinou však tělo do 3 cm)
- hlava a trup shora kryté hlavohrudním štítem
- dravci, mrchožrouti a detritovoři
- špatní plavci



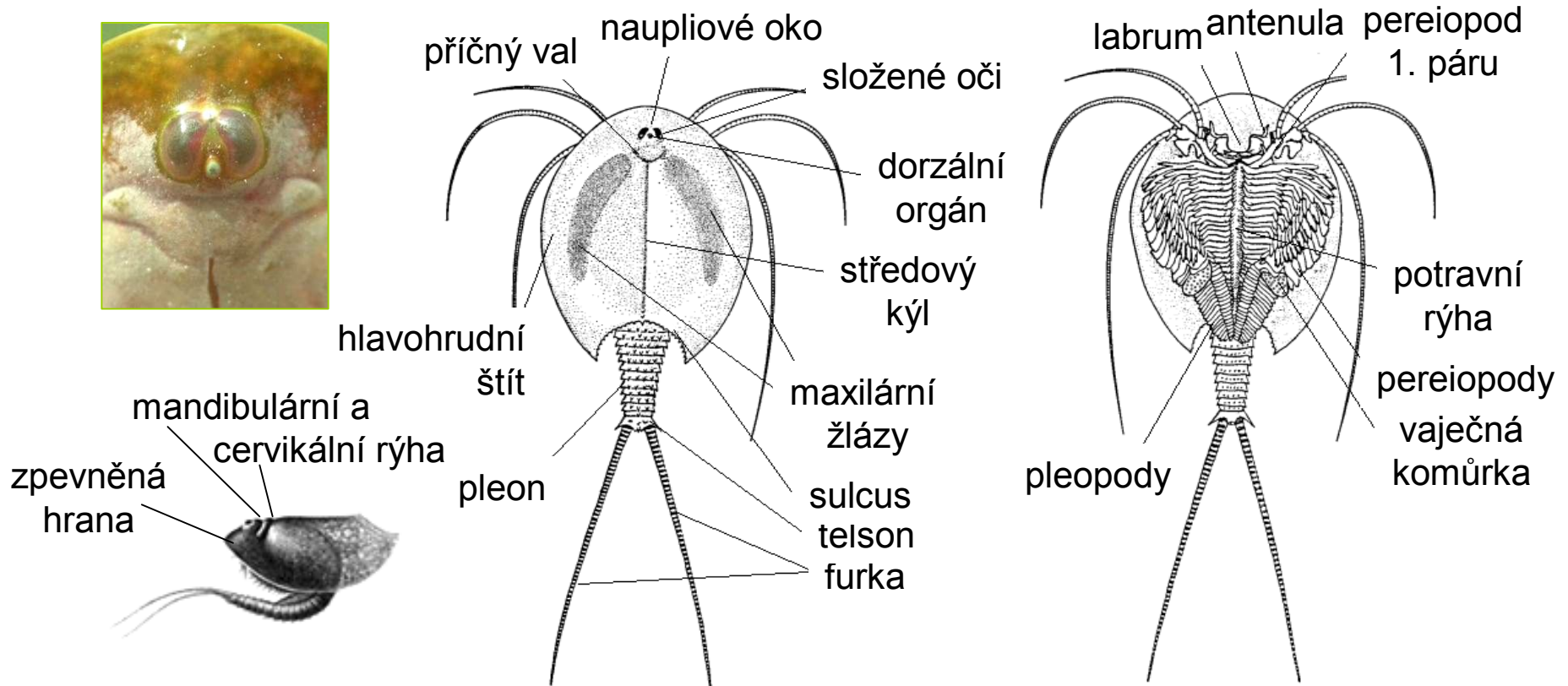
*Triops numidicus*, Afrika



- vymřelá příbuzná skupina *Kazacharthra* se štítem ostnitým po stranách
- fosilní nálezy z karbonu podobné recentním druhům, nálezy *Triops cancriformis* z triasu - nejstarší žijící živočich (!), zřejmě evoluční stagnace
- efektivní pasivní disperze vajíček - jako skupina nebyly geograficky izolovány, obývají i vzdálené ostrovy (např. Hawaii)
- obývají především vysychavé tůně plněné dešťovou vodou v aridních a stepních oblastech, nezarostlé či mírně zarostlé
- žráni rybami

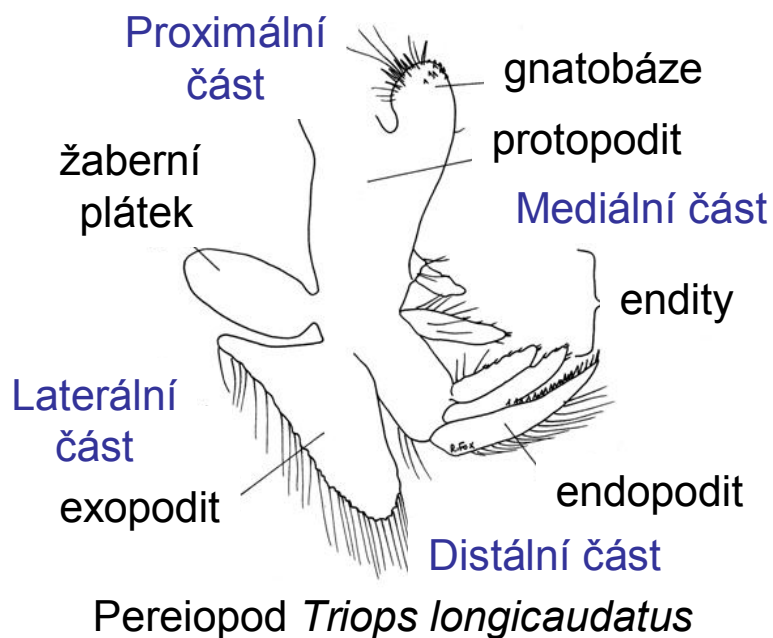
# Notostraca – stavba těla

- hlava: antenuly malé, anteny zakrnělé; labrum pohyblivě spojené se štítem, kryje silné mandibuly, labium se 2 laloky (paragnáty)
- trup: končetiny odlišné od ost. Branchipoda - směřují do stran, otrněné, nefiltrují; 11 párů silně chitinizovaných pereio podů: 1. má velmi dlouhé, bičovité endity s mnoha články, poslední u ♀ přeměněn v útvar kryjící vajíčka
- zadeček: 24-60 měkkých pleopodů - někt. články nesou 2-6 párů končetin (!)



