

**MALAKOLOGIJA I  
ASTAKOLOGIJA U NASTAVI  
BIOLOGIJE (208676 )  
2P+1V+0S 4 ECTS**



# Što su riječni rakovi?

- slatkovodni rakovi nalik na male hlapove



- Najveći predstavnici slatkovodnih beskralježnjaka  
**KLJUČNE VRSTE – održavaju ekosustave stabilnima**

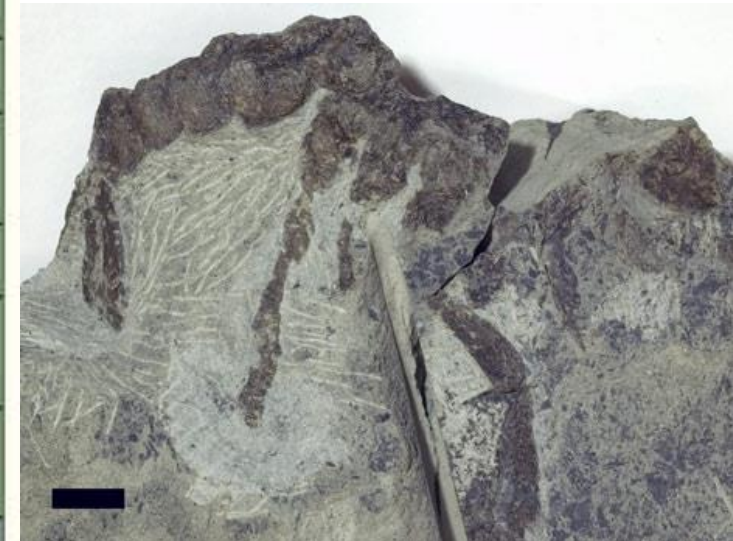
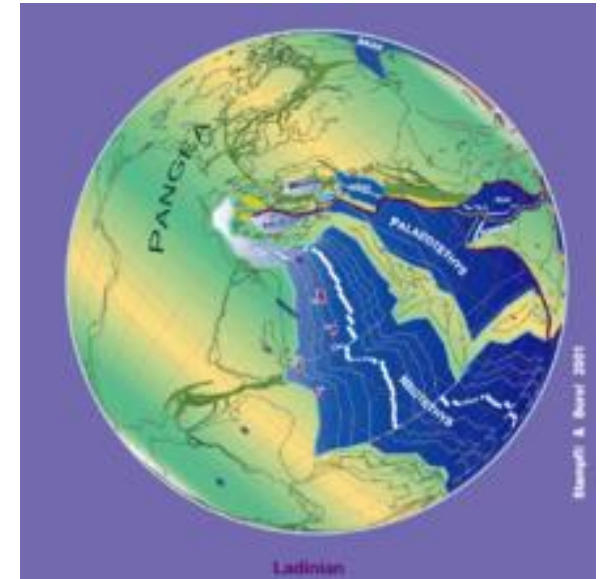
# koncept ključnih vrsta



“Organizam koji ima snažan utjecaj na ekosustav bez obzira na svoju relativno malu gustoću”

- jako stari – ušli u slatke vode još u trijasu (prije 225 000 000 godina)

Eon	Era	Period	Epoha	T*	Prva pojava	
Fanerozoik	Kenozoik	Kvartar	Holocen	0,01	Rod <i>Homo</i>	
			Pleistocen	1,8		
		Tercijar	Neogen	Pliocen	5,3	Ljudi
				Miocen	23,0	Čovjekoliki majmuni
				Oligocen	33,9	
			Paleogen	Eocen	55,8	Recentni redovi biljaka i životinja
				Paleocen	65,0	
		Mezozoik	Kreda	Gornja	145	Cvjetnice
	Donja					
	Jura		Gornja	200	Ptice	
			Srednja		Procvat gmizavaca	
			Donja			
	Trijas		Gornji	252	Golosjemenjače	
			Srednji		Sisari	
	Paleozoik	Perm	Gornji	299	Dinosauri	
			Donji		Sisaroliki gmizavci	
		Karbon	Gornji	318	Šume sjemenjača	
			Donji		Gmizavci	
		Devon	Gornji	359	Vodozemci	
			Srednji		Insekti	
			Donji		Biljke	
		Silur	Gornji	416	Ribe	
Donji						
Ordovicij		Gornji	444	Kolonizacija kopna		
		Donji				
Kambrij		Gornji	488	Većina koljena biljaka i životinja		
		Srednji				
	Donji					
Prekambrij	Proterozoik		542	Mekušci, Alge		
	Arhaik		2500	Bakterije		
	Hadean		4000			
			4560			



**koljeno: Arthropoda**

**potkoljeno: Crustacea**

Brusca & Brusca 2003

**RAZREDI:**

1. Remipedia
2. Cephalocarida
3. Branchiopoda
4. Malacostraca
5. Maxillipoda

Martin & Davis (2001)

Brusca & Brusca 2016

**RAZREDI:**

1. Remipedia
2. Cephalocarida
3. Branchiopoda
4. Malacostraca
5. Thecostraca
6. Tantulocarida
7. Branchiura
8. Pentastomida
9. Mystacocarida
10. Copepoda
11. Ostracoda

Ahyong et al. (2011) Martin & al. (2014)

# Razred MALACOSTRACA Latreille, 1802

- fosili iz Kambrija
- cca. 28 000 vrsta – akvatički i terestrički

## 1. podrazred Phyllocarida

## 2. podrazred Eumalacostraca

- nadred
- 1) Hoplocarida
  - 2) Syncarida
  - 3) Eucarida
  - 4) Peracarida



Phyllocarida



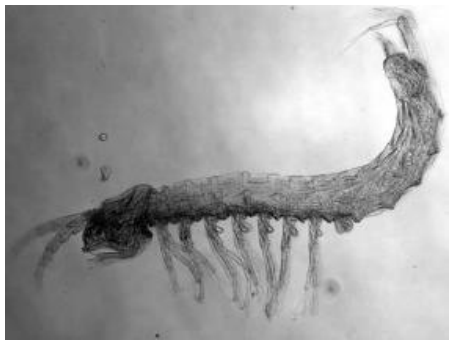
Peracarida



Eucarida



Hoplocarida



Syncarida

nadred **Eucarida** Calman, 1904

1. red **Euphausiacea** Dana, 1852
2. red **Amphionidacea** Williamson, 1973
3. red **Decapoda** Latreille, 1802



**Decapoda** (Ernst Haeckel, 1904)

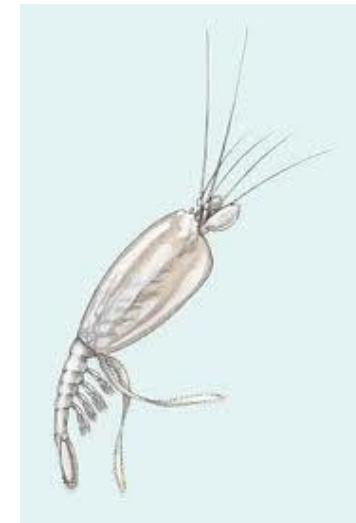
razred **MALACOSTRACA**

podrazred **Eumalacostraca**

nadred **Eucarida**



**Euphausiacea** – kril/svjetlari



**Amphionidacea**

# RED DESETERONOŽACA (Decapoda)



Decapoda (Ernst Haeckel, 1904)

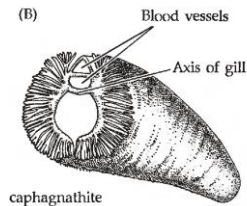


# red DECAPODA (deseteronošci)

razred MALACOSTRACA  
podrazred Eumalacostraca  
nadred Eucarida  
red DECAPODA

- klasifikacija na temelju anatomije škrga i embrionalnog razvoja
- **ŠKRGE** su razvijene na kukovima torakalnih nogu (pereopoda ili nogu hodalica), a njihov se oblik razlikuje:

- **Dendrobranchia** - 2 glavne grane, svaka podijeljena u mnoštvo postranih (sekundarnih) grana



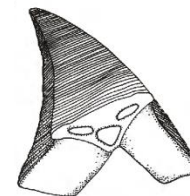
Brusca & Brusca (2002)

- **Trichobranchia** mnoštvo radijalnih nerazgranatih tubularnih filamenata



Brusca & Brusca (2002)

- **Phyllobranchia** na glavnoj osi listoliki ogranci



Brusca & Brusca (2002)

red **DECAPODA** (deseteronošci)

podred **Dendrobranchiata** Bate, 1888

podred **Pleocyemata** Burkenroad, 1963

podred **DENDROBRANCHIATA** (kozice)

Imaju dendrobranhijatne škrge



razred **MALACOSTRACA**

podrazred **Eumalacostraca**

nadred **Eucarida**

red **Decapoda**



**podred PLEOCYEMATA – nikad nemaju dendrobranchiatne škrge + ženke nose jaja na pleopodnim nogama (noge plivalice)**

- međured **Caridea** Dana, 1852
- međured **Stenopodidea** Claus, 1872
- međured **Brachyura** Latreille, 1802 (cro. kratkorepci)
- međured **Anomura** MacLeay, 1838 (cro. srednjerepci)
- međured Astacidea** Latreille, 1802
- međured **Palinura** Latreille, 1802 (cro. dugorepci)
- međured **Thalassinidea** Latreille, 1831 (cro. mede)



**Anomura**



**Astacidea**



**Caridea**



**Stenopodidea**



**Brachyura**



**Palinura**



**Thalassinidea**

- cca. 14 000 vrsta, akvatičke i terestričke
- svejedi, filtratori, karnivori, herbivori
- dobro razvijen karapaks (zatvara škrge)
- uvijek 3 para maksilipeda + 5 pari pereopoda (nogu hodalica)

## međured ASTACIDEA - hlapovi, slatkovodni rakovi

- i slatkovodni (neki se ukopavaju) i morski
- na bentosu, čvrsti karapaks sa  $\text{CaCO}_3$ , „plivaju” (zamah abdomenom) samo kad bježe
- Abdomen dorzo-ventralno spljošten, završava repnom lepezom (telzon i uropodi)
- Škrge trihobranhijatne
- prva tri para pereopoda nose kliješta (prva velika)
- briga za potomstvo (Ž nosi jaja na pleopodalnim nogama)



Vogt&Tolley (2004)



razred MALACOSTRACA

podrazred Eumalacostraca

nadred Eucarida

red Decapoda

podred PLEOCYEMATA

međured Astacidea

nadporodice

- Astacoidea
- Parastacoidea
- Enoplometopoidea
- Nephropoidea
- † Palaeopalaemonoidea (Devon US (Ohio))

