

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



Biologija i ekologija

Puno terenskih istraživanja

- Noćne životinje
- Generalno vole dobru kvalitetu vode (indikatori)
 - raznoliko stanište (strukturirano dno, obalna vegetacija)



- Aktivni cijelu godinu (manje zimi)
- Razmnožavanje – jesen – ženke nose jaja do idućeg proljeća / ljeta – juvenilni
- Rastu periodično kroz presvlačenja

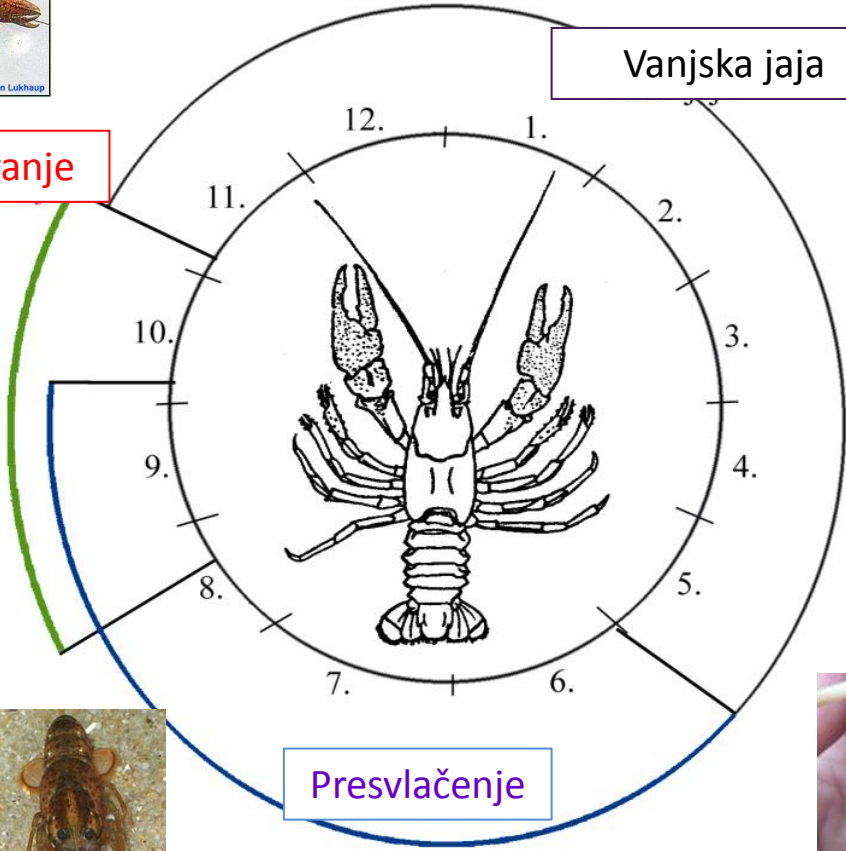


Vanjska jaja

Razmnožavanje



cementne
žlijezde
+
jaja u
jajnicima



Presvlačenje



Jednom u davna vremena....

3 vrste – osim nekoliko znanstvenika nitko ih posebno ne razlikuje i jednim ih imenom nazivaju riječni rakovi



**Plemeniti ili riječni rak –
*Astacus astacus***



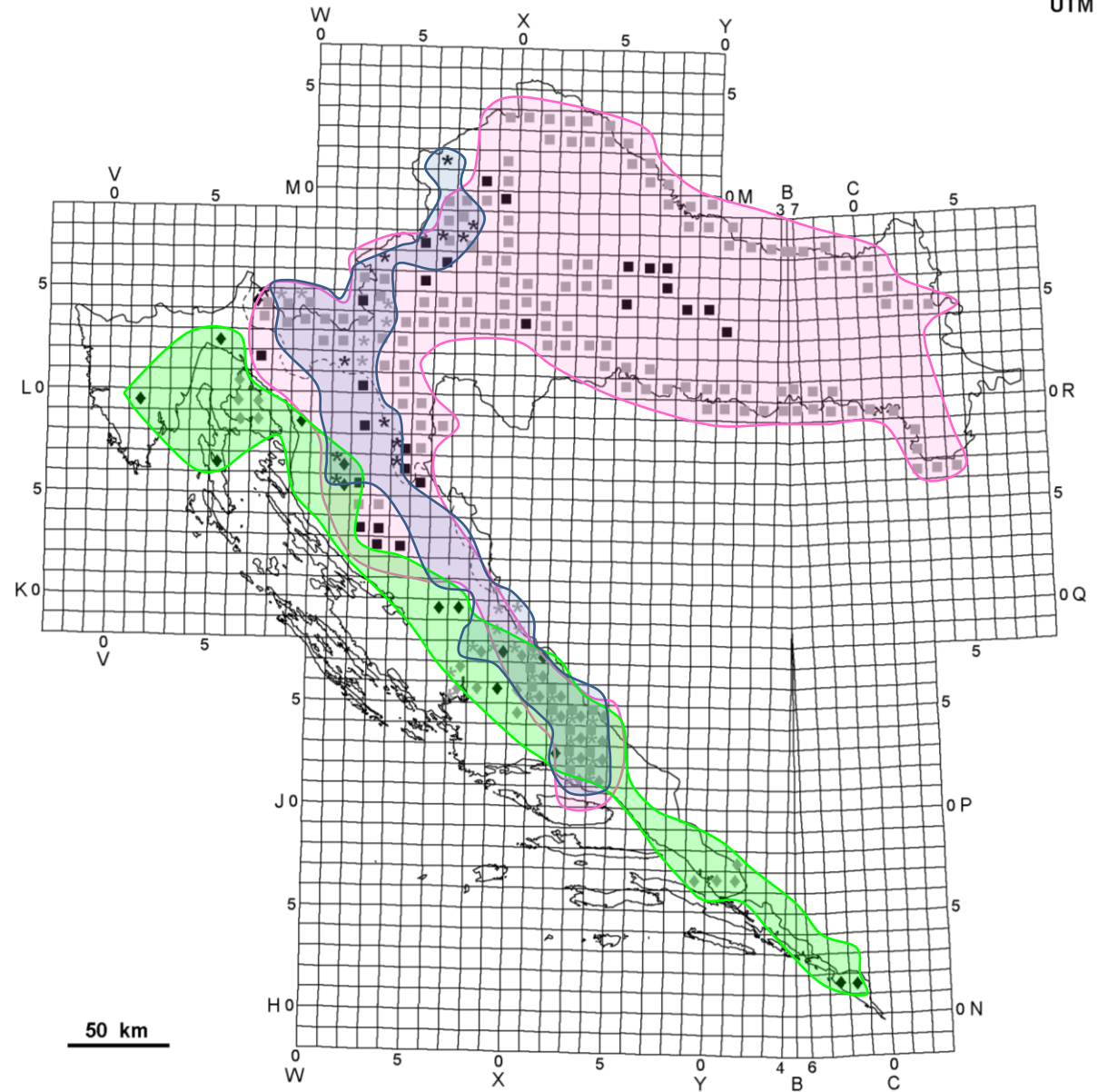
**Bjelonogi ili primorski rak –
*Austropotamobius pallipes***



**Potočni ili rak kamenjar –
*Austropotamobius torrentium***

Istraživanja u prošlosti

- taksonomska istraživanja porodice Astacidae (Entz, 1914; S. Karaman, 1929; M. Karaman, 1961, 1962, 1963; Albrecht, 1982),
- tijekom istraživanja pojedinih regija u Hrvatskoj (Grube, 1861; Sket, 1988; Delić, 1993; Gottstein, 1998; Gottstein & Kerovec, 1998; Gottstein et al., 1999; Maguire et al., 2002),
- općenitih istraživanja rakova (Šoštarić, 1888; Car, 1901; Sekulić et al., 1989; Brusina, 1995)
- Često neprecizna, korišteni krivi nazivi vrsta ili sinonimi (isti sinonim za 2 vrste!)