# Notostraca - stavba těla, rozmnožování a vývoj

- zadeček: telson s velmi dlouhou furkou, někdy přítomen supraanální plátek
- populace pohlavní s různým ♂:♀, hermafroditní nebo smíšené (partenogeneze?)
- pozorovány různé polohy při páření
- vajíčka kulatá s různě drsným povrchem, až ca 0,8 mm velká
- první vývojová stádia jen několik hodin, celkem asi 40 svlékání, v rychle vysychajících tůních často proběhne celý vývoj do 14 dní; růst i v dospělosti



nauplius



metanauplius



postnauplius

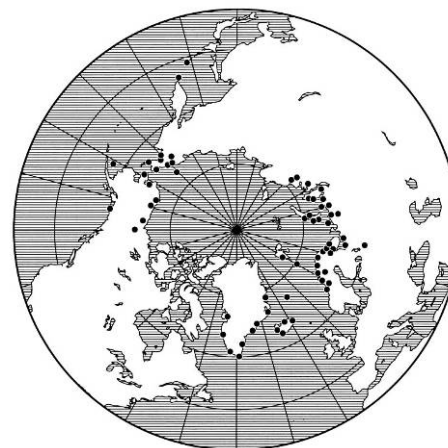
## Notostraca - významní zástupci

- jediná čel. Triopsidae, 2 rody, ca 15 druhů, CZ i SK: 2; poslední souborná práce Longhurst (1955)
- Lepidurus - krátké 1. pereiopody, supraanální plátek přítomen, spíše v chladnějších oblastech, některé druhy i v jezerech (vajíčka nemusí vysychat), počet chromozomů  $n=6$
- Triops - dlouhé 1. pereiopody, bez supraanálního plátku, v teplejších oblastech, počet chromozomů  $n=4$
- L. apus – listonoh jarní, 4,5-9 cm, Palearkt (od Pyrenejského poloost. až po Vladivostok, středomořská oblast Afriky a Asie) a Austrálie; jarní periodické tůně (u nás často společně se žábřonožkou sněžní) na polích, ostřicových loukách, v příkopech a vyjetých kolejích, na okrajích lužních lesů, od dubna do začátku srpna, kriticky ohrožený



## Notostraca - významní zástupci

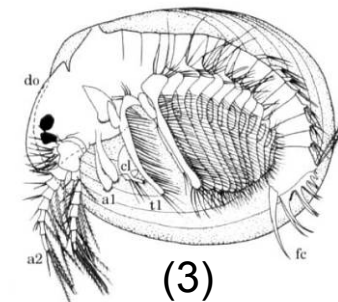
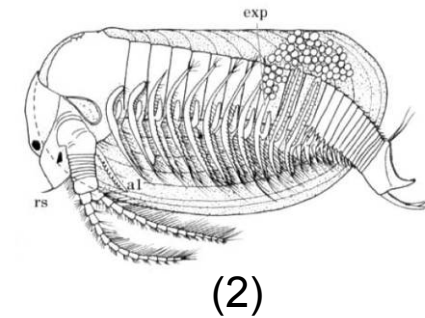
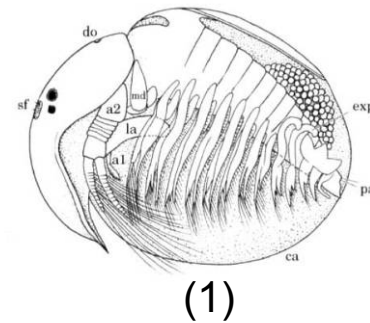
- *Triops cancriformis* – 1. letní, 3-10 cm (furka ½); Eurasie, sev. a stř. Afrika, v letních nebo jarních déle trvajících periodických tůních, od poloviny dubna do konce září, CZ: kriticky ohrožený; akvarijní chovy, výzkumný objekt
- *T. longicaudatus* - celá Amerika, Galapágy, Japonsko, Nová Kaledonie; škůdce v rýžových polích, bývá často chován a studován
- *Lepidurus packardi* - endemit Kalifornie
- *L. arcticus* - cirkumpolární výskyt, periodické tůně a mělká i hluboká jezera (až ca 30 m), kde klade vajíčka na submerzní vegetaci a je potravou ryb



# Diplostraca - přehled

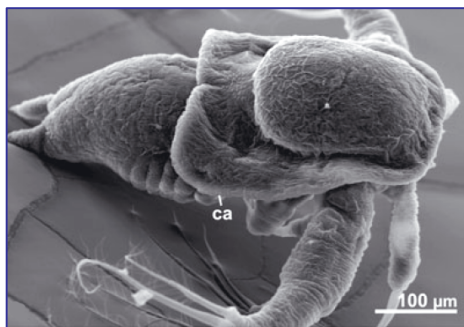
podtř. Phyllopoda  
řád Notostraca  
Diplostraca