Nephropoidea –  
hlapovi



porodica  
Nephropidae -  
hlapovi

Enoplometopoidea –  
„koraljni” hlapovi



porodica Enoplometopidae  
Indo-Pacifik, Karibi

Astacoidea – slatkovodni rakovi



porodica Astacidae



porodica Cambaridae



porodica Cambaroididae

Paratacoidea – slatkovodni rakovi



porodica Parastacidae

# Riječni rakovi u svijetu

Porodica: Astacidae

rodovi: *Astacus*

*Pontastacus*

*Austropotamobius*

*Pacifastacus*

Porodica: Cambaridae

rodovi: *Faxonius*

*Procambarus*

+ 10

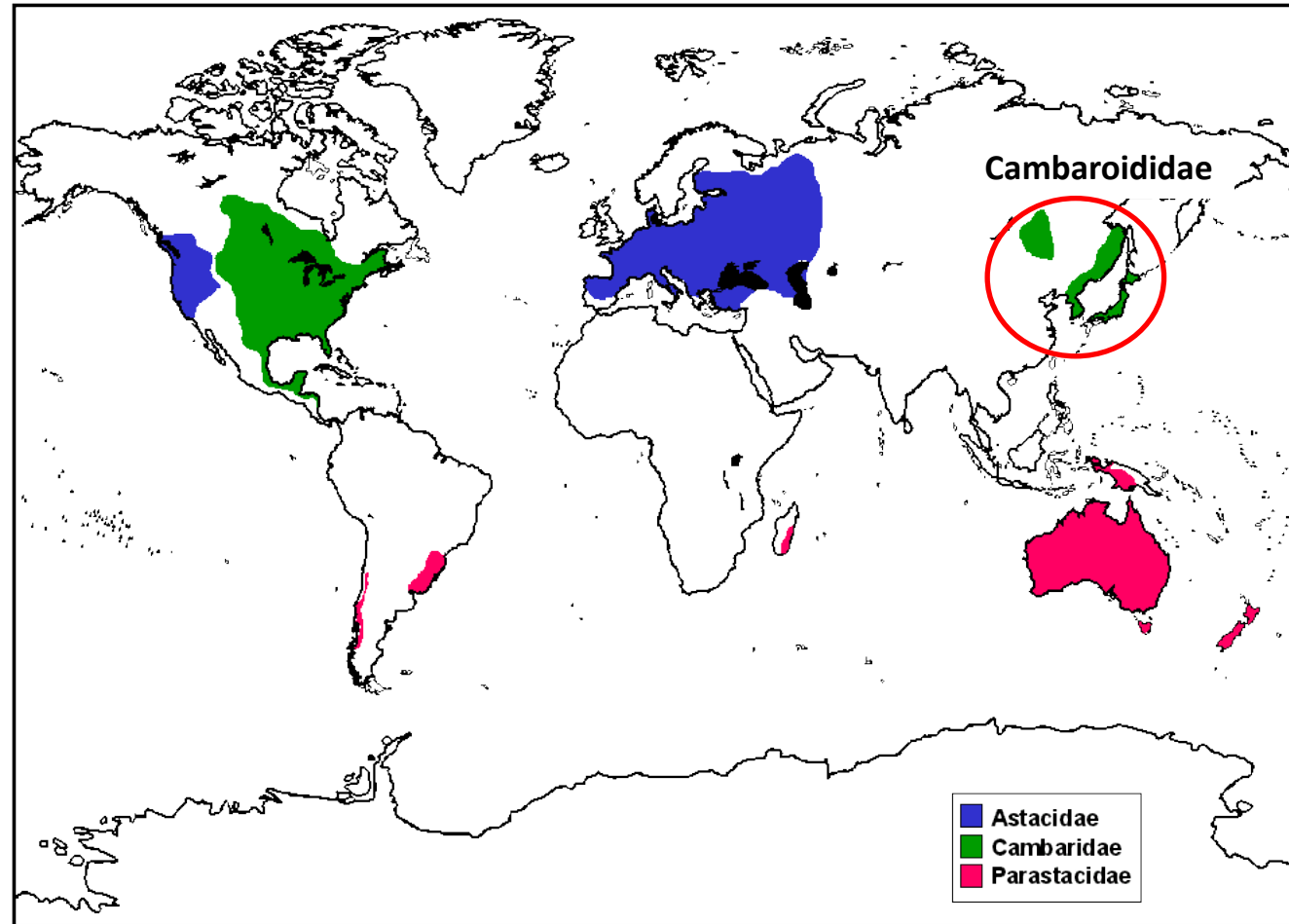
Porodica: Cambaroididae

rod: *Cambaroides*

Porodica: Parastacidae

rodovi: *Cherax*

+ 15



From Fetzner (2011)

2 centra raznolikosti:

- Jugoistok SADa (80% cambarida)
- Victoria, Australia (85% parastacida)

# Filogenetski odnosi i podrijetlo – diskusija traje barem 100-injak godine, 2 hipoteze:

- **Polifiletsko podrijetlo** (Huxly, 1880; Bott, 1950; Starobogatov, 1995)

- višekratno naseljavanje slatkih voda (Astacidae i Cambaridae i Cambaroididae -sjevernu polutku, a Parastacidae južnu)

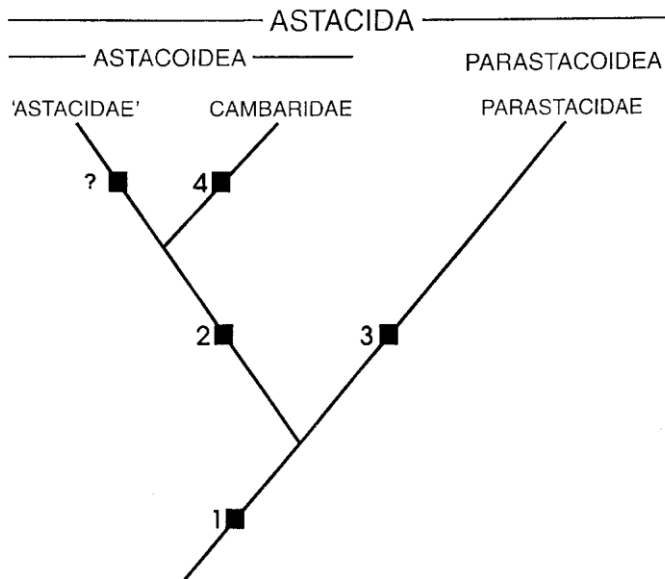
- mužjaci Astacidae i Cambaridae – gonopodi; Parastacidae – nema gonopoda...



- **Monofiletsko podrijetlo** (Ortman, 1902; Scholtz, 2002)

- morfološka sličnost svih Astacoidea

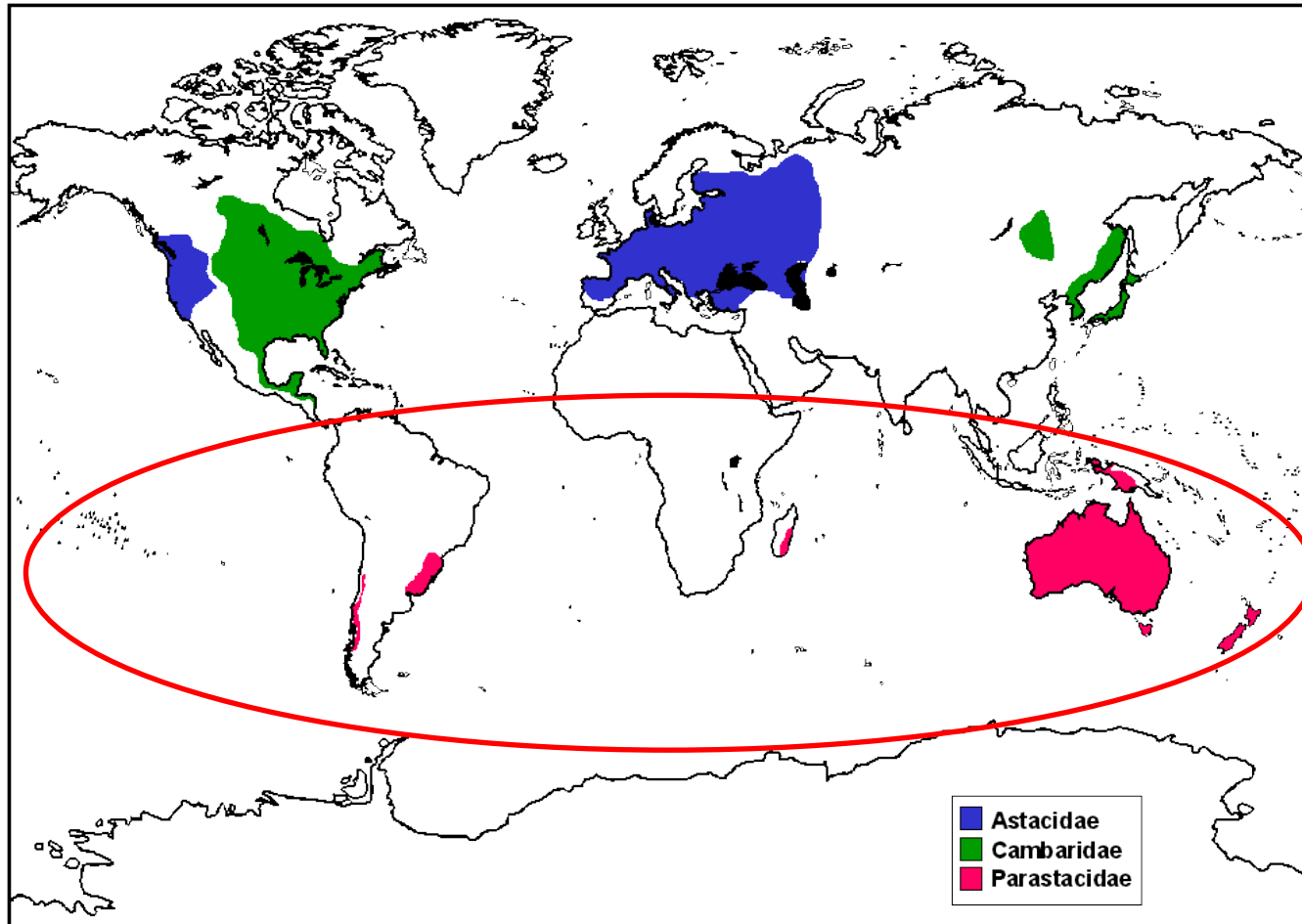
- način brazdanja jaja, embrionalni razvitak, molekularno-filogenetske analize



Filogenetska sistematika Astacida (Scholtz, 2002)

## porodica Parastacidae

– južna polutka (Južna Amerika, Madagaskar, Novi Zeland, Australija)