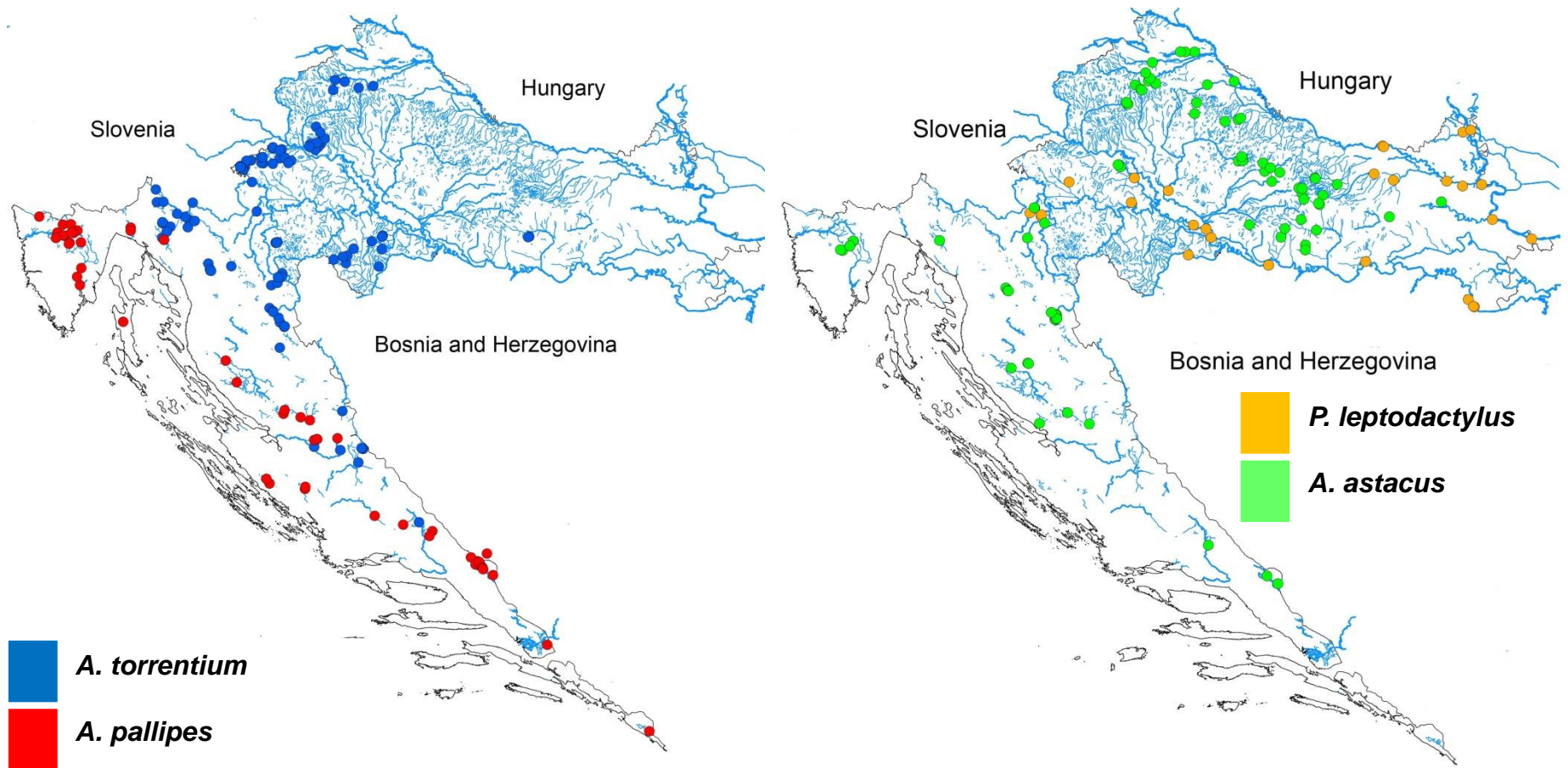


(Maguire & Gottstein-Matočec, 2004)

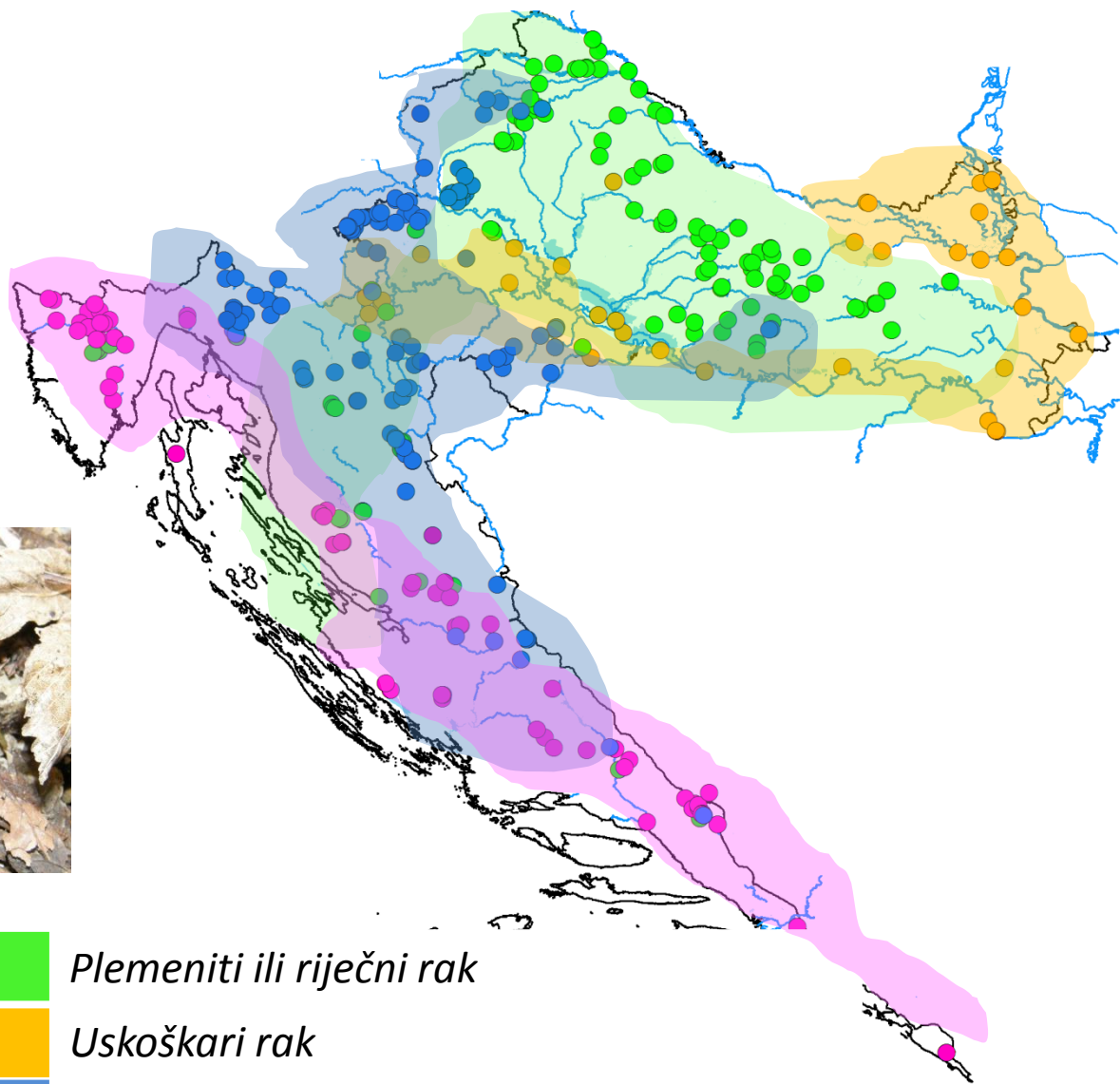
Krajem 90-ih prošlog stoljeća započeli s kontinuiranim istraživanjima rakova porodice Astacidae....od distribucije, preko biologije i ekologije do molekularne filogenije i filogeografije i modeliranja





Istraživanje rasprostranjenosti

- 1998 – 2014 – intenzivno unutar projekata Natura 2000 i NIP
- > 600 sites studied
- Potvrđena prisutnost 3 vrste
 - 1. put utvrđen *P. leptodactylus*

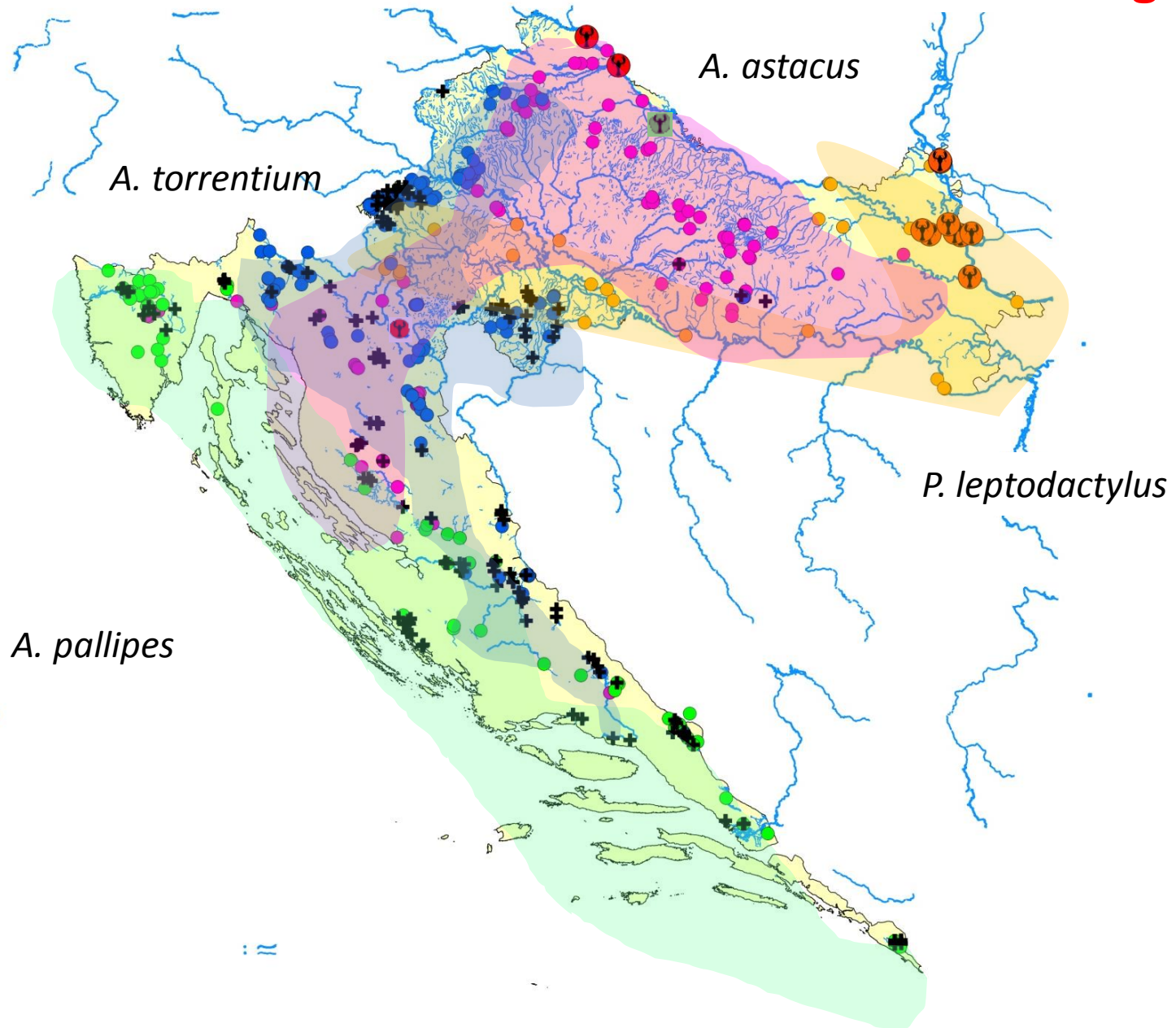


Hrvatska – 4 native vrste



-  *Plemeniti ili riječni rak*
-  *Uskoškari rak*
-  *Potočni rak*
-  *Bjelonogi rak*