„Conchostraca“ [ Laevicaudata (1)  
Spinicaudata (2)  
Cladoceromorpha [ Cyclestherida (3)  
Cladocera

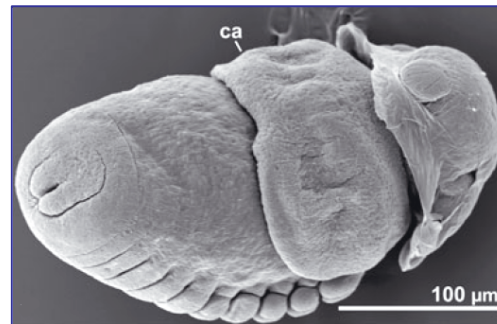


- dvouchlopňová skořápka („druhotný karapax“) – šev odděluje hlavovou naupliární část – synapomorfie? (x Notostraca: karapax jednolitý)
- embryogeneze ale podobná!!! – Diplostraca diskutabilní

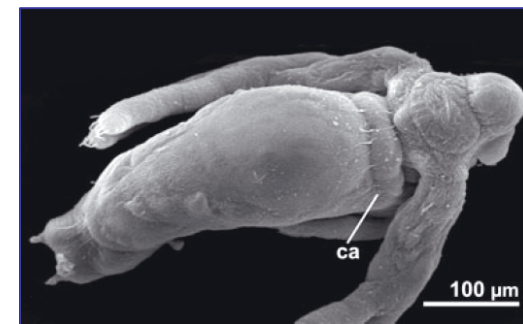
*Cyclestheria hislopi*



*Triops cancriformis*



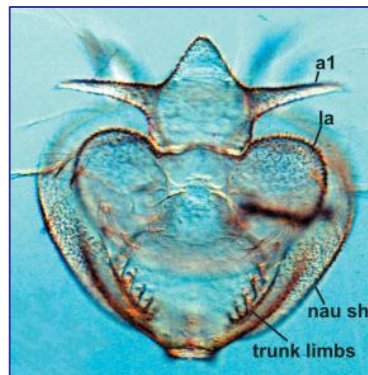
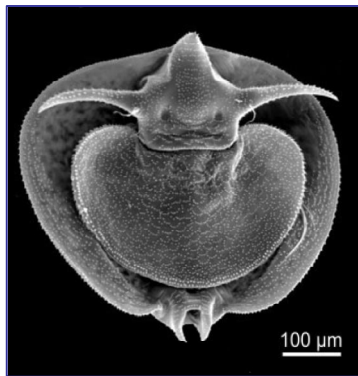
*C. hislopi*



*Leptodora kindtii*

## Laevicaudata

- hladká skořápka bez přírůstkových zón má silně vypouklý tvar, hlava při pohybu vyčnívá ze schránky, ale může být zatažena dovnitř; tělo z 13 (♀) nebo 11 (♂) článků
- podivná larva: obrovský dorzální štít a horní pysk, rohaté nehybné anteny; 5-6 stádií lišících se velikostí
- 3 rody: *Lynceus*, *Paralimnetis*, *Lynceiopsis*; v Evropě jen *Lynceus* se 2 druhy
- *Lynceus brachyurus* – hrašník zobcovitý, až 5 mm; Holoarkt, stř. a vých. Evropa (až do sev. Norska, j. až do Rumunska, vých. do Ruska a dále na Kavkaz); CZ: vyhuben (?); řídky zarostlé periodické tůně, zatopené ostřicové louky, staré meandry řek