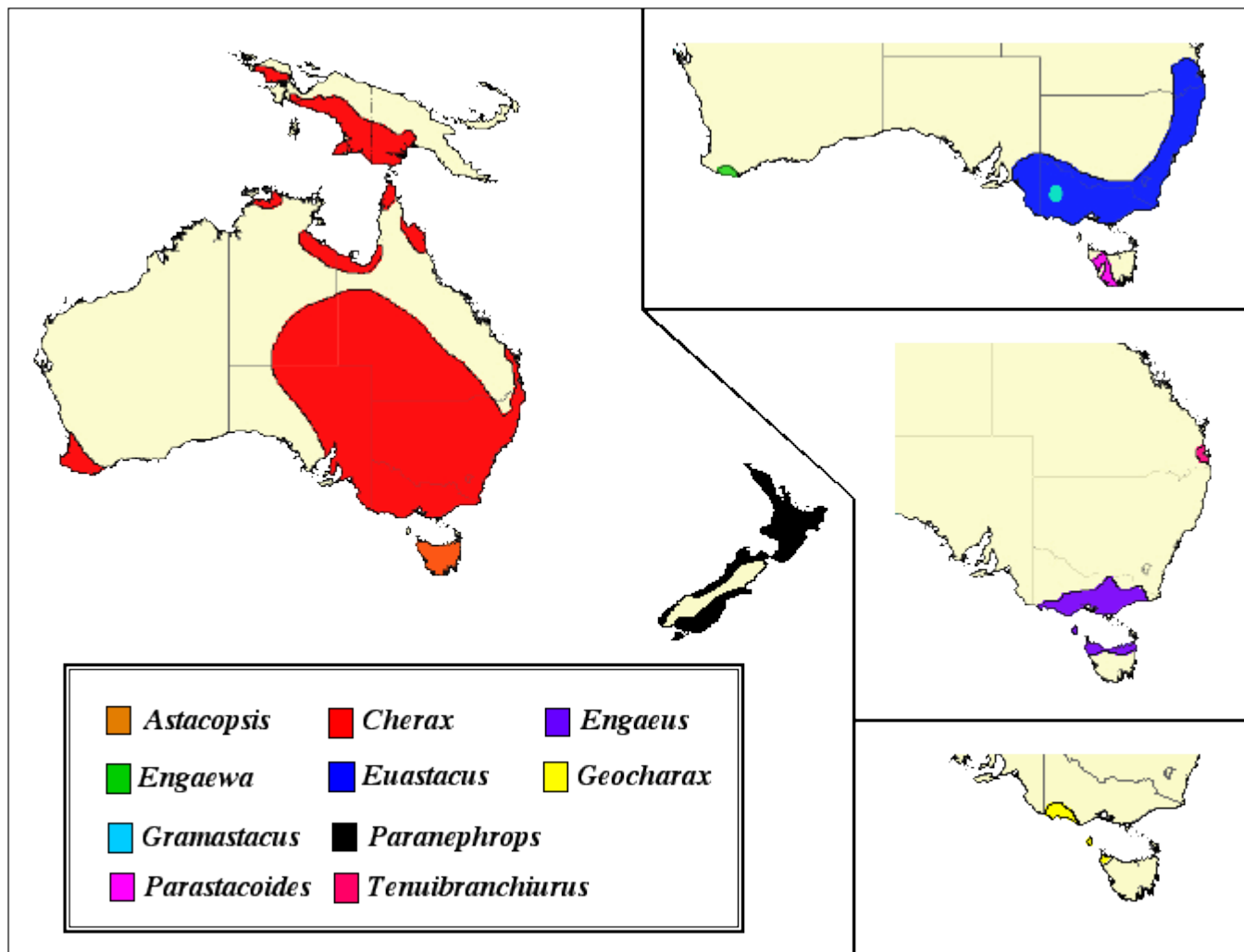


## porodica Parastacidae

- **Australija** (85% poznati parastacida; 14 rodova; jedinstveni i vrlo raznoliki (bogatstvo vrsta i ekol i morfo raznolikost)

- Najveći poznati slakovodni beskralježnjak (*Astacopsis gouldi*)

- „kopneni slakovodni rakovi" (npr. rod *Engaeus*) – neovisni o površinskim vodama



Rasprostranjenost 10 australskih rodova unutar Parastacida (iz Hobbs 1988)

Uvoz stranih vrsta rakova u Australiju je zabranjen!

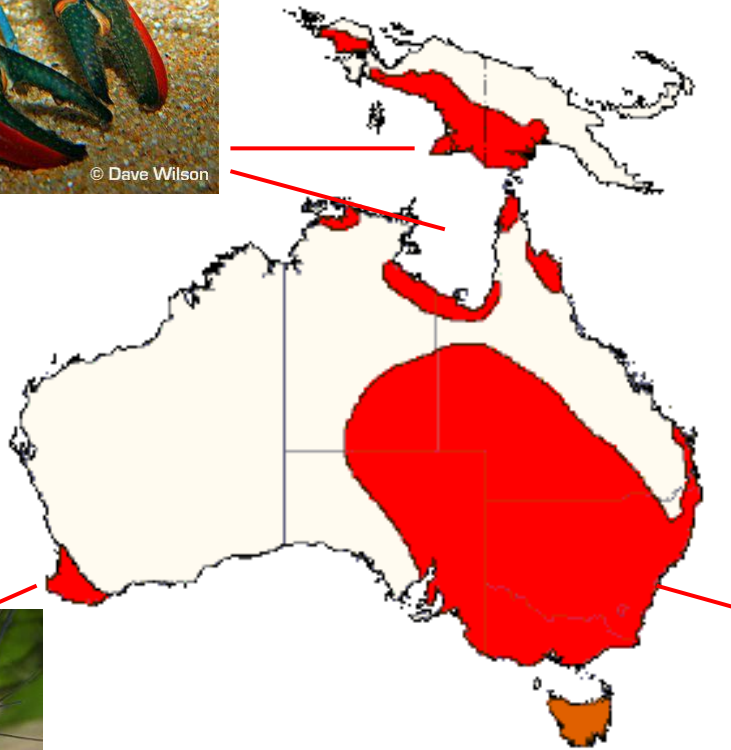
rod *Cherax* – široko rasprostranjen (Australija + Papua Nova Gvineja)

marron (*Cherax tenuimanus*), redclaw (*Cherax quadricarinatus*) i yabbie (*Cherax destructor*)



Redclaw

- Česta akvarijska vrsta (trgovine kućnim ljubimcima)
  - Čatež termalni izvori (Redclaw od 2009)



Yabbie

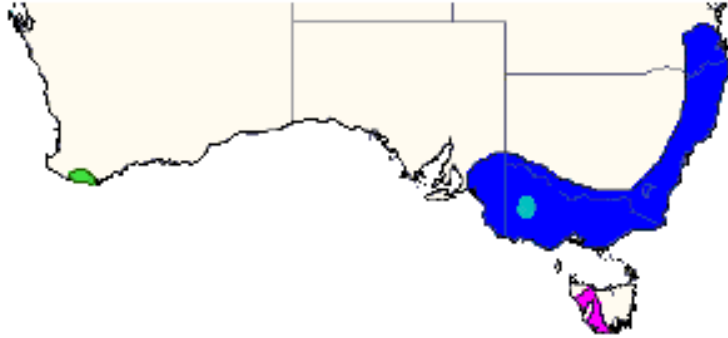


Marron

rod *Euastacus*

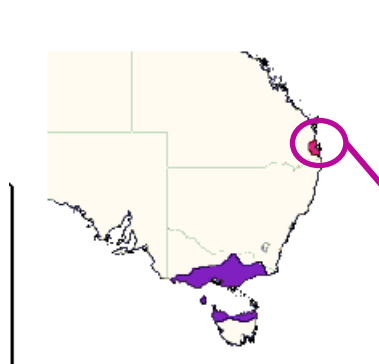
50 vrsta

- Relativno čest (plavo – područje distribucije)



The Murray River crayfish (*Euastacus armatus*)  
drugi najveći slatkovodni rak na svijetu

- rodovi *Engaewa*, *Gramastacus* i *Tenuibranchiurus*
- Endemski, uska distribucija



### *Engaewa*

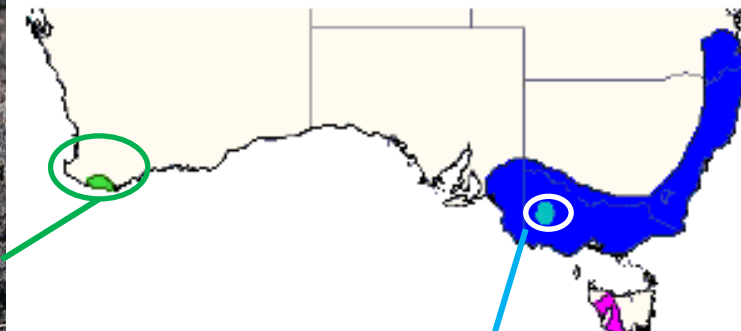
Ukopava se u tlo



### *Tenuibranchiurus*

Ukopava se u tlo

Maksimalna veličina je 25 mm

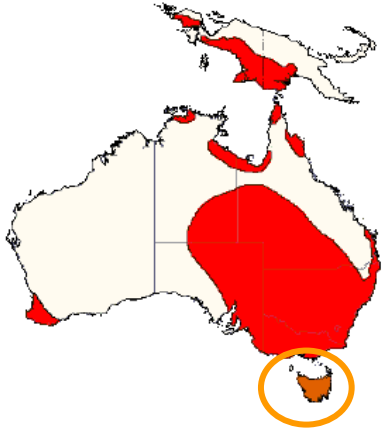


### *Gramastacus lacus*

Ukopava se u tlo

18,63 mm,  
5,07 grams

rod *Astacopsis* endemski na Tasmaniji



Najveća vrsta slatkovodnog raka na svijetu -  
Tasmanian giant freshwater crayfish,  
*Astacopsis gouldi*



*Astacopsis gouldi*

80 cm / 5 kg



rod *Paranephrops* – endemski na Novom Zelandu

Loklano ime **koura** (Māori jezik)



*P. planifrons* – sjeverni otok



*P. zealandicus* – južni otok



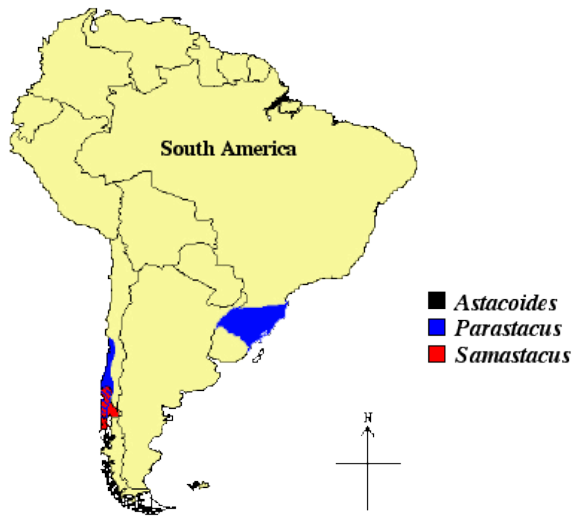
Tri roda u Južnoj Americi: ***Virilastacus***,  
***Samastacus*** i ***Parastacus***



*Samastacus*



*Virilastacus* (ukopava se)



*Parastacus*

Jedan rod na Madagaskaru:  
***Astacodies***



*Astacoides caldwelli*



*Astacoides betsileoensis*

- Sporo rastu (10 godina da dosegnu dužinu karapaksa od 30 mm)
- Većina vrsta na Crvenom popisu IUCNa