> 200 negativnih



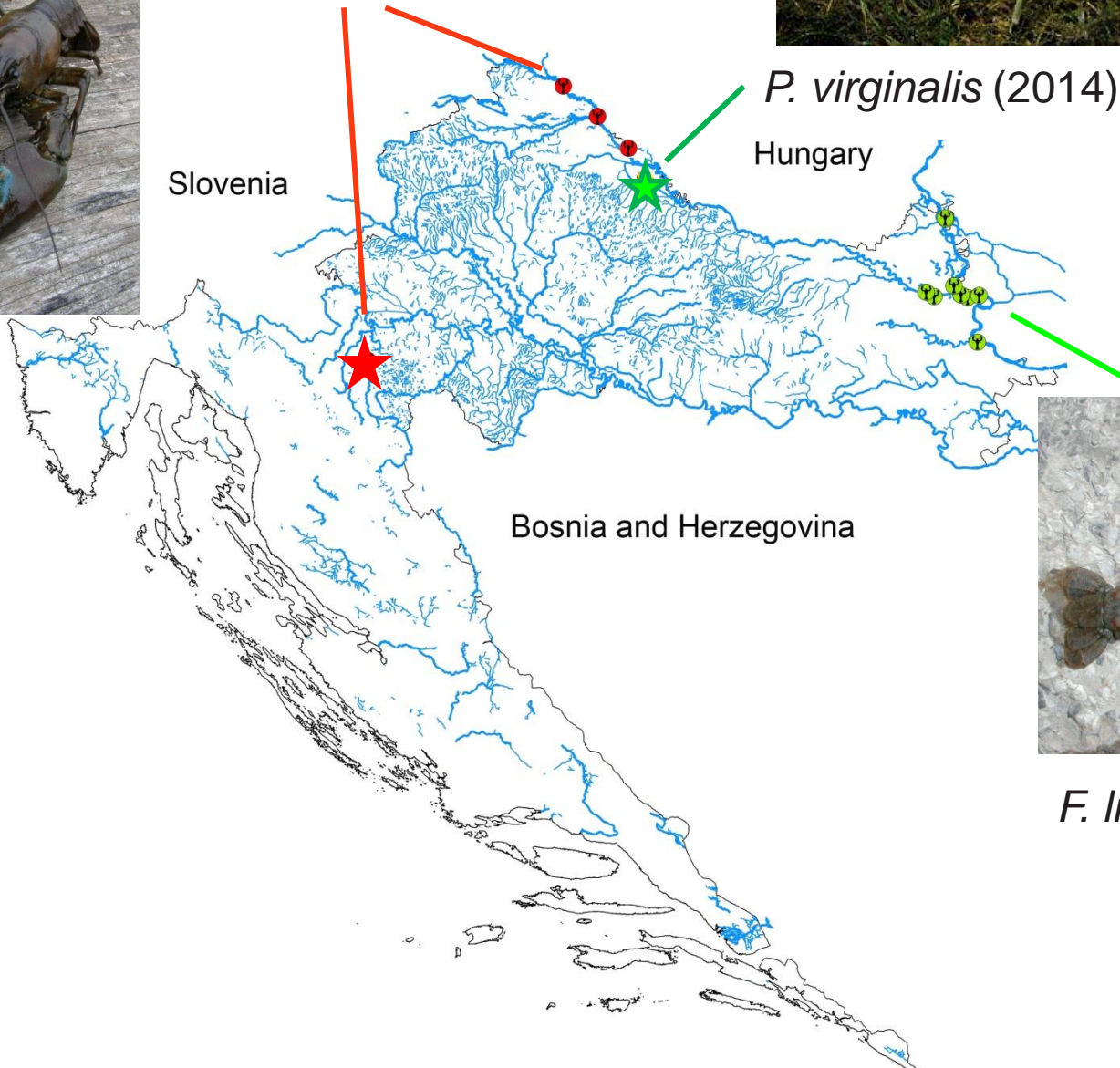
Hrvatska - 3 strane invazivne vrste



P. leniusculus (2008; 2012)



P. virginalis (2014)



F. limosus (2003)

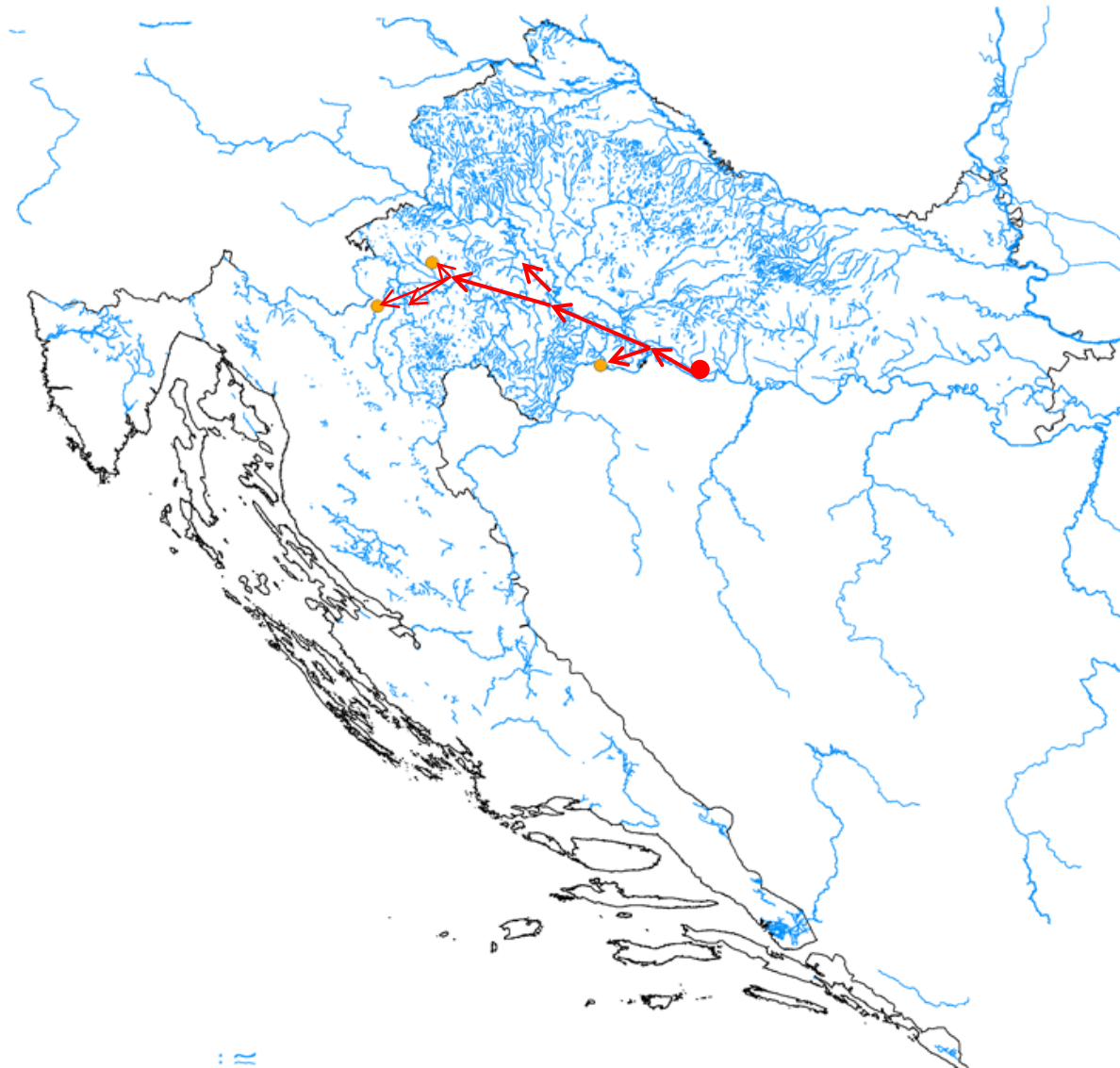
Što smo mogli zaključiti u ovom kratkom periodu?

- stariji i noviji podaci o prisutnosti/odsutnosti rakova

	% izgubljenih populacija
<i>A. astacus</i>	36
!! <i>A. pallipes</i>	69
<i>A. torrentium</i>	29

RAZLOZI

- *P. leptodactylus* se širi na zapad kroz Savu – ušao je u Kupu (i pritoke) i Unu i u neke lijeve pritoke Save (potiskuje *A. astacus* i *A. torrentium*)



(Maguire et al., 2006)

- šire se invazivci (potiskuju/istiskuju *A. astacus* i *P. leptodactylus*)



Cherax quadricarinatus ?