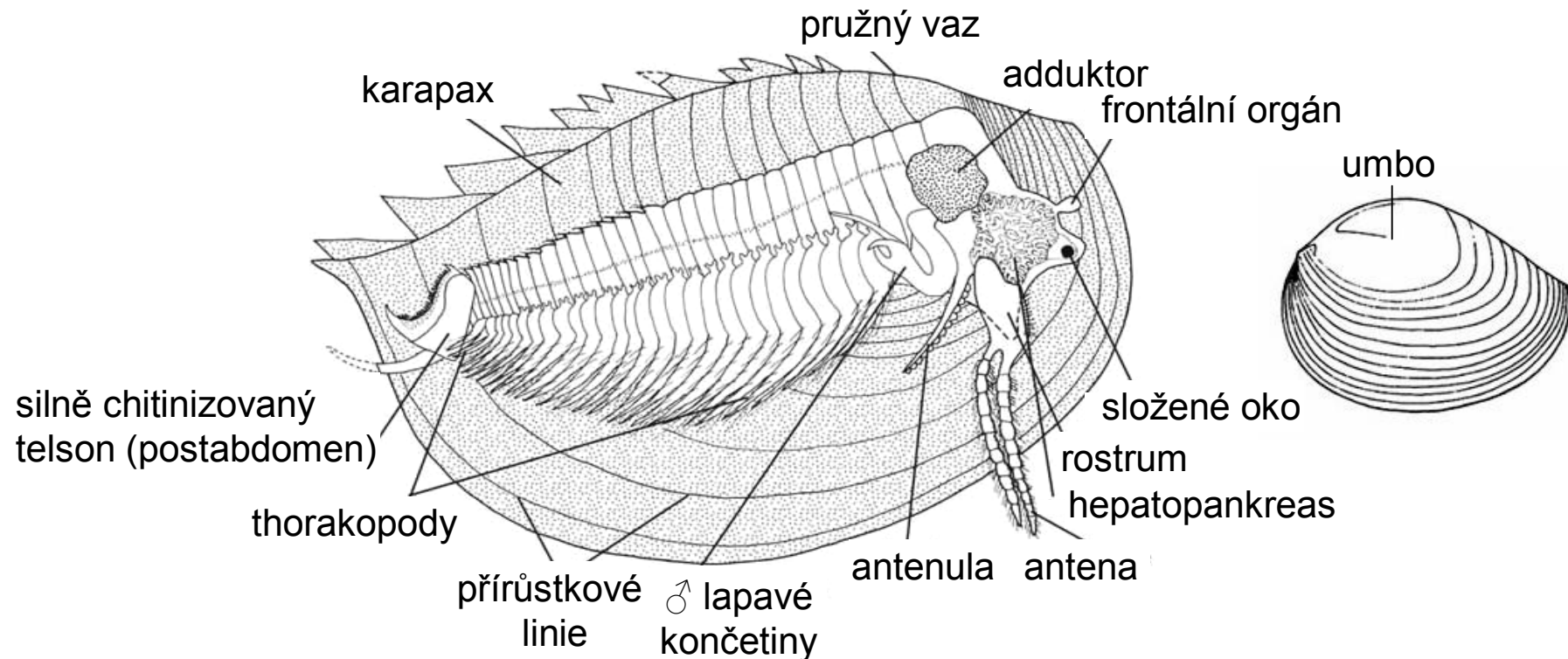
exuvie





## Spinicaudata - stavba těla

- velikost schránky 5-17 mm (*Limnadia lenticularis*), počet přírůstkových linií odpovídá počtu svlékání
- hlava ukryta ve schránce, pár složených téměř splývajících očí, naupliové očko
- trup: 11 hrudních článků (na 11. vývod pohl. orgánů) + další čl. zadečkové (celkem až přes 30 čl.); na každém čl. trupu 1 pár listovitých nohou
- trhaný pohyb mohutných anten těsně nad dnem - filtrace zvířených částic potravy



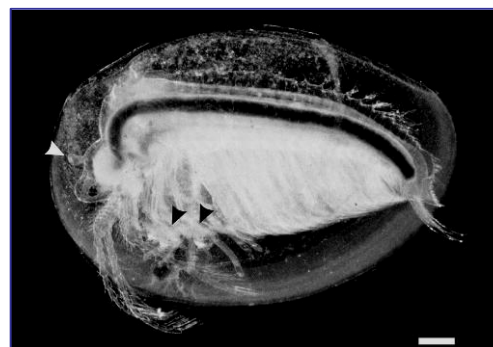
## Spinicaudata - rozmnožování, vývoj, zástupci

- obvykle gonochoristé (♂ zpravidla  $\geq 30\%$ ); někt. druhy hermafrodité
- ♂ uchopuje ♀ hákovitými klepítky, plavou v tandemu
- oplozená vajíčka uložena v dorzálním prostoru ve schránce ♀, po svléknutí spolu s exuvií klesnou na dno tůně
- vajíčka snesou vyschnutí, ale nevyžadují ho
- nauplius, helioforová larva (2chlopňová schránka)
- 3 čeledě: *Limnadiidae*, *Cyzicidae*, *Leptestheriidae*
- ***Limnadia lenticularis*** – škeblovka velká, až 1,7 cm; Holoarkt, široký a nesouvislý areál v Evropě, na Sibiři, USA a Japonsku; CZ: zřejmě vymizelá, SK: Podunajská a Východoslovenská nížina, A: soutok Moravy a Dunaje; letní periodické tůně, často se submerzní vegetací nebo porosty ostřic, stará ramena a meandry řek; údajně partenogenetická, protože ♂ nebyl až do r. 2000 znám

♀



♂



## Spinicaudata - zástupci

- ***Imnadia yeyetta*** (Limnadiidae) – Evropa, popsána z Francie, oblast Dunaje (včetně j. SK), jižně až do Řecka; CZ?; letní druh, trávou či ostřicemi zarostlé tůně
- ***Cyzicus tetracerus*** – š. oválná, kolem 1 cm, pozdně → jarní až letní výskyt; Palearkt; jv. Morava, SK: j. nížiny; per. tůně, často s jílovitým nebo bahnitým dnem, luční a polní tůně, kaluže
- ***Lepthesteria dahalacensis*** – š. rovnohřbetá, Evropa (hlavně Podunajská nížina) až po Ural; jediný druh rodu v Evropě; tůně, kaluže a rybníčky koncem léta



## Cyclestherida

- jediný recentní druh ***Cyclestheria hislopi*** (Cyclestheriidae)
- tropy a subtropy všech kontinentů
- střídání partenogeneze a sexuálního rozmnožování, tvoří efipia, ♂ velmi vzácní
- sesterská skupina ke Cladocera