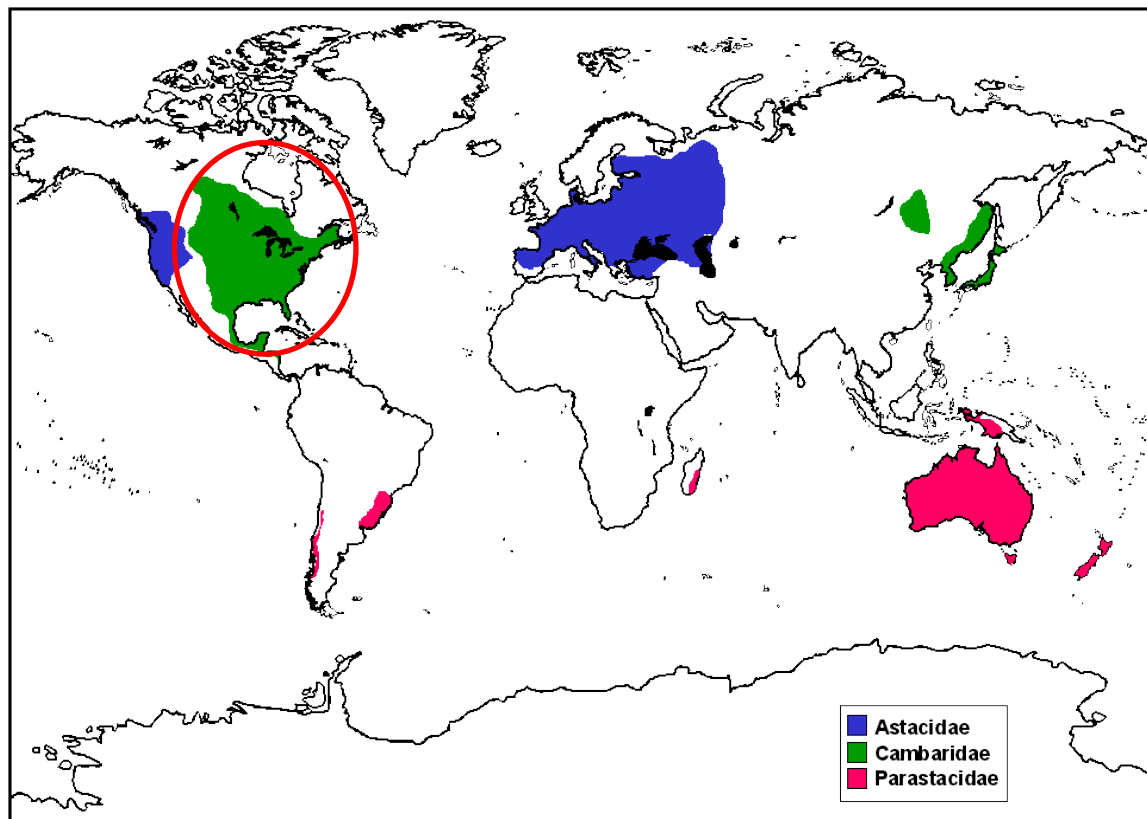
**Porodica: Cambaridae** Hobbs, 1942.

**rodovi: *Faxonius*** Cope, 1872.

***Procambarus*** Ortmann, 1905.

+ 10

- 449 vrsta
- Nastanjuju sve vrste staništa (podzemlje, vlažne livade, močvare, stalne vodotoke i jezera)



**SPECIFIČNOST** – ciklički dimorfizam – samo u porodici Cambaridae

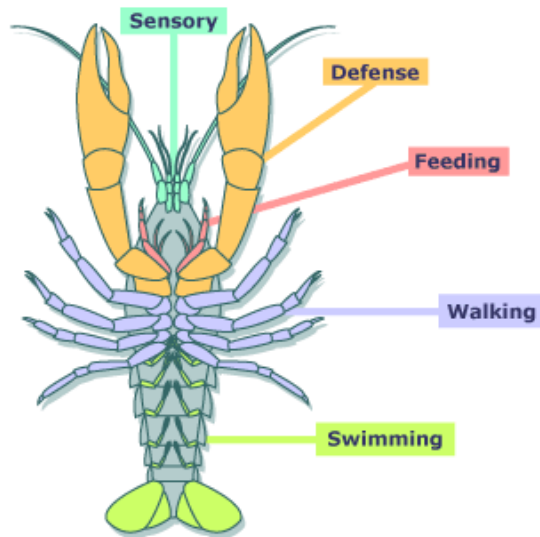


- **Spolno zreli mužjaci:**  
oblik I – sezona parenja  
oblik II – izvan sezone parenja

## Oblik I

Kopulatorne kukice na bazi pereopoda (noge hodalice), zadebljali/orožnjeni gonopodi

Many limbs, many functions:  
a ventral view of crayfish limbs



Oblik II

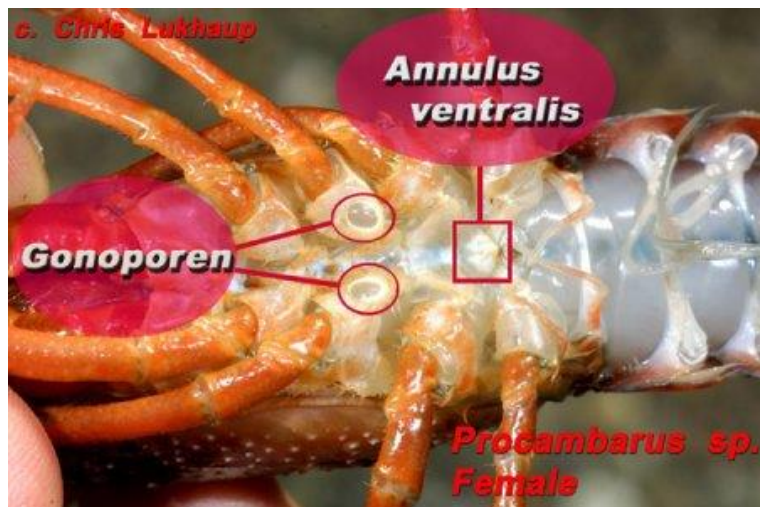


Oblik I

- **Spolno zrele ženke:**

Naglašen i zadebljano sjemeno spremište (annulus ventralis)

- Proizvode do 600 jaja
- Embrionalni razvoj - 2 do 3 tjedna (na 22°C)



Veličina pri postizanju spolne zrelosti vrlo fleksibilna > 45 mmTL (treba 11 presvlačenja/presvlačenje svakih 6 dana)

Maksimalni životni vijek – cca 4 godine, ali rijetko dulje od 12-18 mjeseci

# rod *Procambarus*

- Komercijalne vrste (uzgoj)
- Jugoistok SADA, Srednja Amerika, Karibi



*Procambarus clarkii* - red swamp crayfish,  
*Procambarus acutus* - eastern white river crayfish,  
*Procambarus zonangulus* – gulf white river crayfish  
+ 6 slične distribucije



Photo by Chris Lukhaup

gulf white river crayfish



Photo by Chris Lukhaup

red swamp crayfish

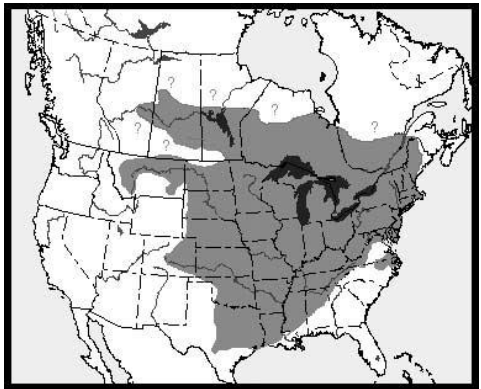


eastern white river crayfish

# Rod *Faxonius*

Uključuje 11 podrodova i 99 vrsta (stalno se opisuju nove)

- Različita staništa, ali primarno jezera i vodotoci
- U plitkim rupama ispod kamenja ili vodene vegetacije
- Neke vrste su troglobionti – podzemne vode – jug SADA i Srednja Amerika



*Faxonius immunis* – calico crayfish  
 Stajačice; kopa duboke rupe iznad kojih su „dimnjaci”



*F. limosus* (bodljobradi rak)

*F. virilis* (virile crayfish)

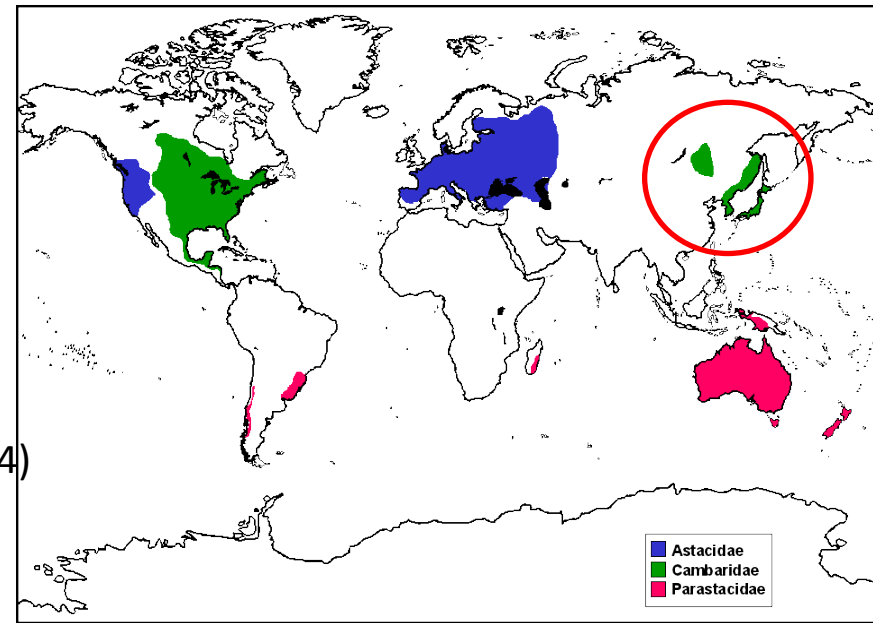


porodica: Cambaroididae

rod: [Cambaroides](#)

Istočna Rusija, sjeveroistočna Kina, Koreja i Japan

- *Cambaroides dauricus* (Pallas, 1772)
- *Cambaroides japonicus* (De Haan, 1841)
- *Cambaroides koshewnikowi* (Birstein & Vinogradov, 1934)
- *Cambaroides sachalinensis* (De Haan, 1841)
- *Cambaroides schrenckii* (Kessler, 1874)
- *Cambaroides similis* (Koelbel, 1892)
- *Cambaroides wladivostokiensis* Birstein & Vinogradov, 1934