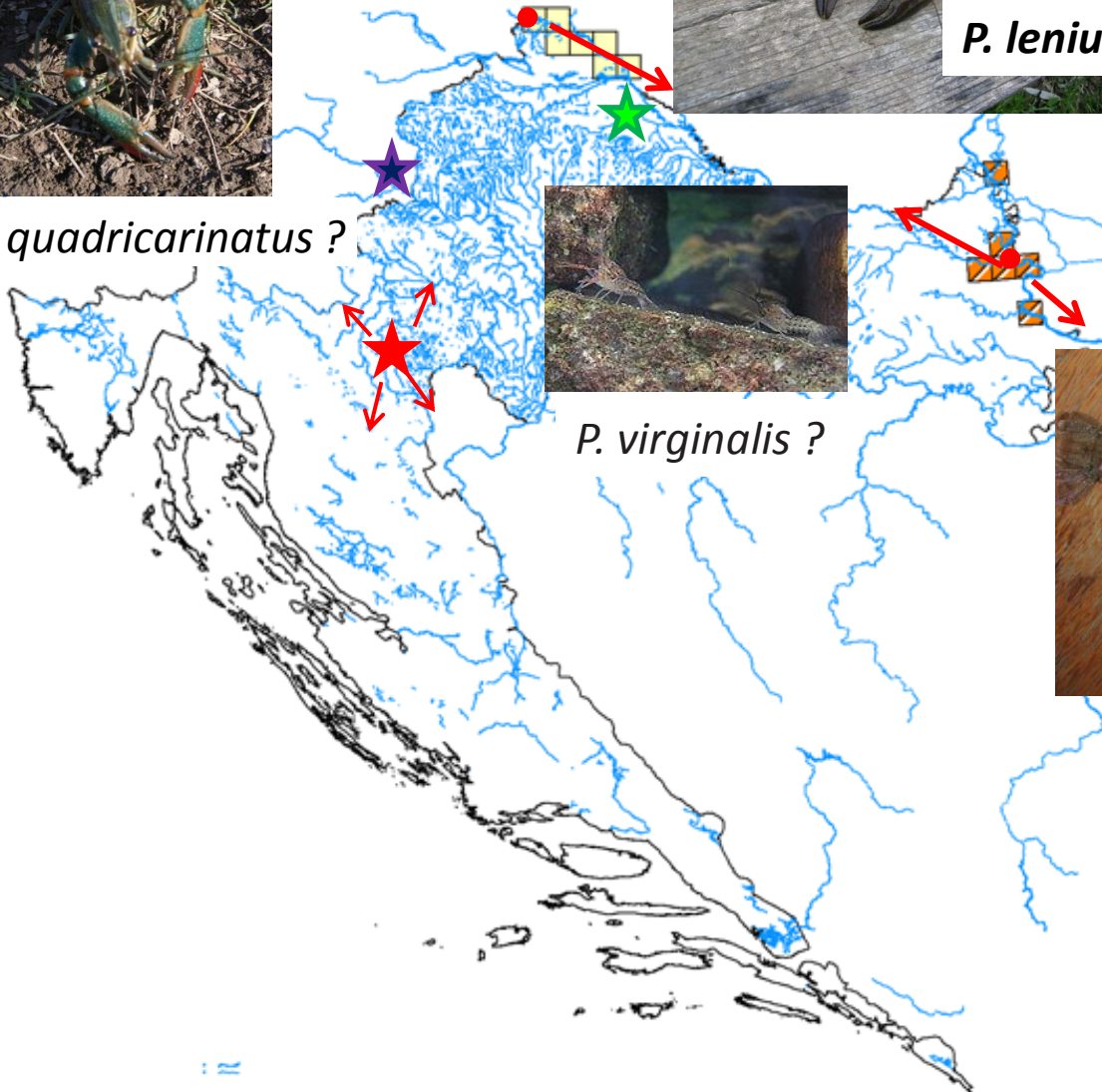
P. leniusculus – 24.4 km/year



P. virginalis ?

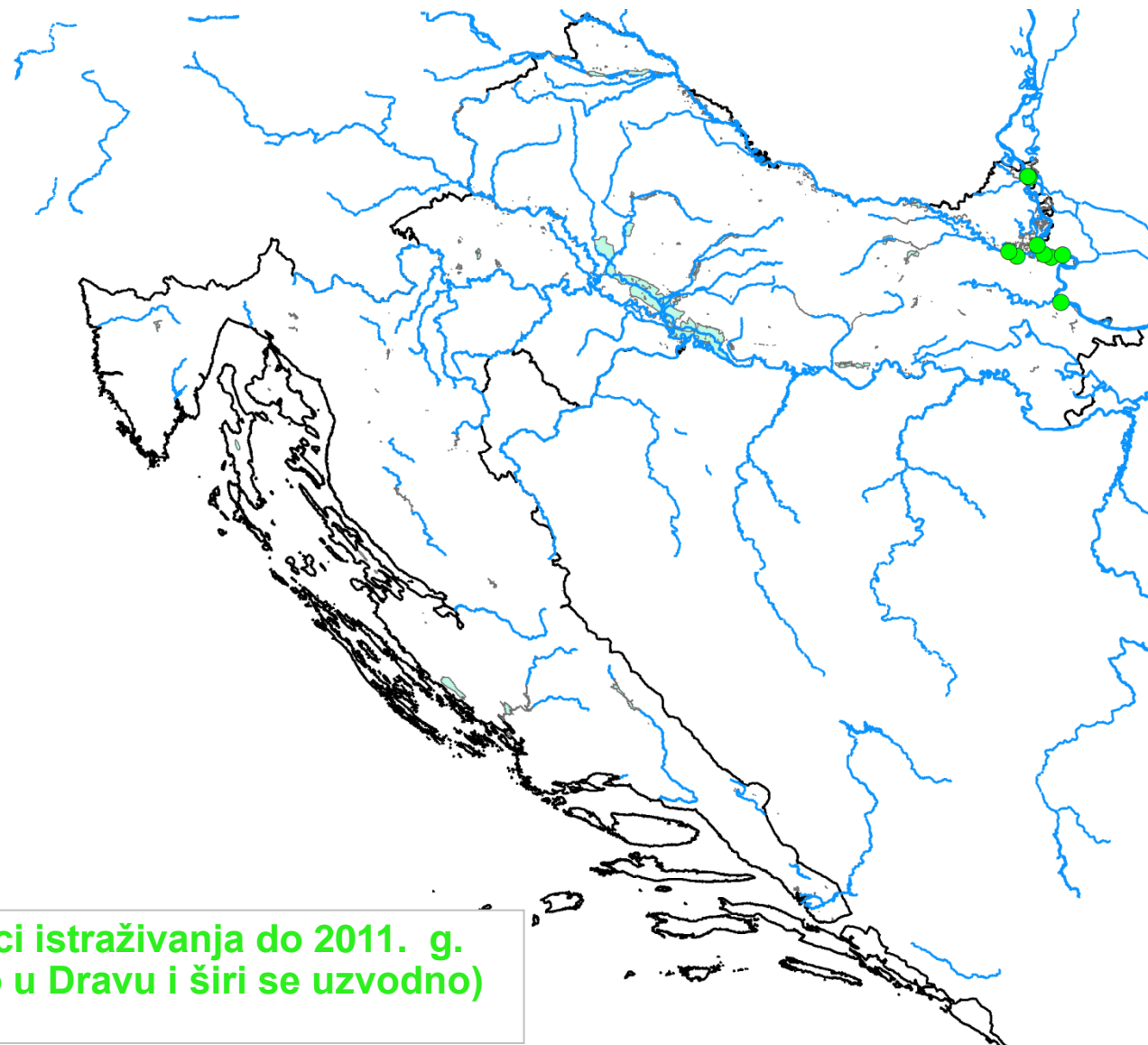


F. limosus – 2.5 km/year

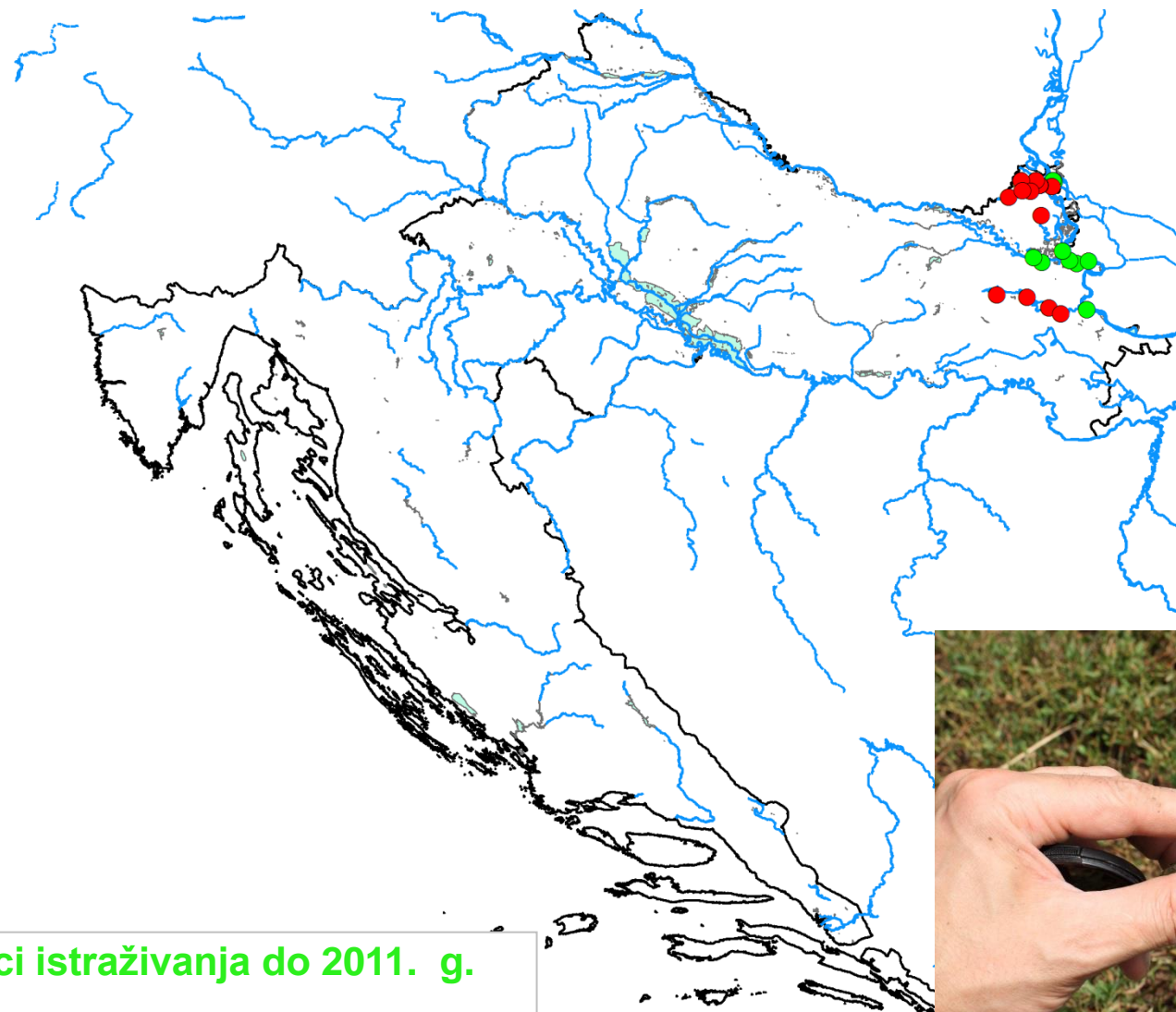


Rasprostranjenost vrste *F. limosus* u Hrvatskoj





podaci istraživanja do 2011. g.
(ušao u Dravu i širi se uzvodno)



podaci istraživanja do 2011. g.