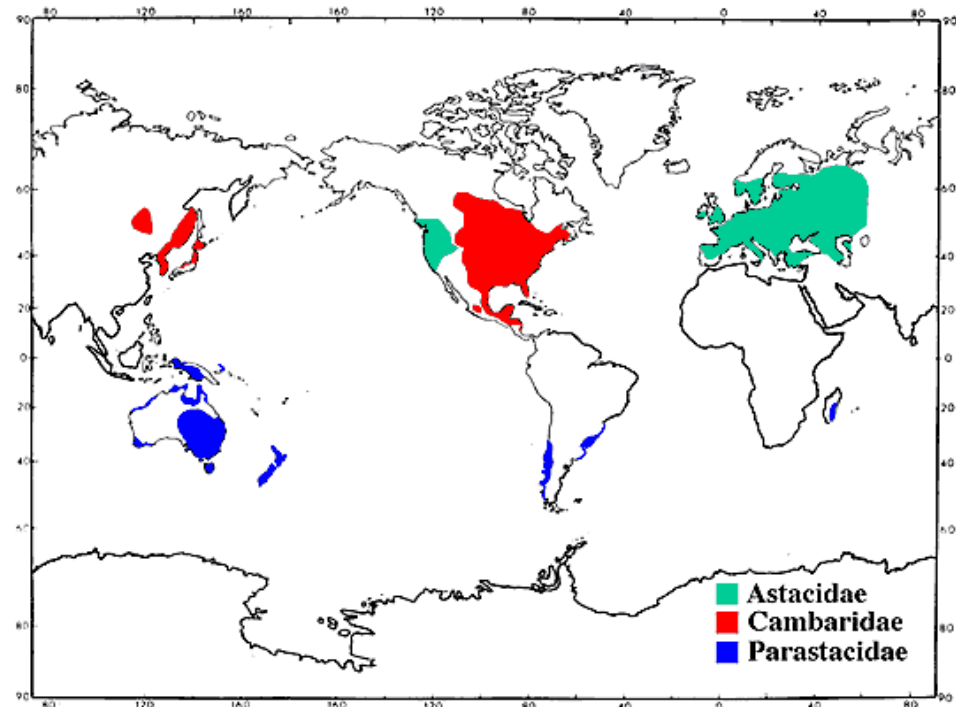
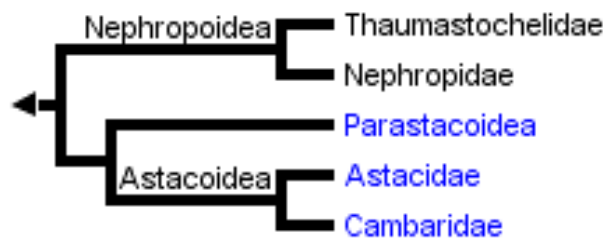
# Decapoda

- ca 10 tis. popsaných druhů (1/4 všech koryšů), většina druhů mořských
- několikrát invaze do sladkých vod a na souš (terestriční krabi)
- sladkovodní biotopy
  - a) raci **Astacidea**: **Astacoidea**, **Parastacoidea** - nejúspěšnější
  - b) krevety **Atyidae**, **Palaemonidae** (**Palaemonetes**, **Macrobrachium**) – hlavně tropy a subtropy
  - c) polokrabi **Anomura**: **Aeglidae** – J. Amerika
  - d) krabi **Brachyura** s tolerancí k brakické vodě: např. **Eriocheir** (Asie, Evropa), **Rhithropanopeus** (USA, Evropa), **Callinectes sapidus** (USA, Evropa), říční krabi **Potamidae** (tropy od ústí řek až do 5000 m n.m., ztráta larválního stádia)

Podřád	<b>Dendrobranchiata</b>	„nepravé krevety“
	<b>*Pleocyemata</b>	
Infrařád	<b>*Caridea</b>	pravé krevety (garnáti)
	<b>*Astacidea</b>	raci, humři
	„Palinura“	langusty
	<b>*Anomura</b>	polokrabi, poustevníčci
	<b>*Brachyura</b>	praví krabi

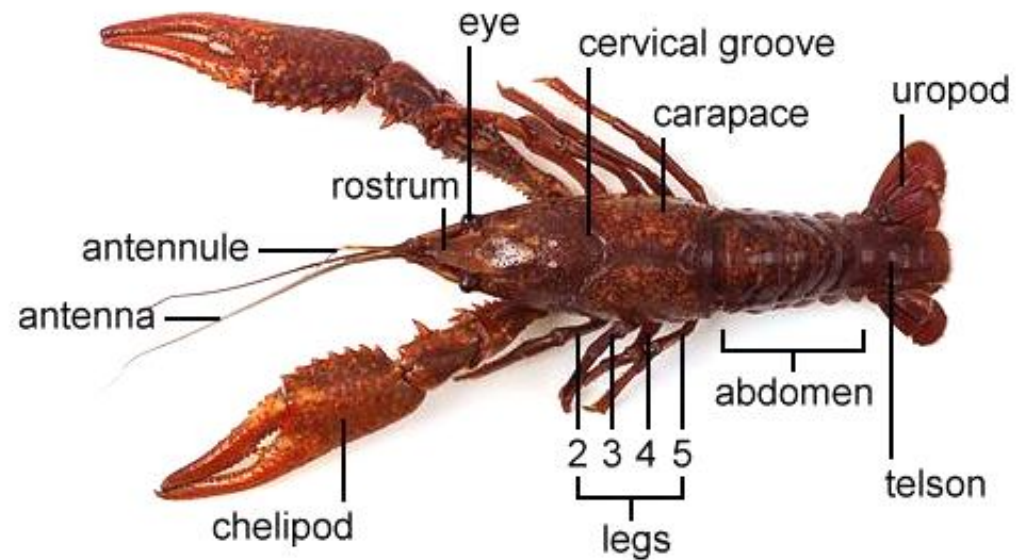
# Astacidea

- 5 nadčeledí: sladkovodní jen **Astacoidea** a **Parastacoidea**
- (mořské **Nephropoidea** - praví humři, **Glypheoidea** - především fosilní skupina, **Enoplometopoidea** - 1 rod humříků žijících na korálových útesech)
- raci - 2 centra diverzity: jv. USA (80% druhů **Cambaridae**) a Austrálie, Victoria (85% **Parastacidae**)
- v Evropě jsou původní **Astacidae** - 5 druhů