*Cambaroides dauricus*



*Cambaroides japonicus*



*Cambaroides similis*

porodica: **Astacidae** Latreille, 1802

rodovi: ***Astacus*** Fabricius, 1775

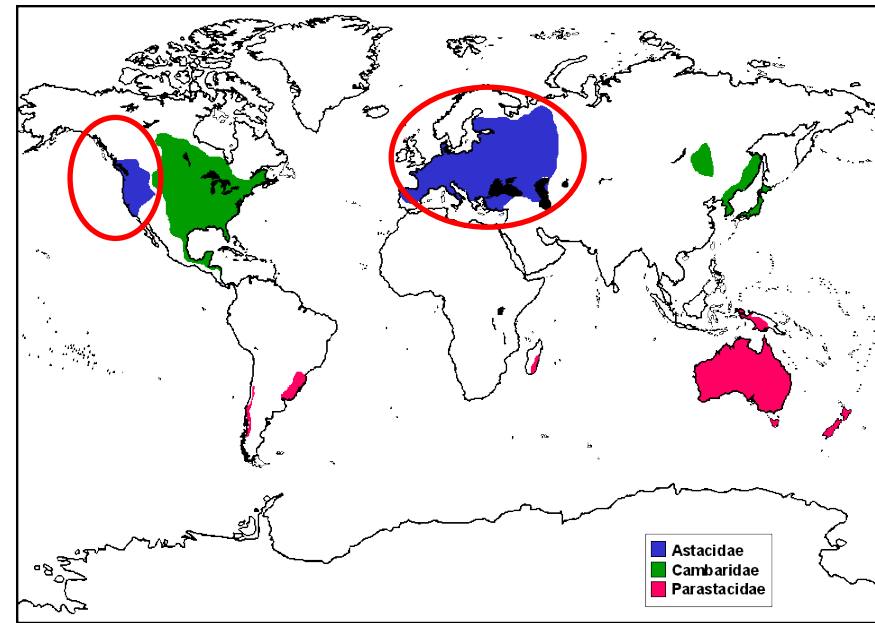
***Pontastacus*** Bott, 1950

***Austropotamobius*** Skorikov, 1907

***Pacifastacus*** Bott, 1950

rod ***Pacifastacus*** endem zapadne obale  
Sjeverne Amerike (između Pacifika i Velikog  
Stjenjaka)

4 vrste, 3 podvrste i 2 izumrle vrste



*P. leniusculus* (signalni rak)



*P. leniusculus*

*P. connectens* (Snake river crayfish)

*P. gambelii* (pilose crayfish)

*P. fortis* (Shasta crayfish) – critically endangered

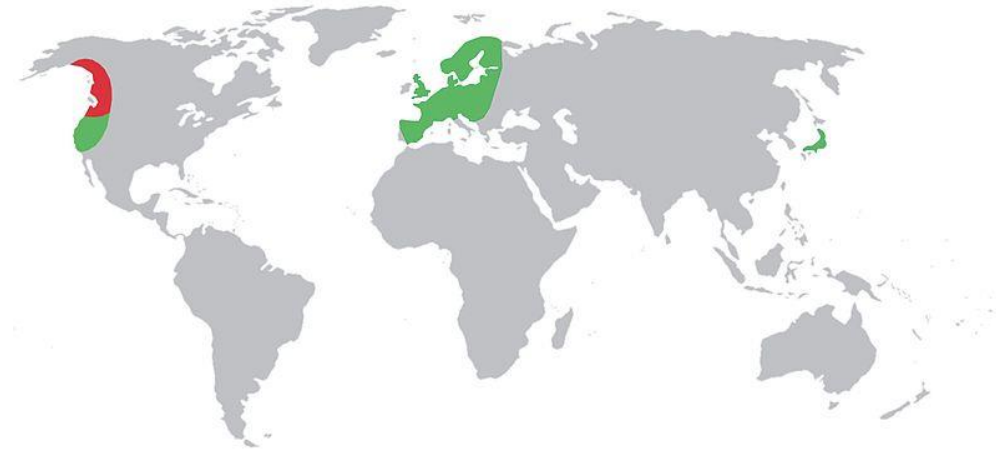


*P. fortis*

© B. Moose Peterson

## signalni rak, *P. leniusculus*

- Najraširenija vrsta
- Introdugiran na mnoga nova staništa u Sjevernoj Americi, Europi i Japanu
- Oportunistički svejed
- Veliki temperaturni raspon (do 33°C)
- Spolna zrelost 1-3 godine
- Do 500 jaja
- Živi do 16 godina
- Od malih potoka do velikih rijeka, prirodnih i umjetnih akumulacija, može živjeti i u bočatoj vodi



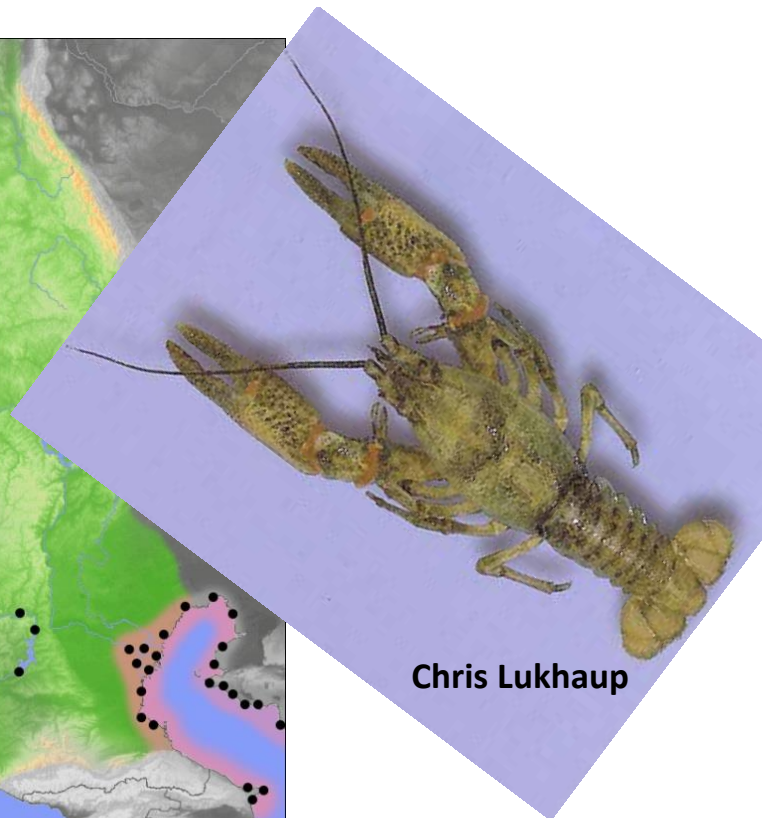
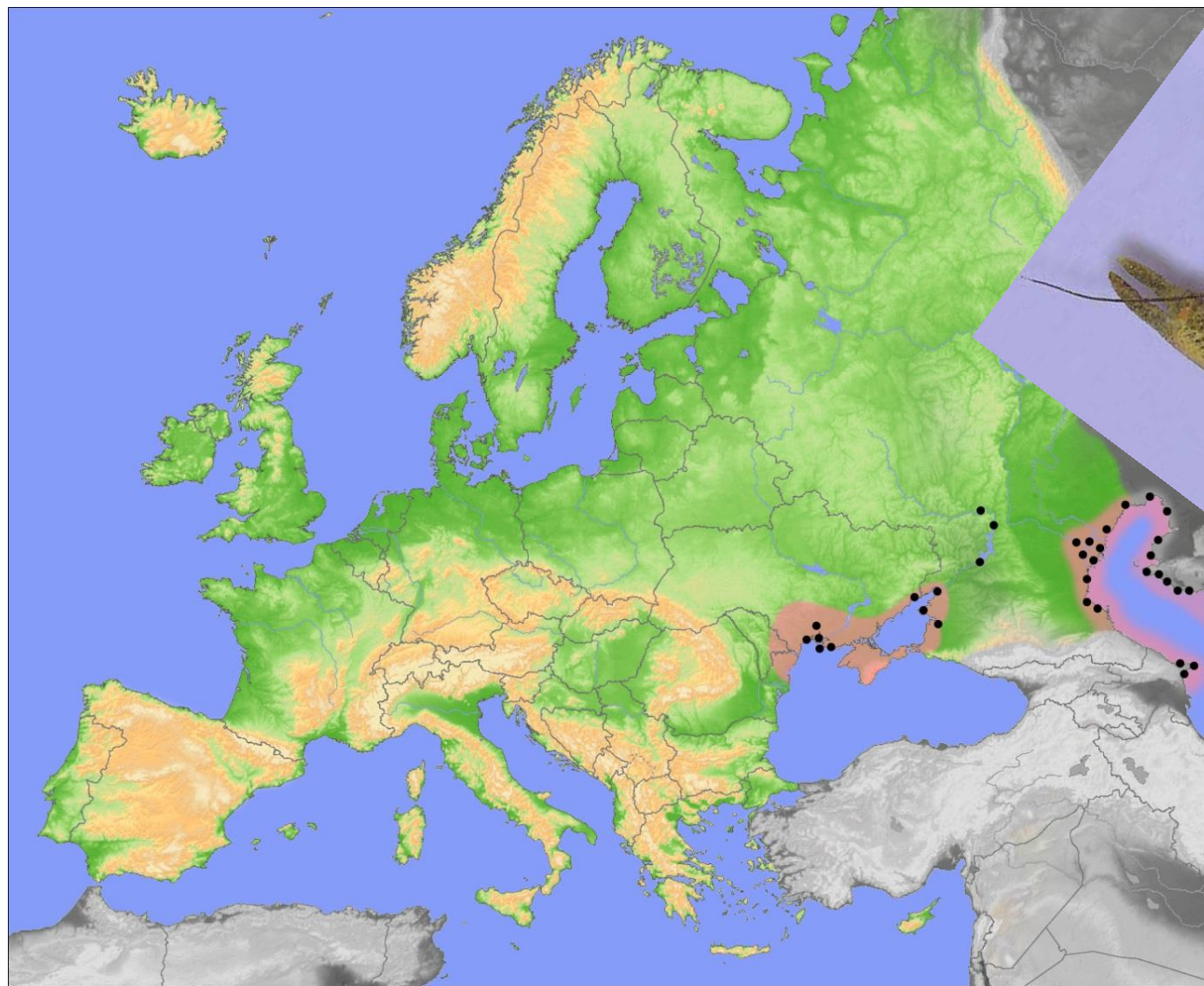
*P. leniusculus* **nativni areal**; **introdugiran**

# Riječni rakovi u Europi (porodica Astacidae)

- *Pontastacus (Astacus) pachypus* – Thick-clawed crayfish (Black and Caspian Sea)
- *Pontastacus (Astacus) leptodactylus* – uskoškari rak
- *Astacus astacus* – riječni ili plemeniti rak
- *Astacus colchicus* Kessler, 1876 (Gruzija)
- *Austropotamobius pallipes* sp kompleks – bjelonogi rak
- *Austropotamobius torrentium* – potočni rak
- *Austropotamobius bihariensis* Pârvulescu, 2019