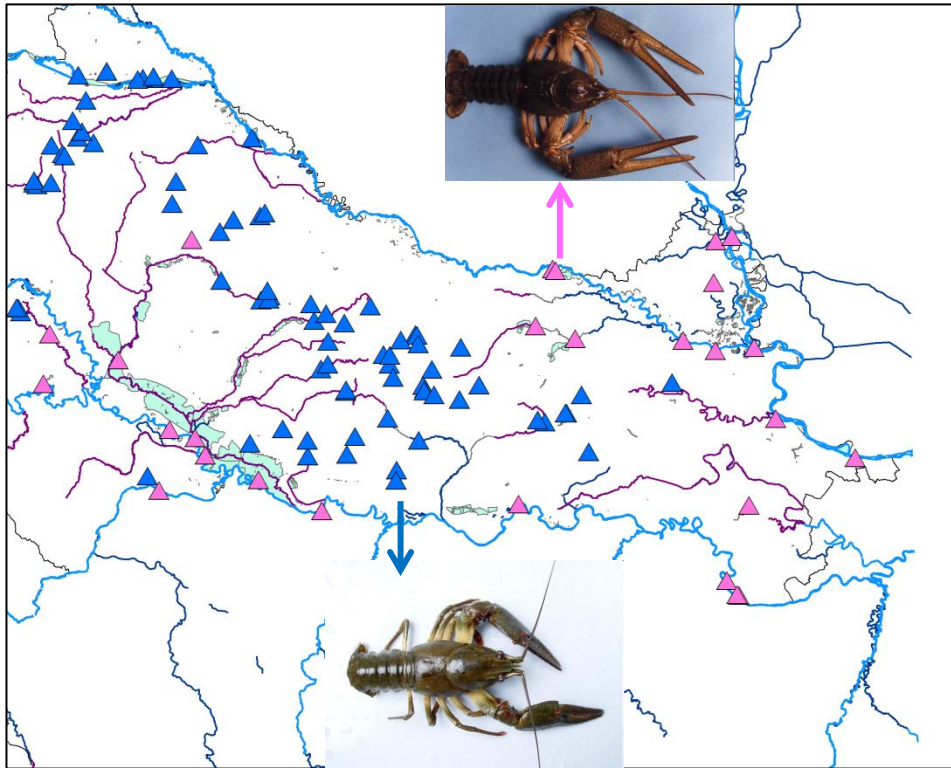
podaci istraživanja 2016. g.



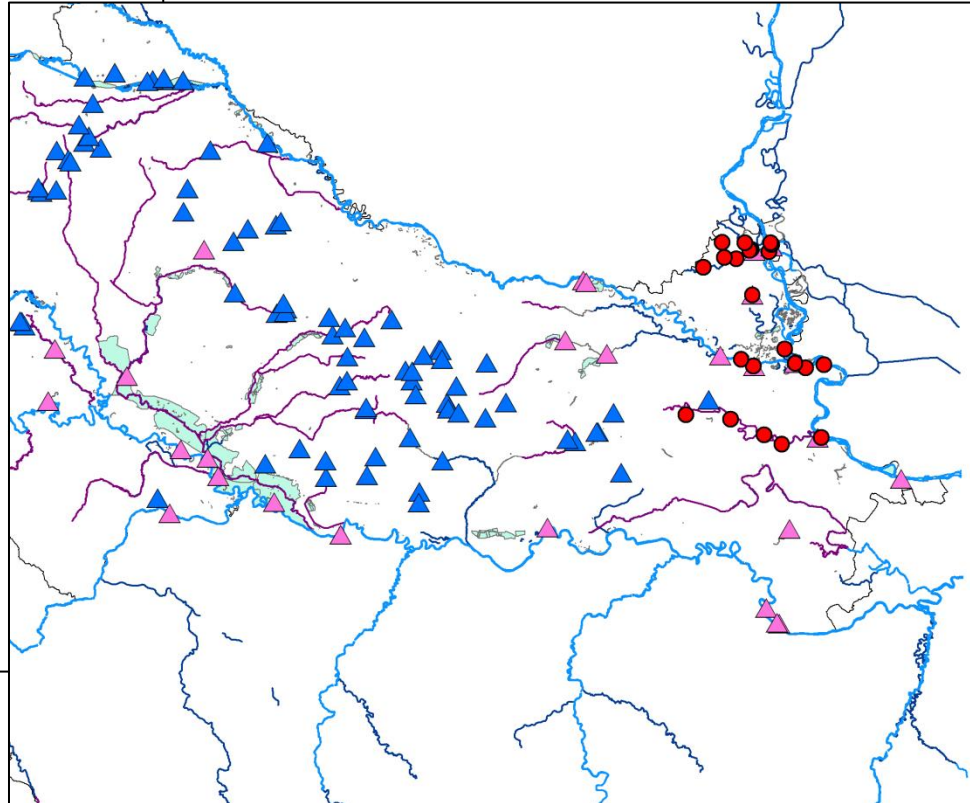
F. limosus

u Hrvatskoj *F. limosus* potiskuje autohtone vrste *Astacus astacus* i *Astacus (Pontastacus) leptodactylus*

A. leptodactylus - uskoškari rak



A. astacus - riječni rak



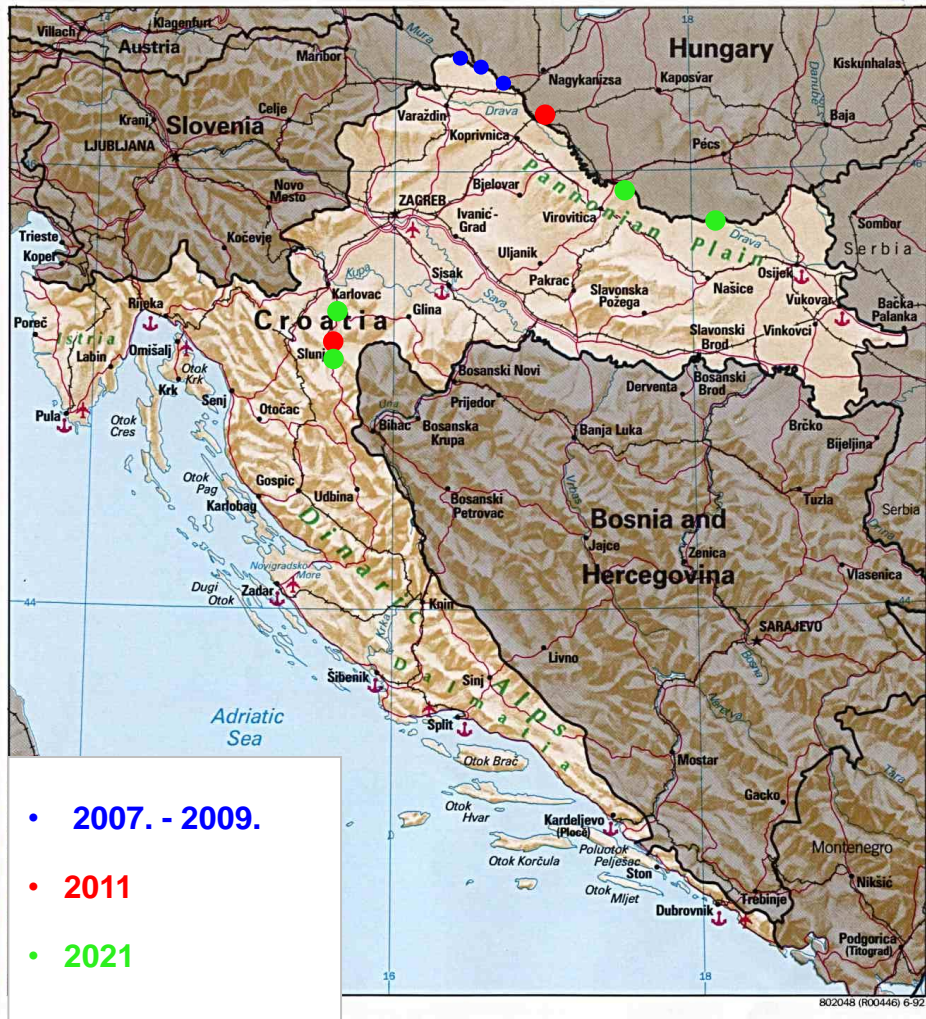
Rasprostranjenost vrste *P. leniusculus* u Hrvatskoj