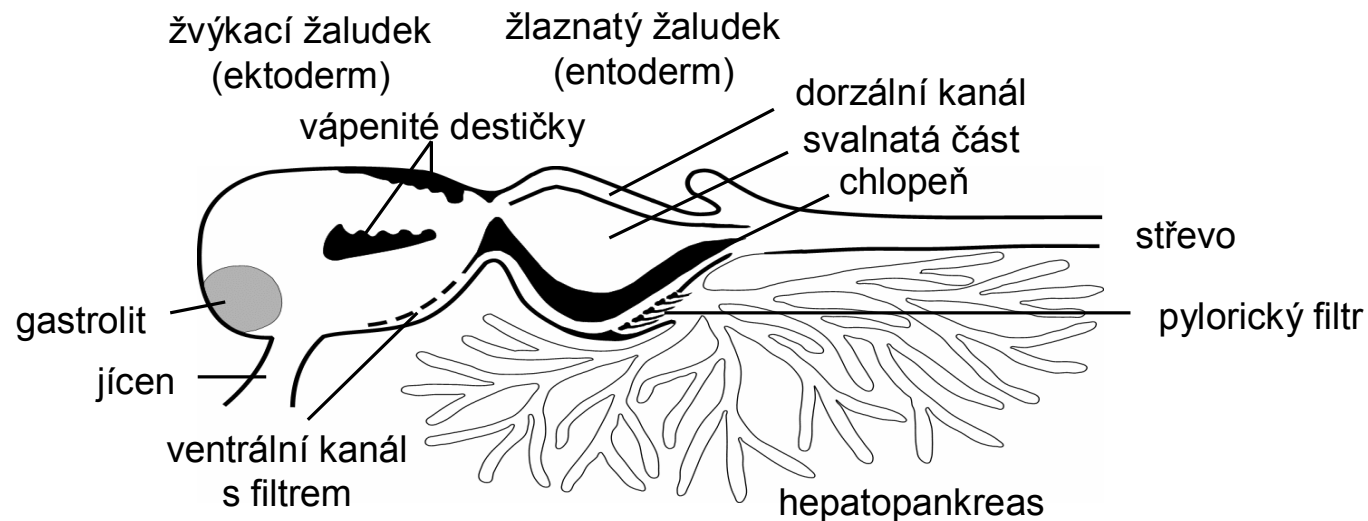
## Raci (Astacida: Astacoidea + Parastacoidea)

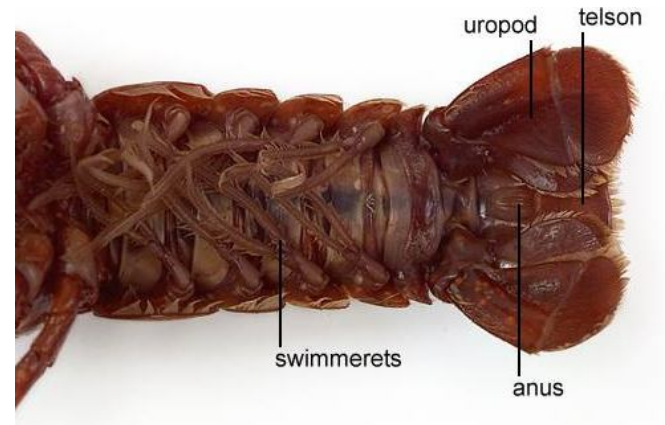
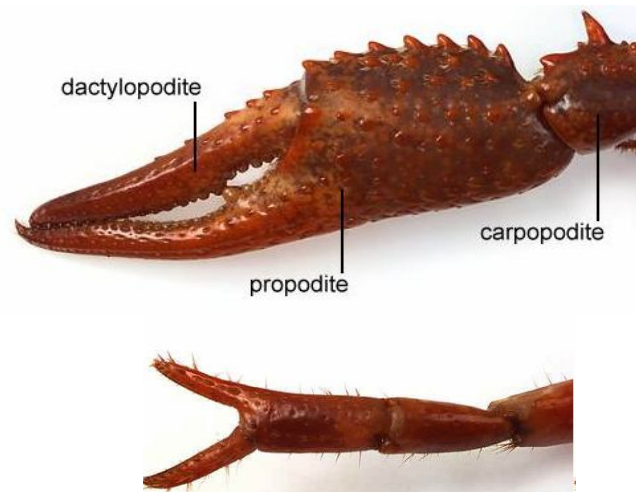
- asi 600 druhů, hlavně Sev. Amerika a Austrálie
- většina druhů délka okolo 10 cm, výjimka někt. australské druhy (*Astacopsis gouldi* až 80 cm); někt. druhy mohou žít přes 20 let
- tekoucí vody, tůně, jezera, jeskyně; úkryty pod kameny a rostl. zbytky nebo si budují nory
- omnivorní: predátoři, mrchožrouti, někdy kanibalismus
- ekonomický význam



*Procambarus clarkii*

- potrava uchopena klepety, podávána 3. páru maxiliped a těmi vtlačována dále; mandibuly potravu drží, zatímco maxily a maxilipedy ji trhají a nesou do úst





- pohl. dimorfismus:
  - ♂: větší klepeta, užší zadeček, styletové gonopody
  - ♀: receptacula seminis, nosí vajíčka a mláďata až do 2. (3.) svlékání zesponu zadečku
- vývoj bez larválního stádia - adaptace k sladkovodnímu prostředí

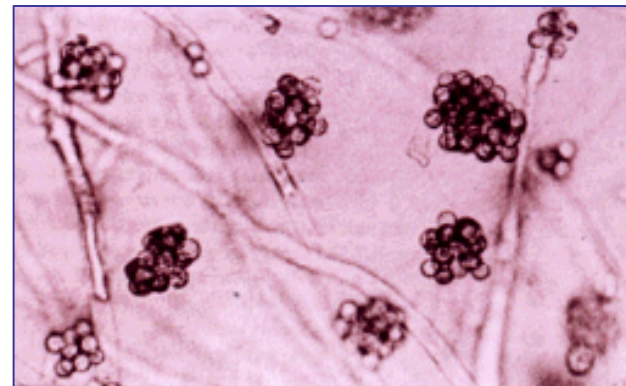
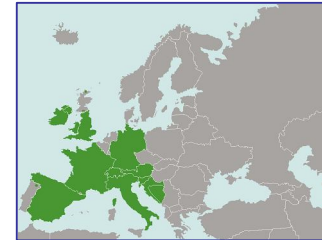