# Riječni rakovi u Europi (porodica Astacidae)

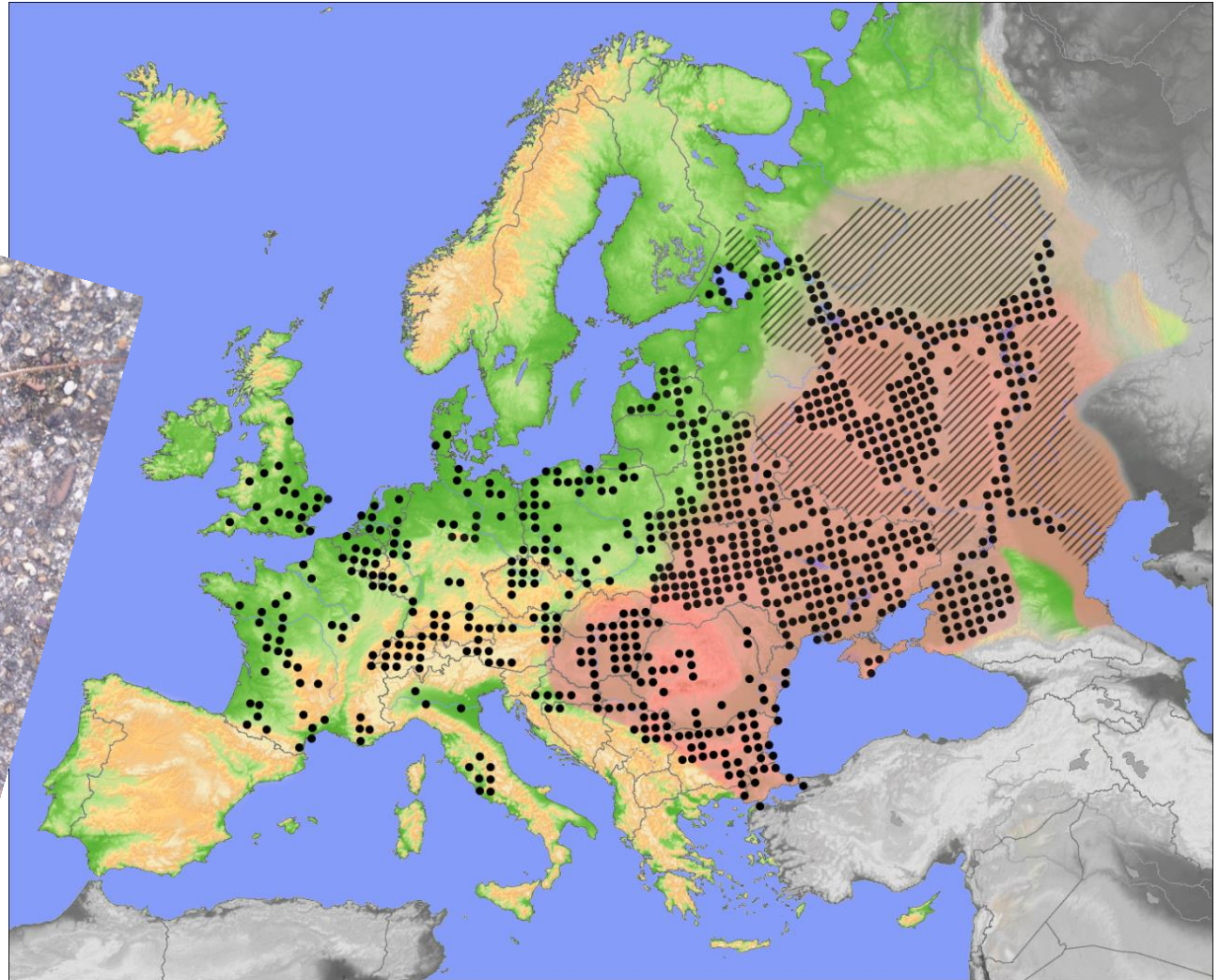
- *Pontastacus (Astacus) pachypus* – Thick-clawed crayfish (Crno more i Kaspijsko jezero)



Chris Lukhaup



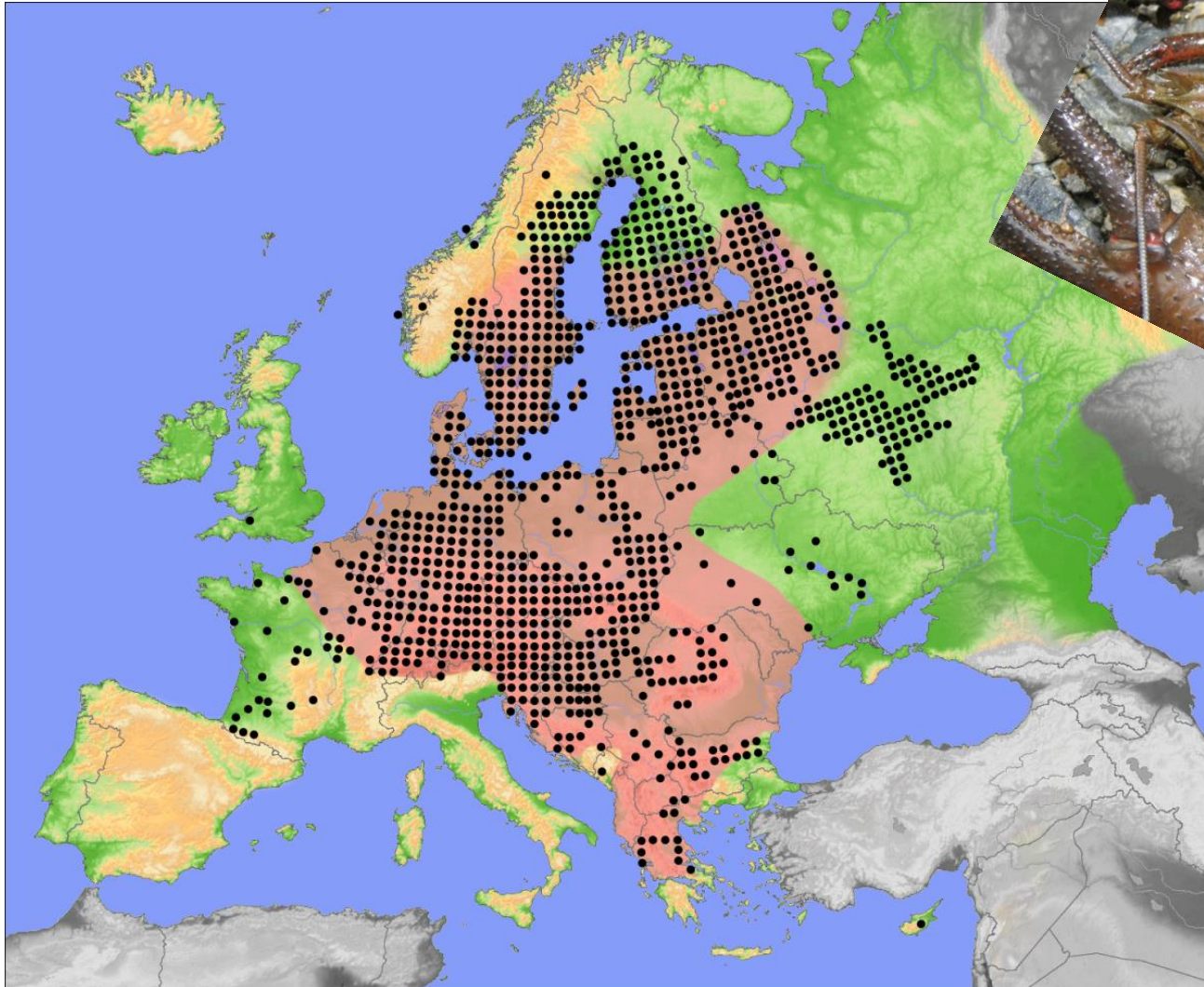
- *Pontastacus leptodactylus* – uskoškari, barski ili turski rak



(Kouba et al., 2014)

Blaha et al (2023) Phylogeographic patterns of genetic diversity in *Pontastacus leptodactylus* (Decapoda: Astacidae): Is the hypothesis of the taxonomically rich genus *Pontastacus* true? (Zoological Journal of the Linnean Society )

- *Astacus astacus* – Plemeniti ili riječni rak

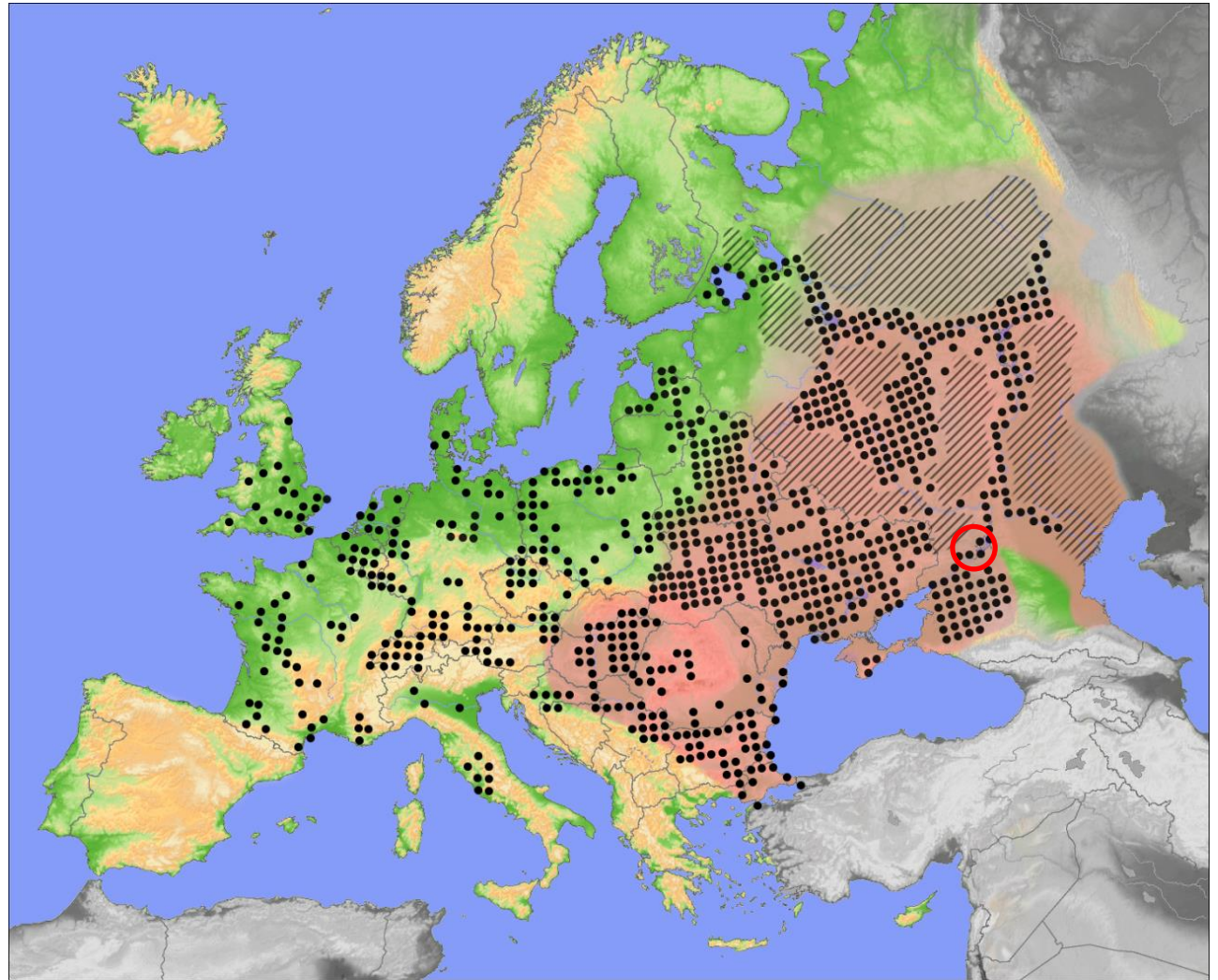


(Kouba et al., 2014)