1. nalaz





Istraživanja do 2016

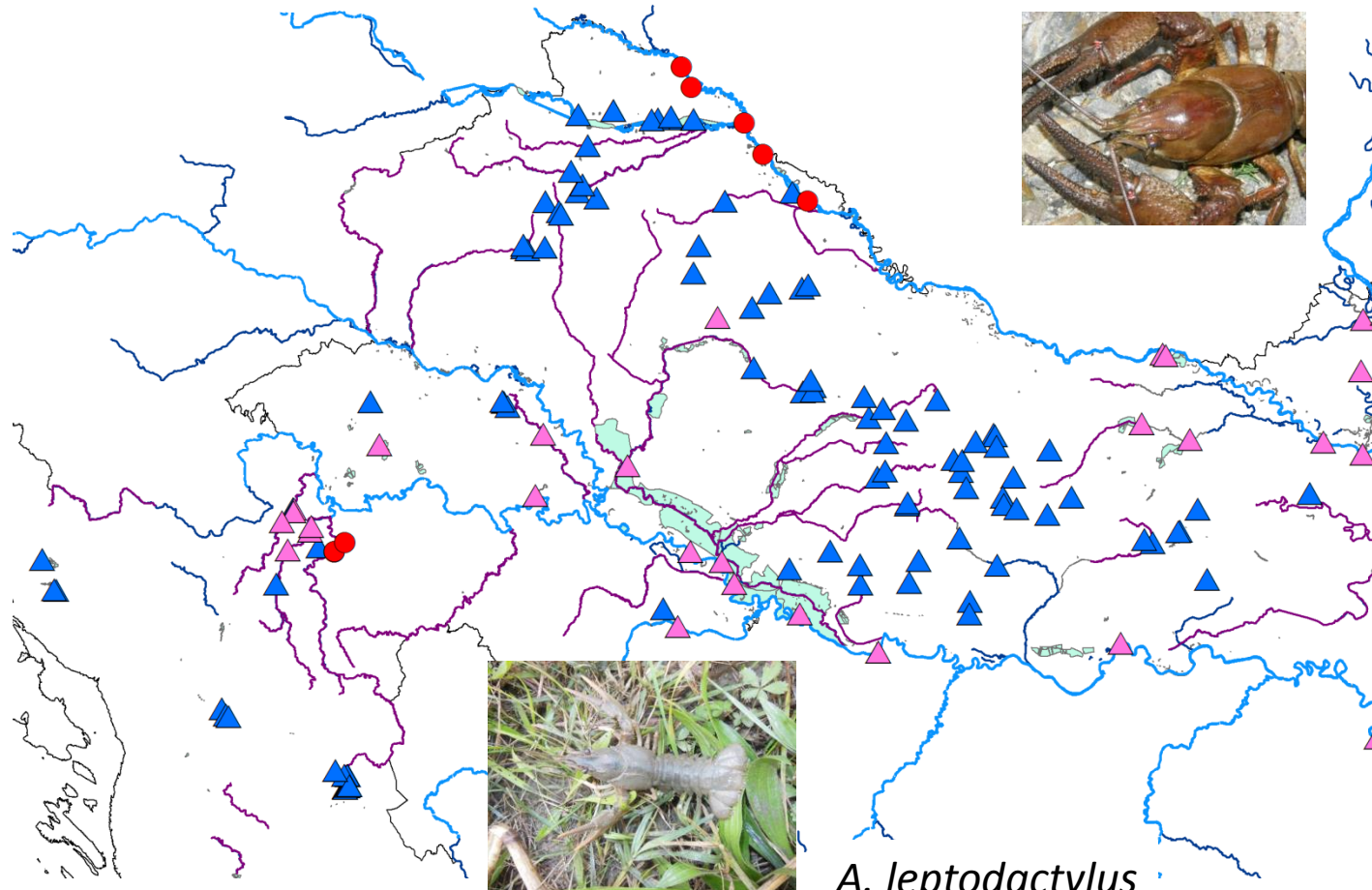


- 2007. - 2009.
- 2011
- 2021

P. leniusculus

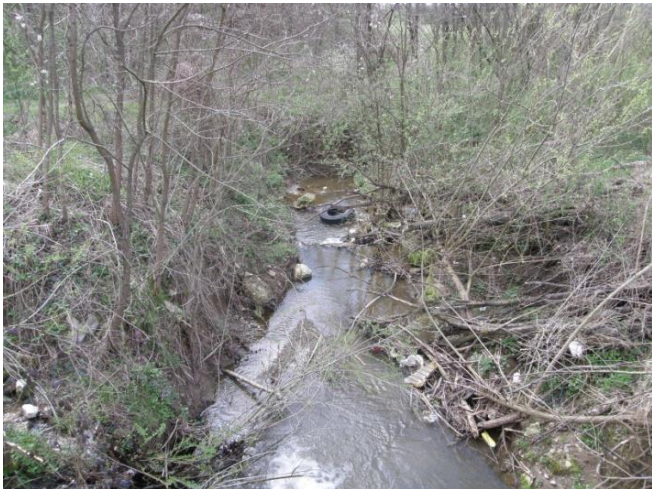
- u rijekama Muri i Dravi *P. leniusculus* nizvodno potiskuje autohtonu vrstu *Astacus astacus*
- u Korani potiskuje vrstu *A. leptodactylus*

A. astacus



A. leptodactylus

- Negativni antropogeni utjecaj na staništa (fragmentacija, obalo utvrde, uklanjanje obalne vegetacije, obradive površine – kemikalije)



- Ekstremni klimatski događaji (dugotrajne suše)



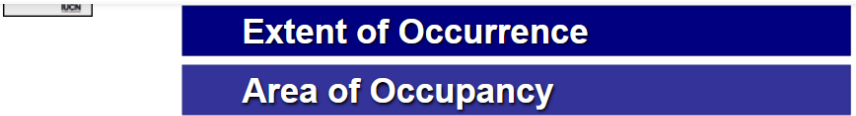
...velike štete populacijama posebno na jugu Hrvatske

Crvena lista rakova Hrvatske prema IUCN kriterijima

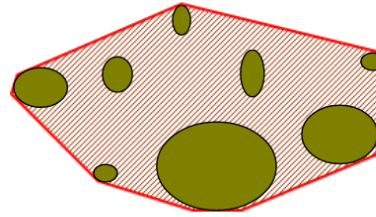
vrsta:	<i>Astacus astacus</i>	<i>Austropotamobius pallipes</i>	<i>Austropotamobius torrentium</i>
globalno	VU (A2ad)	EN (A2ce)	Data Deficient
nacionalno:	VU	EN	VU
Kriterij A:	A2acde	A2acde	A2ace

A. Populacija se smanjuje (u prošlosti, u sadašnjosti ili projekcija)
a- izravnog opažanja; **b-** indeksa učestalosti; **c-** pada u AOO, EOO i/ili kvalitete staništa; **d-** stvarnih ili potencijalnih razina iskorištavanja; **e-** učinaka introduciranih svojti, hibridizacije, patogena, zagađivača, kompetitora ili parazita)

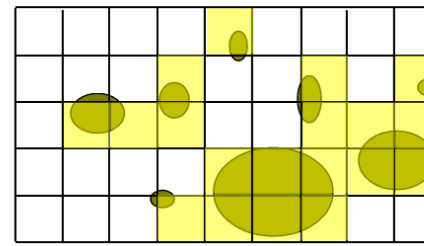
(AOO - area of occupancy, EOO - extent of occurrence)



Extent of Occurrence is the area contained within the shortest continuous imaginary boundary which can be drawn to encompass all known, inferred, or projected sites presently occupied by the taxon.



Area of Occupancy is the area within the extent of occurrence which is actually occupied by the taxon (measured by **overlaying a grid and counting number of occupied cells**).



- Rezultati dosadašnjih istraživanja – osnova za kvalitetnu zaštitu i upravljanje
- jedan pristup - SENZIBILIZACIJA JAVNOSTI

<https://www.youtube.com/watch?v=n1bgMxcGI6w>



rak kamenjar, potočni rak
Austropotamobius torrentium

Dužina im je maksimalno do 15 cm pa su najmanja vrsta porodice Astacidae.

Rostrum je kratak i ima oblik jednakostraničnog trokuta. Rostralna rebra su niska, glatka i obično se jako šire prema unazad. Oblik rostruma je promjenjiv. U odnosu na druge vrste rostrum ima manje rostralne imove. Prostor između rostralnih rebra je

bodljobradi ili prugasti rak
Orconectes limosus

pruge na zastku

Dužina do 10 cm (totalne dužine), a ponekad su i duži.

Rostrum Strane rostruma su paralelne, apeka je dobro izražen.

Tijelo mnoštvo imova sa strane karapaksa (i gore i iza ostrog braza). Svjetlosmede su, dobro vidljivim tamnosmug prugama preko zalka. Glav. imovci i okružiti (često) očima

Ugrožene autohtone vrste slatkovodnih rakova

150 POUZETI?
Svako može doprinijeti sprežavanju štetnih INVAZIVNIH STRANIH VESTA (SV) u vodotocima Drenje, Durnava i Muru
5 KURAKA SPREŽAVANJA SREĆNA SV!

INVAZIVNE STRANE VESTE (SV)

IMA KA

Maguire, I.

Slatkovodni rakovi

PRIRUČNIK
za inventarizaciju
i praćenje stanja

Zagreb, 2010.

Skolski sat - Rakovi

REPUBLIKA HRVATSKA
petrak - žaja 2007 / zvrinški
2,80

- optimistični znakovi – mnogi kontakti, samoinicijativne akcije, pojačane dojave inspekcija, carine



Konavle, 2009.



Krijumčarenje iz B & H

ljetu 2011, carinska kontrola Cro – B & H



...još uvijek nedostatno

Gastronomska tradicija od 1965

Obiteljski hotel Sv. Mihovil – Trilj

Restoran Čaporice 1965

U prizemlju hotela samješten je a la carte restoran Čaporice 1965 sa prekrasnom terasom iznad rijeke, kao i pripadajući caffè bar.

Također u suterenu hotela nalazi se sala Cetina za grupe sa velikom terasom tik uz rijeku.

Neprestance od 1965. do danas čuveni restoran « Čaporice» mjesto je užitka zaljubljenicima u autohtone cetinske specijalitete ; žabe , rakovi , cetinska pastrva , arambašiči i koštradina, lešo janjetina uz dalmatinsku «šalšu» neke su od nadaleko najpoznatijih delicija .

Autohtona kuhinja , kvalitetna usluga i posvećenost gostu , razlozi su što je restoran Čaporice uvršten među 100 najboljih hrvatskih restorana .

Stari recepti prenose se na mlade generacije s eko porukom očuvanja prirode i povratka zdravoj hrani.

Romantična večera na ljetnoj terasi , obiteljsko slavlje u sali Cetina , poslovni ručak u čuvenom restoranu Čaporice ili gala proslava. U hotelu Sv Mihovil sve je podređeno željama gostiju.



Travanj 2024.