***Orconectes virilis*** (S. Amerika)



## Druhy raků původních v Evropě

- CZ: 2 původní druhy *Astacus astacus*, *Austropotamobius torrentium* a 1 zdomácnělý *Pontastacus leptodactylus*
- v Evropě další původní: *Austropotamobius pallipes* (komplex) → *Astacus pachypus* (úmoří Kaspického a Černého moře)
- současný výskyt ovlivněn modifikacemi habitatů (povodně, meliorace), znečištění, acidifikace, změna rybí obsádky, introdukcemi
- **račí mor** – parazitická plíseň *Aphanomyces astaci* (Oomycetes), původ S. Amerika, fatální pro evropské i australské druhy; napadá nervovou soustavu, příznaky: křeče, ulamování končetin, denní aktivita; spory přežívají v bahně; poprvé do Itálie (1860), šíření, masové úhyny původních druhů po celé Evropě od konce 19. stol., ve 20. stol. jen izolované případy, u nás prokázána (mikroskopicky i PCR)



*A. astaci*

# Introdukce nepůvodních druhů do Evropy

- druhy původem z USA: nejčastěji *Pacifastacus leniusculus*, *Orconectes limosus*, *Procambarus clarkii* - náhrada za původní raky
- v malé míře např. i *Cherax destructor* (Austrálie, Parastacidae) a další
- žádané na trhu, např. Švédsko a Finsko – „crayfish party“ - *P. leniusculus*
- agresivní, rychle se množící, další samovolné šíření (invaze)
- důsledky: změna potravního řetězce, kompetiční vytlačování původních druhů, přenos račího moru
- dnes téměř všude v Evropě alespoň 1 nepůvodní druh, max. 5 (Nizozemí)
- původní, zdomácněný vs. nepůvodní (škodlivý) druh, např. Británie – přísná legislativa; Norsko a Estonsko: jen *A. astacus*, žádný nepůvodní druh
- výhled: další šíření a zvyšování počtu nepůvodních druhů

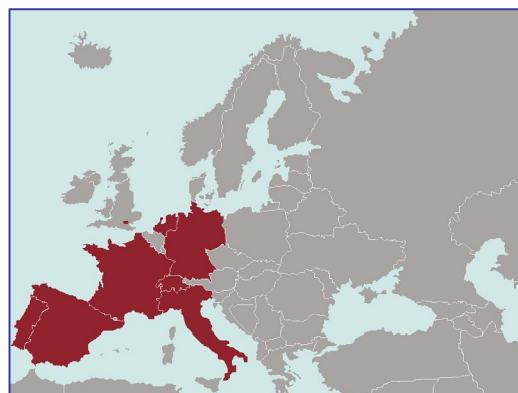
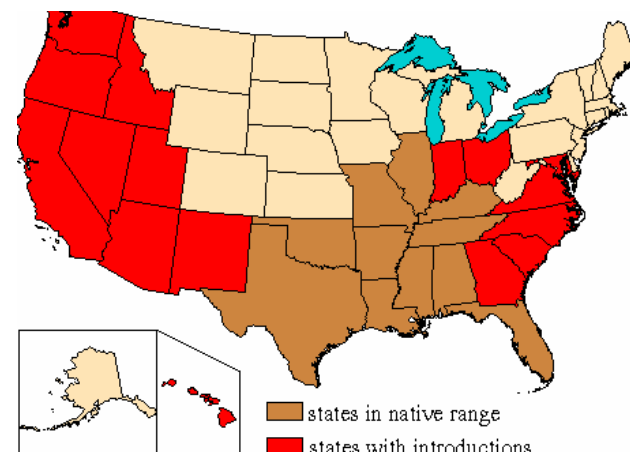


chovy na farmách

*C. destructor*

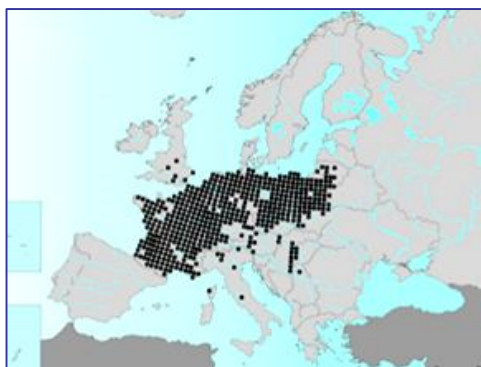
## Cambaridae: *Procambarus clarkii*

- až 15 cm, větš. tmavě červený, příp. oranžový, mladí jedinci olivově zelení; klepeta esovitě prohnutá, s červenými hrbolky
- sezóně zaplavované mokřady, v době vyschnutí zahrabán v bahně, široká ekol. valence
- rozmnožování na jaře a na podzim - zvýšená migrační aktivita
- původně endemit sev. Mexika a j. USA, introdukce do Španělska (1972), Francie, Itálie, ost. oblastí Stř. i J. Ameriky, jv. Asie, Afriky
- největší producenti: Španělsko, Louisiana, Čína
- jen ve volné přírodě, dobře se šíří (r-strategie)
- CZ: zatím nenalezen