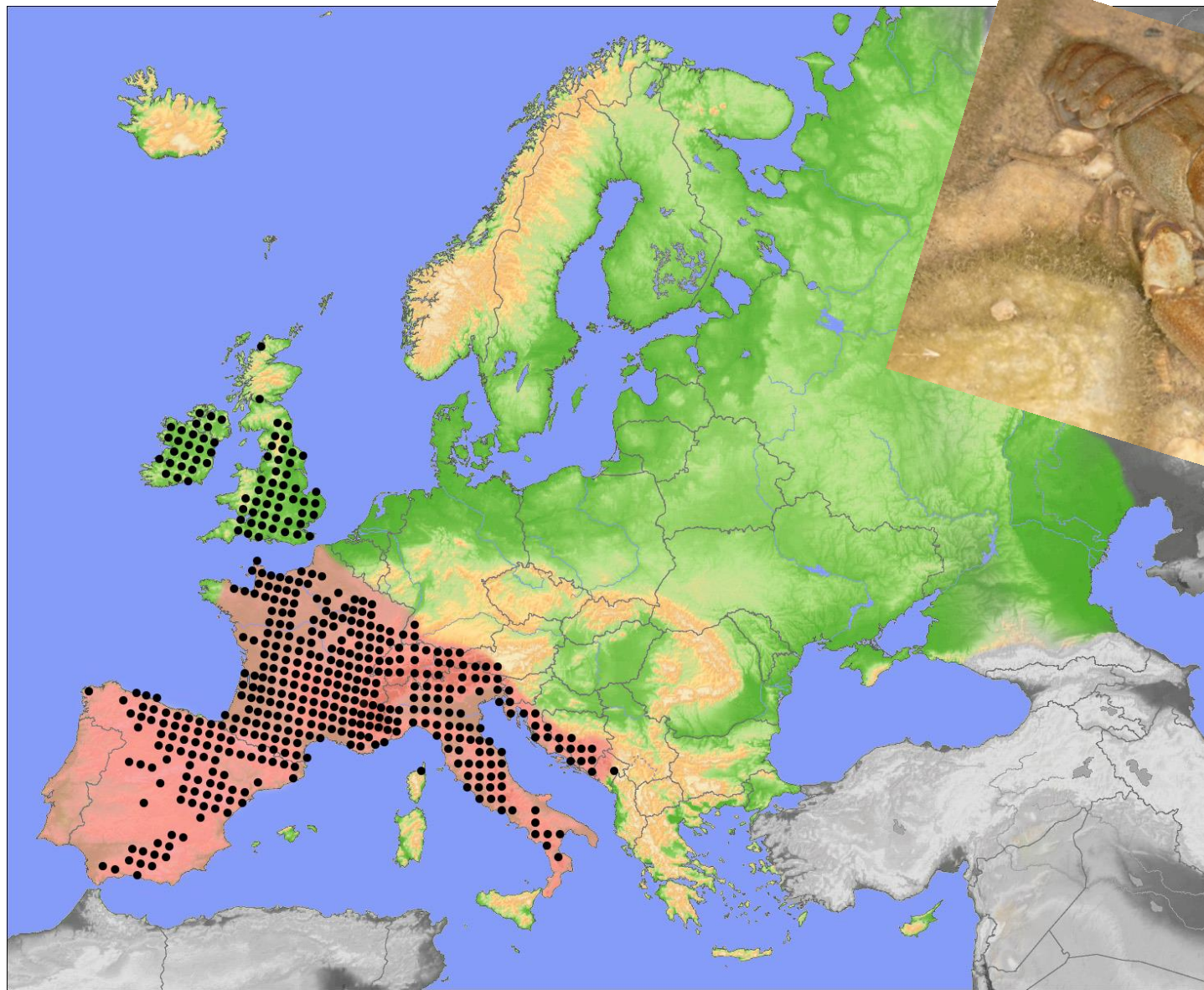
*Astacus colchicus* – Gruzija – rijeka Rioni



*Astacus colchicus*

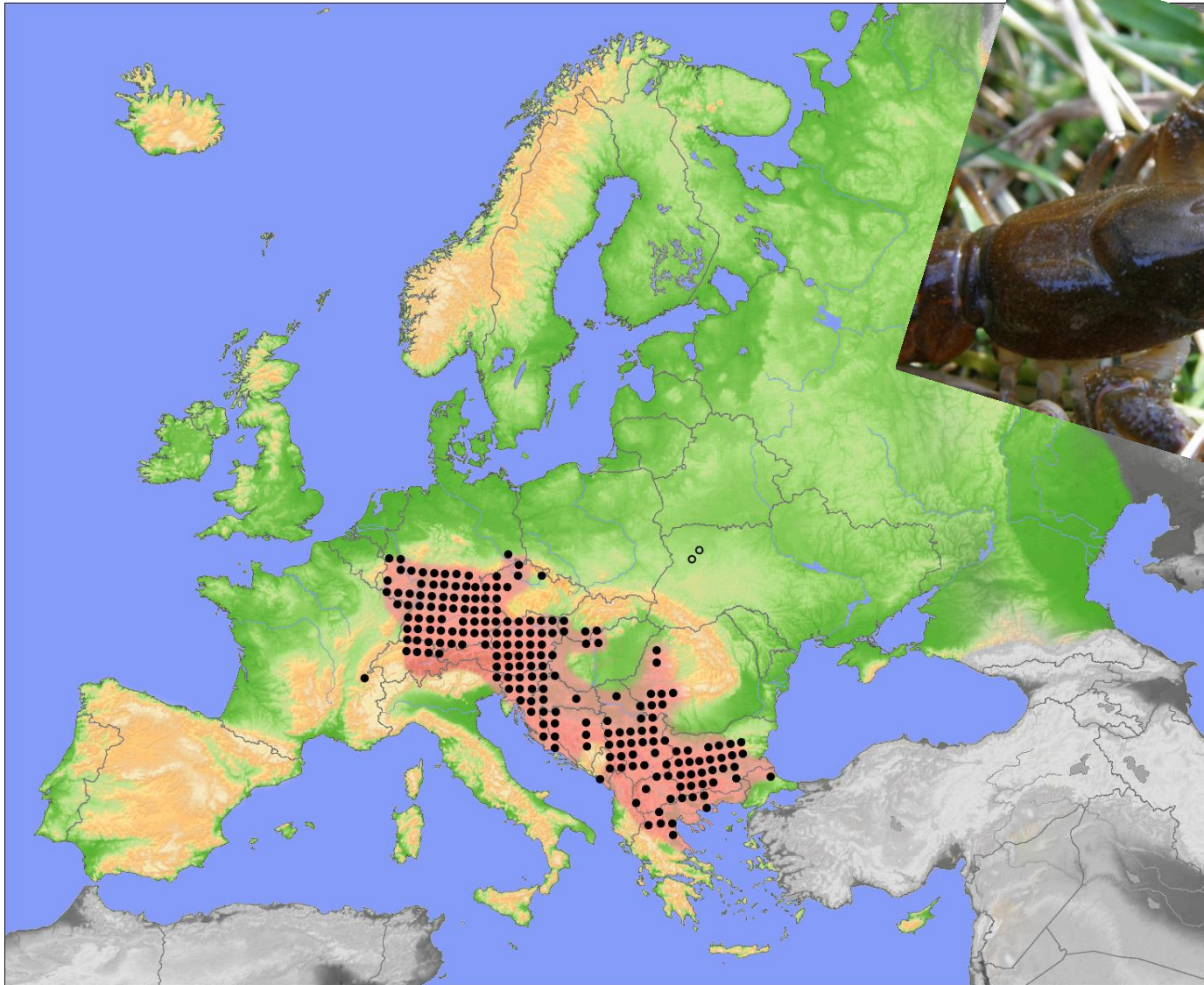


- *Austropotamobius pallipes* kompleks – bjelonogi ili primorski rak



(Kouba et al., 2014)

- *Austropotamobius torrentium* – potočni ili rak kamenjar

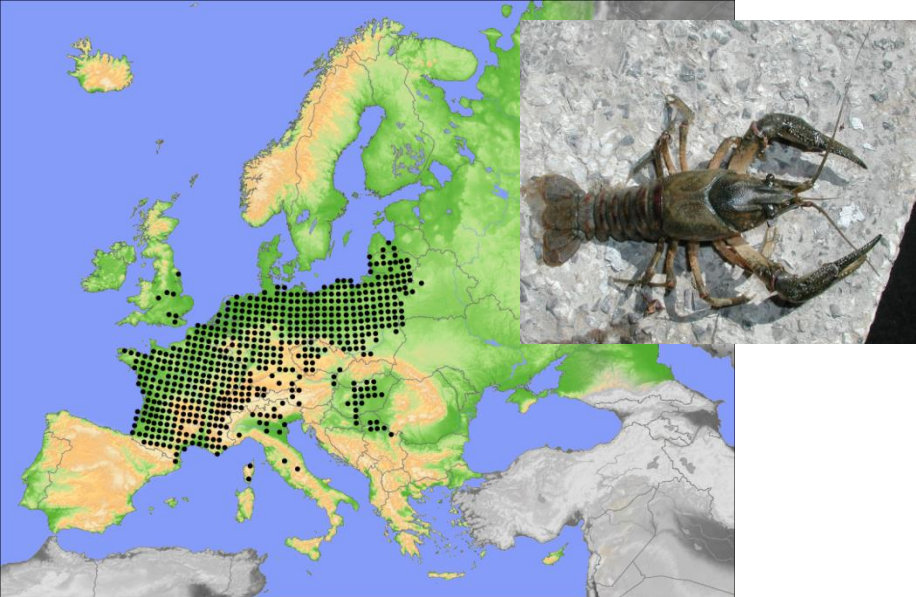


(Kouba et al., 2014)