GLAVNA JELA

CETINSKI SPECIJALITETI OD ŽABA I RIJEČNIH RAKOVA

DOMAĆE ŽABE I RAKOVI

ŽABE NA ŽARU S PRŠUTOM

80,00

POHANE ŽABE S TATARSKIM UMAKOM

80,00

ŽABE NA BRUJET

80,00

ŽABE NA DOMAĆI NAČIN
pripremljene na lešo s krumpirom

80,00

RAKOVI NA BUZARU
pripremljeni u umaku od rajčica, bijelog vina i češnjaka

75,00

- drugi pristup – mogući programi upravljanja koji uključuju repopulaciju/ reintrodukciju

- mnoštvo „detalja” mora biti prikupljeno

- odabir staništa (kvaliteta vode, parametri vodotoka, geografska izoliranost (od invazivaca i ljudskog utjecaja)) – ARK SITES

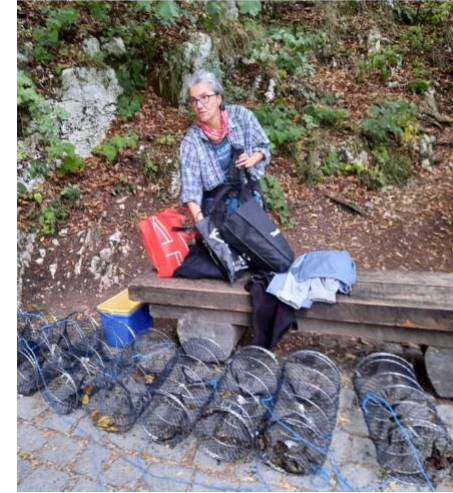


- dobro poznavanje - biološke značajke „donorske” populacije
 - ekološke značajke „donorske” populacije

- genetske značajke „donorske” populacije



- da bi se prikupili podaci/rezultati o demografskim, etološkim, ekološkim i genetskim značajkama „donorske” populacije – puno terenskog rada
- kontinuirani terenski izlasci na istu lokaciju (2x mjesečno) – lov rakova

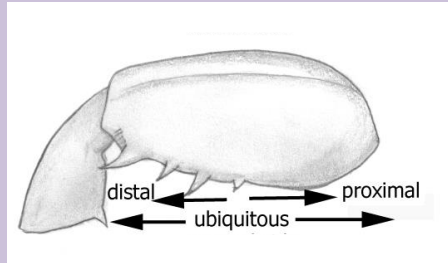


Terenska istraživanja

- Ulovljeni rakovi se određuju do vrste, odredi se svakoj jedinki spol, bilježe se morfometrijske i merističke značajke, fiziološke značajke, značajke staništa, uzimaju se uzorci tkiva za molekularne analize, uzorci za provjeru ima li na njima patogena..

Merističke značajke

Trnovi na 3.
maksilipedu



Rostralna krista

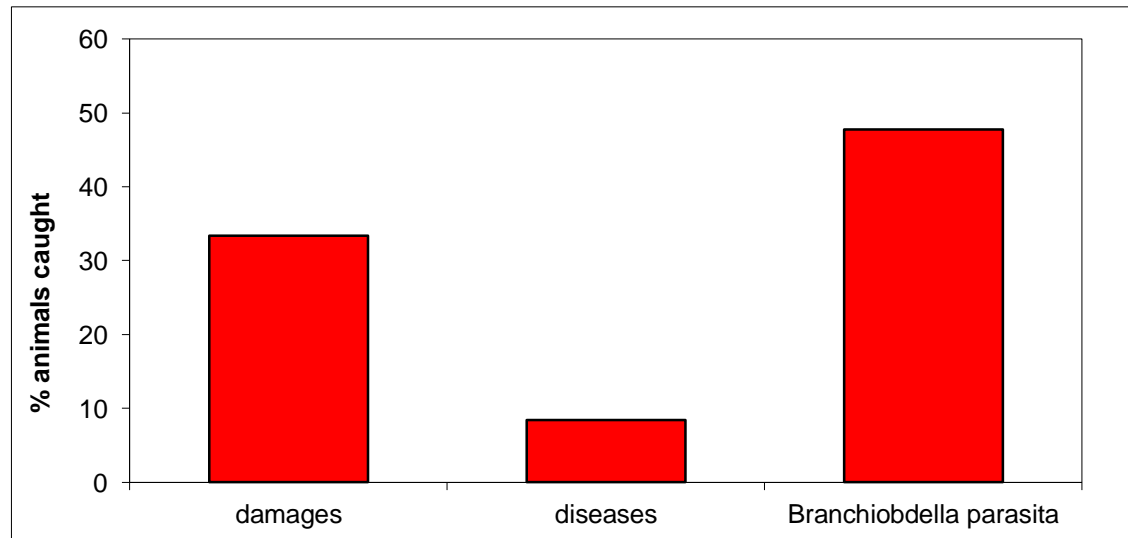
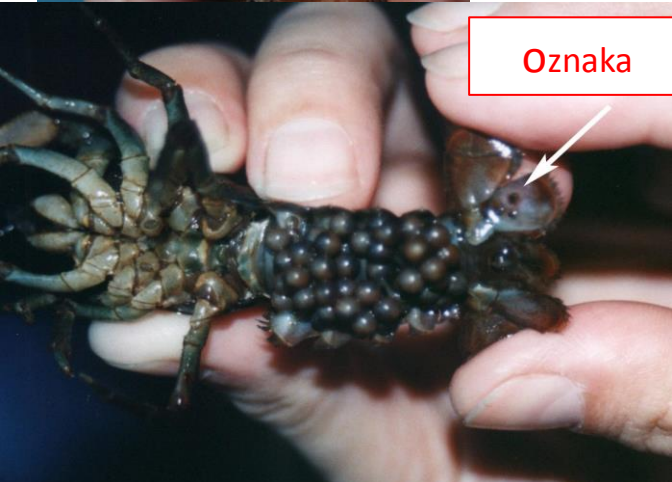
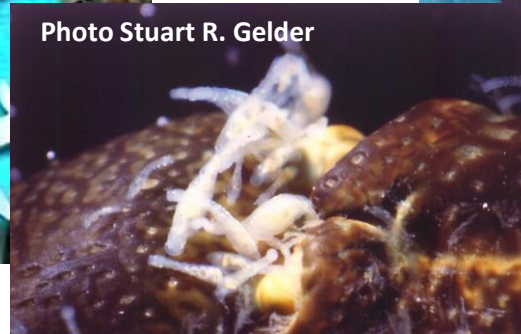
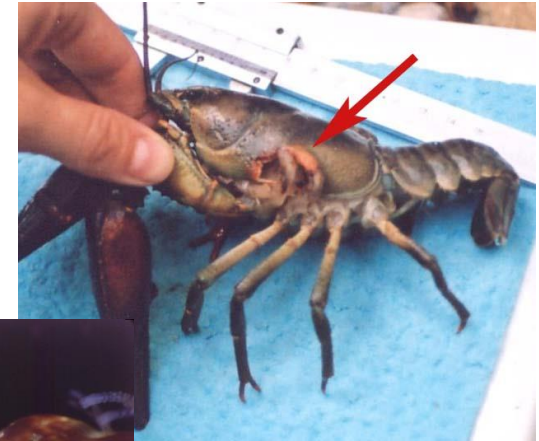


Antenalni egzopod



(Maguire et al., 2002)

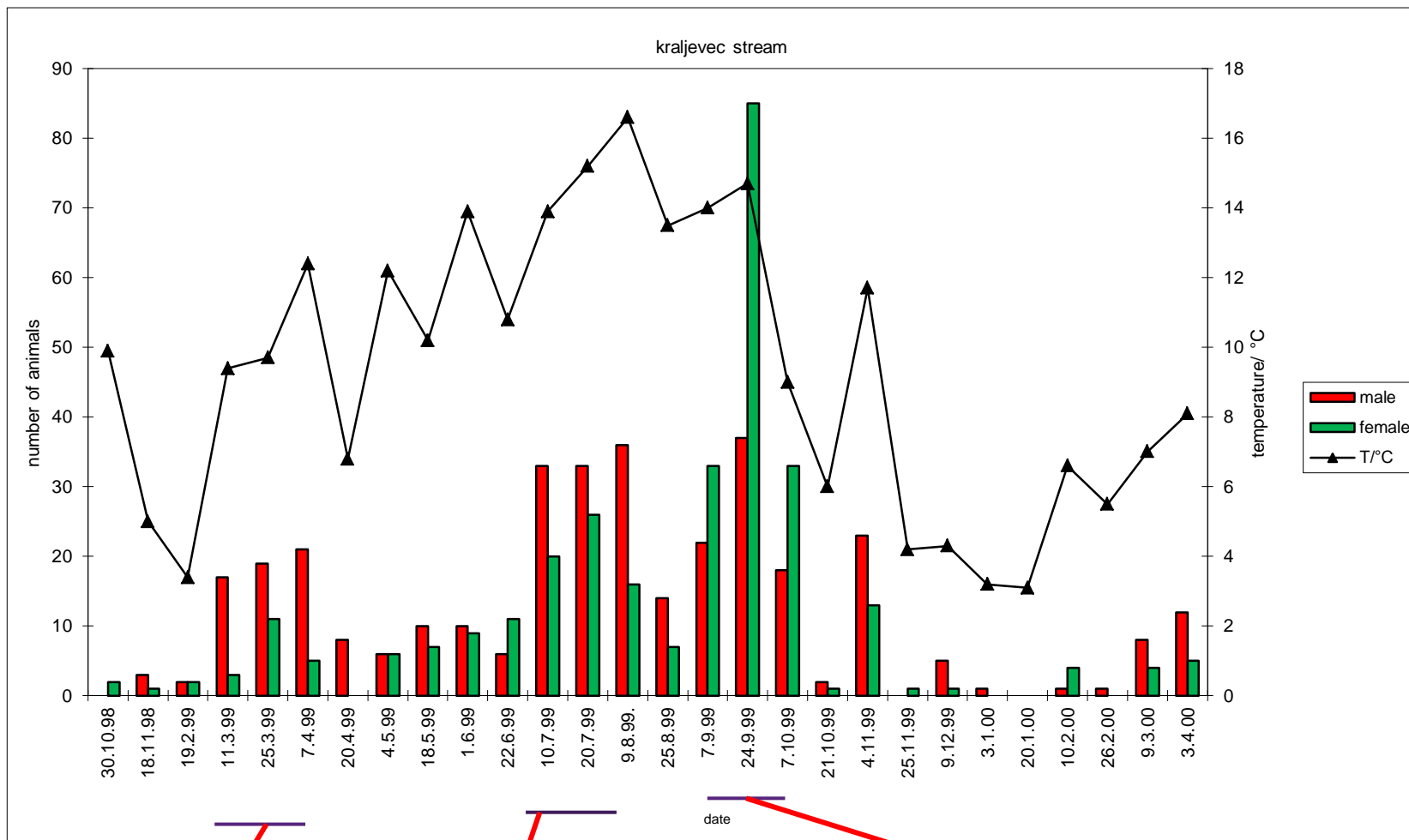
- fiziološki status, prisustvo epibionata, bolesti, povreda, rakovi se označavaju i puštaju natrag u stanište