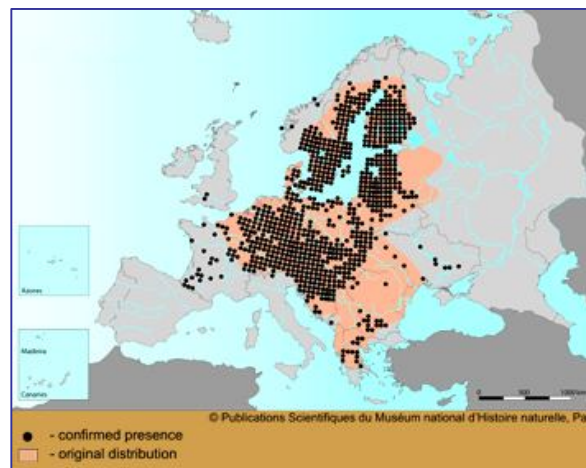
## Cambaridae: *Orconectes limosus* – rak pruhovaný

- nebezpečný invazní druh
- max. 10 cm, světle hnědý s tmavými pruhy na abdomenu; po stranách jinak hladkého karapaxu jsou výrazné trny („spiny-cheek crayfish“)
- nížinné řeky s bahnitým dnem a jejich přítoky, rybníky a jezera
- může se zahrabávat, široká ekol. valence
- Evropa - poprvé 1890 sv. Německo
- CZ: povodí Vltavy a Labe
- prokázáný přenašeč račího moru



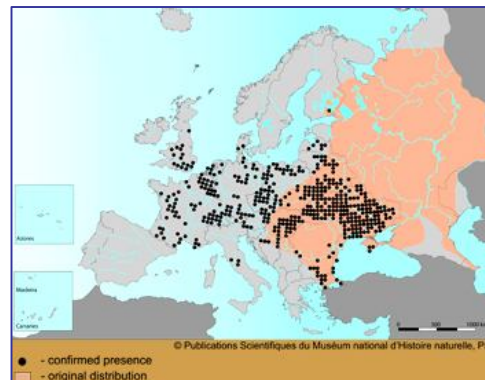
## **Astacidae: *Astacus astacus*** - rak říční, „noble crayfish“

- větš. do 15 cm, zašpičaté rostrum, klepeta silná se 2 výraznými výrůstky na vnitřní straně prstů
- potoky a řeky s různým složením substrátu a makrovegetací; jezera, rybníky a přehrady s dostatkem úkrytů, ale nezabahněné
- páření na podzim; stáří až 20 let
- původní evropský druh, nezasahuje záp. za Francii, vých. za Rusko; do Norska a Švédska zavlčen ve středověku
- velmi zranitelný račím morem, chráněn ve většině evr. zemí (kromě Británie), pokusy o reintrodukci
- lov jen sezónně, ve Skandinávii celoročně a pěstování na farmách



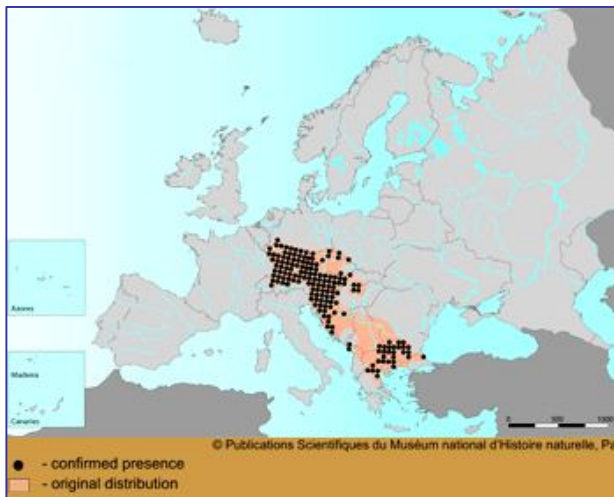
## *Astacidae: Pontastacus leptodactylus* - rak bahenní

- často více než 15 cm, štíhlá dlouhá klepeta bez výrazných zubů, u ♂ delší než u ♀
- ponto-kaspický druh, šíření do dalších zemí Evropy (přirozeně i pomocí člověka), k nám dovezen v 19. stol. z Polska
- druhový komplex?
- řeky, přehrady, jezera, rybníky i bažiny; dno kamenité-bahnité
- výskyt i v brakických vodách; toleruje vysoké teploty a nízký obsah kyslíku, (ale citlivý k toxickému znečištění)
- aktivní i v zimě a za dne, vysoká fekundita
- je schopen vytlačit ost. původní druhy raků, úspěšný v nových biotopech
- v někt. zemích chráněný (např. CZ, Polsko); v Británii pokládán za škodlivý
- ekonomický význam (vých. Evropa, Turecko, Írán)



## *Astacidae: Austropotamobius torrentium* - rak kamenáč

- do 12 cm, podobný raku říčnímu, ale rostrum spíše tupé; pomalu rostoucí
- původní evropský druh – střední a jv. Evropa, CZ: zřejmě původní, dnes ve vých. a stř. Čechách a podhůří Krkonoš
- relativně vzácný, biologie méně známá
- výskyt v pramenných stružkách, kamenité podloží, adaptace k turbulentnímu proudu
- živí se hlavně rozkládajícím se listím (olše, jilmy, vrby)
- páření na podzim
- velmi citlivý ke znečištění a račímu moru, ohrožený v mnoha zemích Evropy



## *Astacidae: Pacifastacus leniusculus* – rak signální

- ♂ až 16 cm, ♀ 12 cm; hladké tělo i klepeta, bělavá skvrna mezi prsty; tělo zbarvené hnědě, hnědošedě až červeně
- endemit sz. USA a jz. Kanady
- v 60. letech poprvé introdukovan do Švédska a Finska, dnes již v mnoha zemích Evropy
- CZ: poprvé 1980, dnes jen několik lokalit
- všechny typy vodních habitatů, široká valence, rychlý růst
- vysoká aktivita hrabání - změny morfologie břehů
- prokázáný přenašeč račího moru