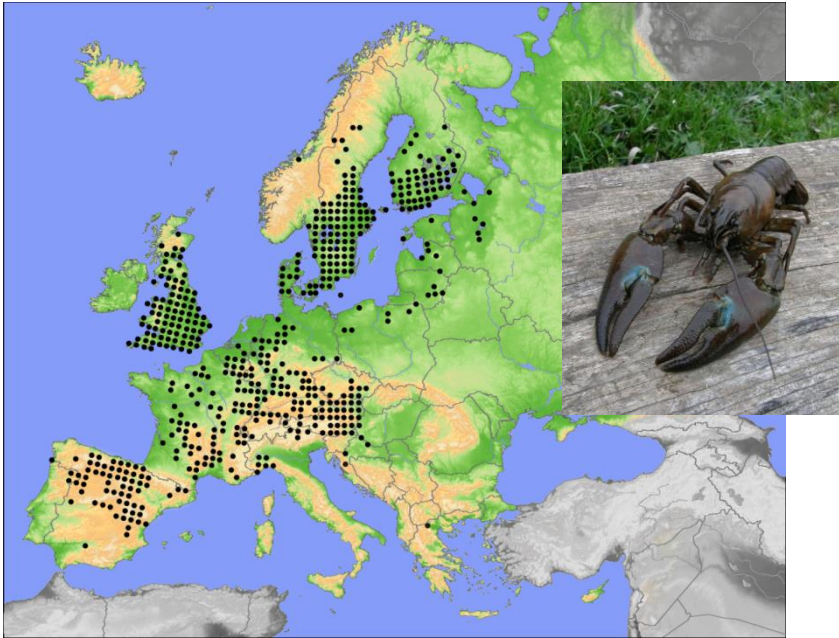
- *Austropotamobius bihariensis* Pârvulescu, 2019



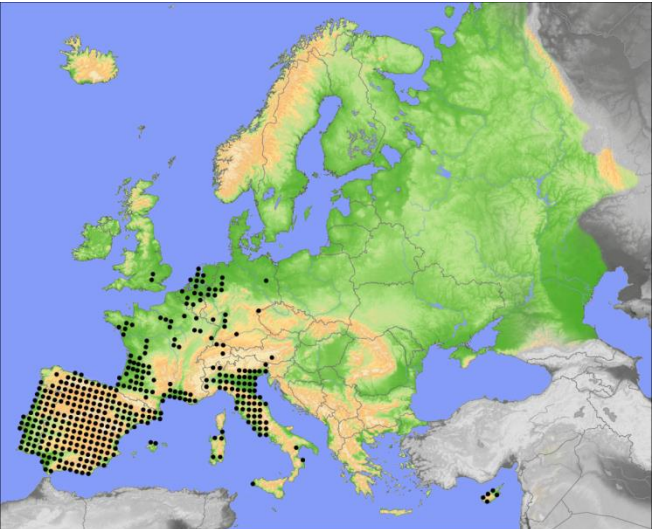
# 10-ak stranih INVAZIVNIH vrsta (Amerika i Australija)



*Faxonius limosus*  
**(bodljobradi rak)**



*Pacifastacus leniusculus*  
**(signalni rak)**



(photo C. Lukhaup)

*Procambarus clarkii* **(crveni barski rak)**

(Kouba et al., 2014)

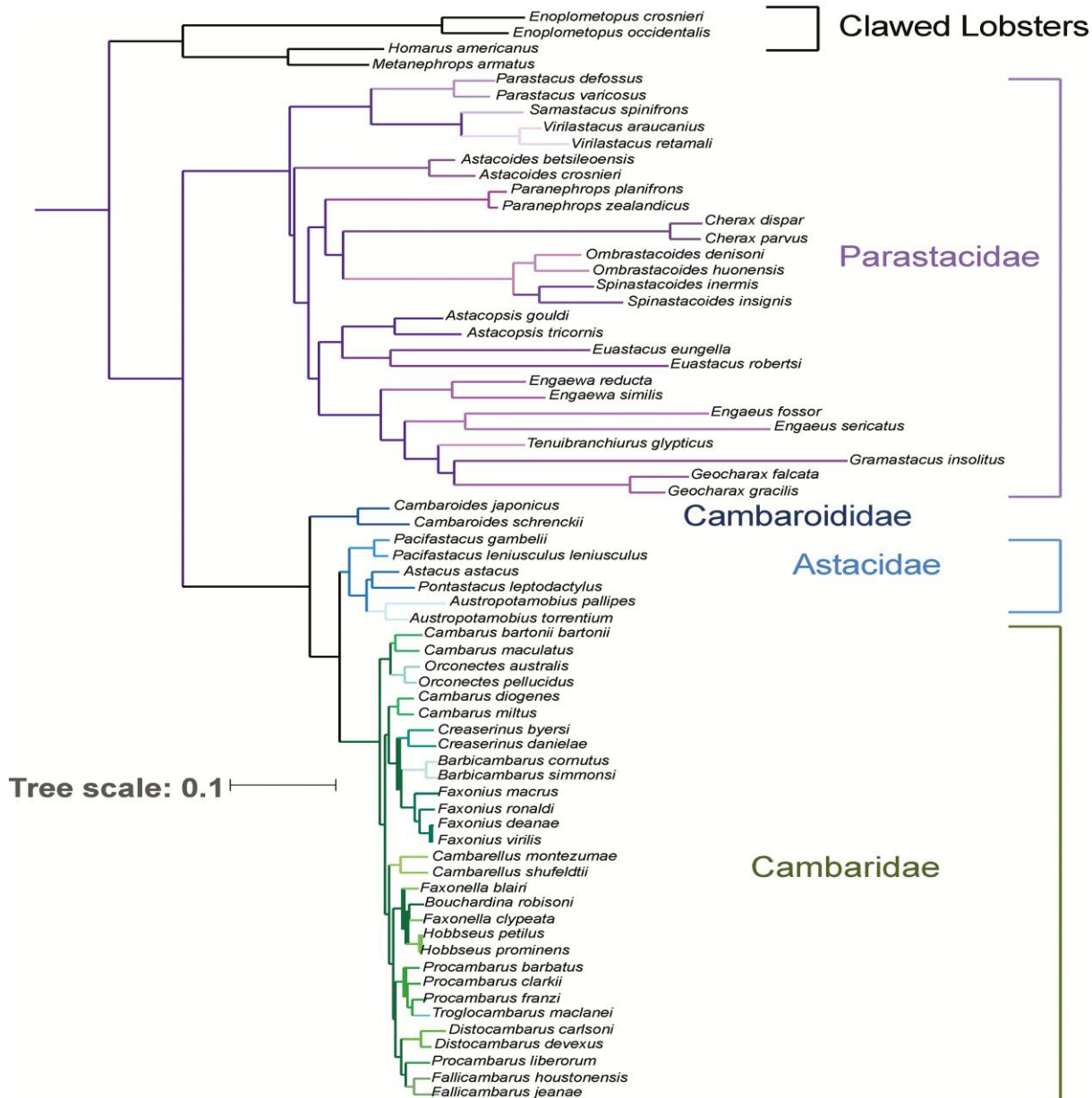
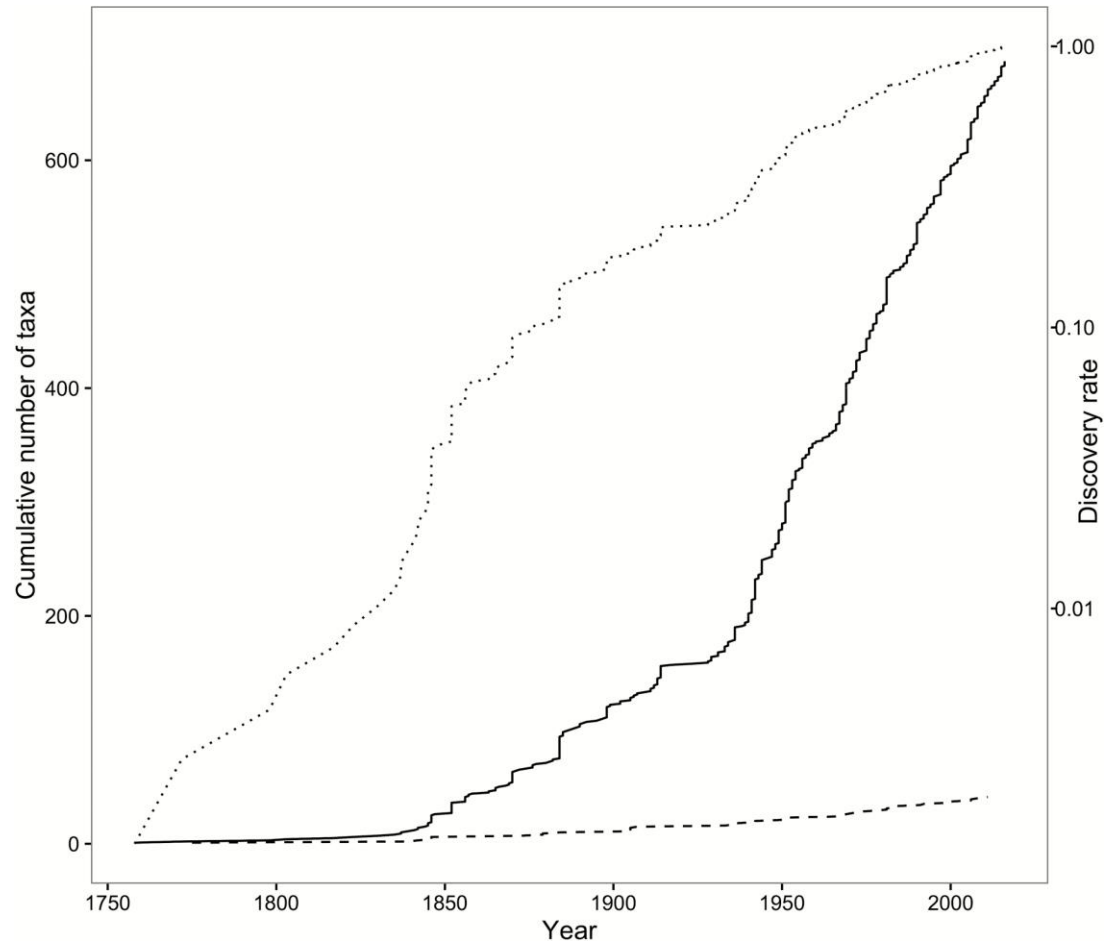


Figure 2. Filogenetski odnosi između slatkovodnih rakova (podaci iz Stern et al., 2017), s označenim porodicama (različite boje). Kao vanjska grupa korišteni su predstavnici hlapova (u crnom).



**Figure 1.** Kumulativni broj rodova (isprekidana linija) i vrsta (puna linija) po godinama. Brzina otkrivanja je prikazana točkastom linijom (u logaritamskoj skali *sensu* De Grave (2003)).



# Nativne europske vrste su ugrožene

- **antropogeni pritisak** – prorijeđene populacije, manje populacije, izolirane populacije + invazivni strani rakovi (agresivniji, fekundniji) + račja kuga – zaštićeni nacionalnim i međunarodnim zakonima (IUCN, Habitat directive, Bern convention)

Što napraviti i kako ih očuvati?

Prvi korak – dobro poznavanje biologije i ekologije