- fizikalno-kemijski parametri vode se mjere

(Maguire et al., 2002)

- nakon 1.5 – 2 godine dovoljno podataka:
- da se upozna godišnji ciklus vrste i njegova ovisnost o fizikalno-kemijskim parametrima vode

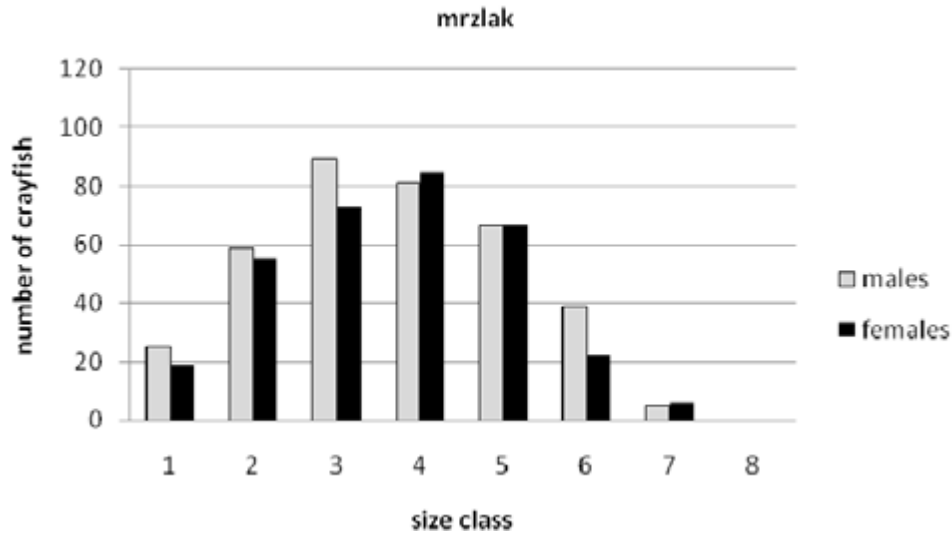


1. Povišenje temp. u godini

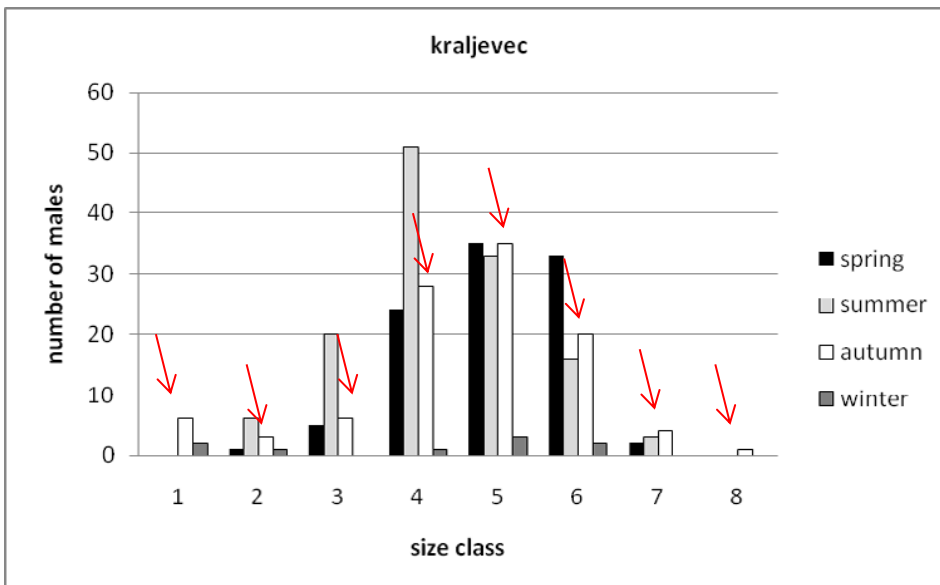
Juvenilni rakovi su se izlegli

Pripreme za parenje

- postojanje i brojnost različitih uzrasnih struktura u populaciji, odnos spolova i njihova aktivnost kroz godinu



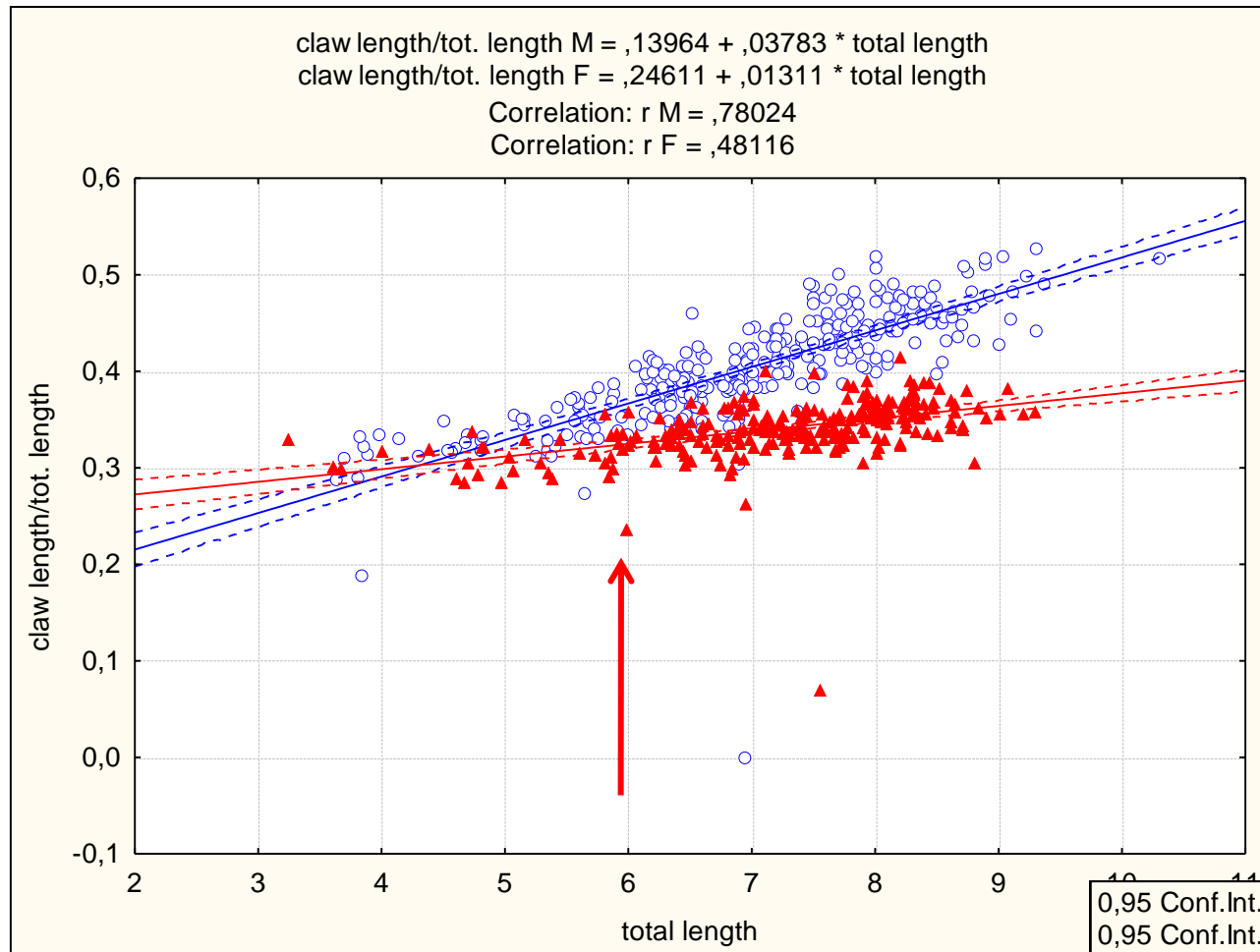
Stabilna populacija – veći udio manjih i srednje velikih rakova, manje najvećih, ujednačeni broj mužjaka i



Svi „uzrasti” su aktivni u jesen – pripreme za parenje, pojačano hranjenje prije zimskog mirovanja – najbolje vrijeme za terenska istraživanja

- kad nastupa spolna zrelost?

- spolni dimorfizma – spolno zreli mušjaci i ženke (alometrijski rast kliješta u M, i abodmena u Ž)
- u odnos: omjer kliješta/TL i TL



- Spolna zrelost oko 6 cm TL

- Veličina populacije i spacijalna distribucija

1. Ulov- označavanje – ponovni ulov (eng. mark-recapture) – procjena veličine populacije (Schnabel, Schumacher and Eschmeyer Method)

Population	Method	Estimated population size	95% C.L.
Kraljevec	Schnabel	1217.76	1038.57-1471.68
	Schumacher-Eschmeyer	1218.78	1066.41-1421.96
Mrzlak	Schnabel	1246.71	1073.79-1486.01
	Schumacher-Eschmeyer	1373.24	1155.35-1692.42
Sarni	Schnabel	960.62	489.81-1051.34
	Schumacher-Eschmeyer	865.69	579.81-1707.69

2. Ulov po jedinici napora (eng. Catch per unit effort – CPUE) – relativna abundancija



<i>site</i>	<i>sex</i>	<i>TL [mm]</i>	<i>w [g]</i>	<i>FCF [g/mm³]</i>	<i>CPUE</i>
1	male	49.97585 ± 13.76868	6.57317 ± 6.50822	0.00435 ± 0.00086	2.19756 ± 0.96475
1	female	54.22271 ± 12.92085	6.87879 ± 4.47218	0.00390 ± 0.00074	2.51212 ± 0.99591
2	male	62.50467 ± 9.82911	10.5000 ± 5.34499	0.00402 ± 0.00052	1.13000 ± 0.30529
2	female	65.90153 ± 12.56042	11.30769 ± 5.50468	0.00417 ± 0.00318	1.10370 ± 0.31191
3	male	59.93421 ± 11.54536	10.23684 ± 5.46038	0.00556 ± 0.00659	0.94210 ± 0.24339
3	female	65.24272 ± 8.99621	10.54545 ± 4.51692	0.00358 ± 0.00046	0.95000 ± 0.25023

□

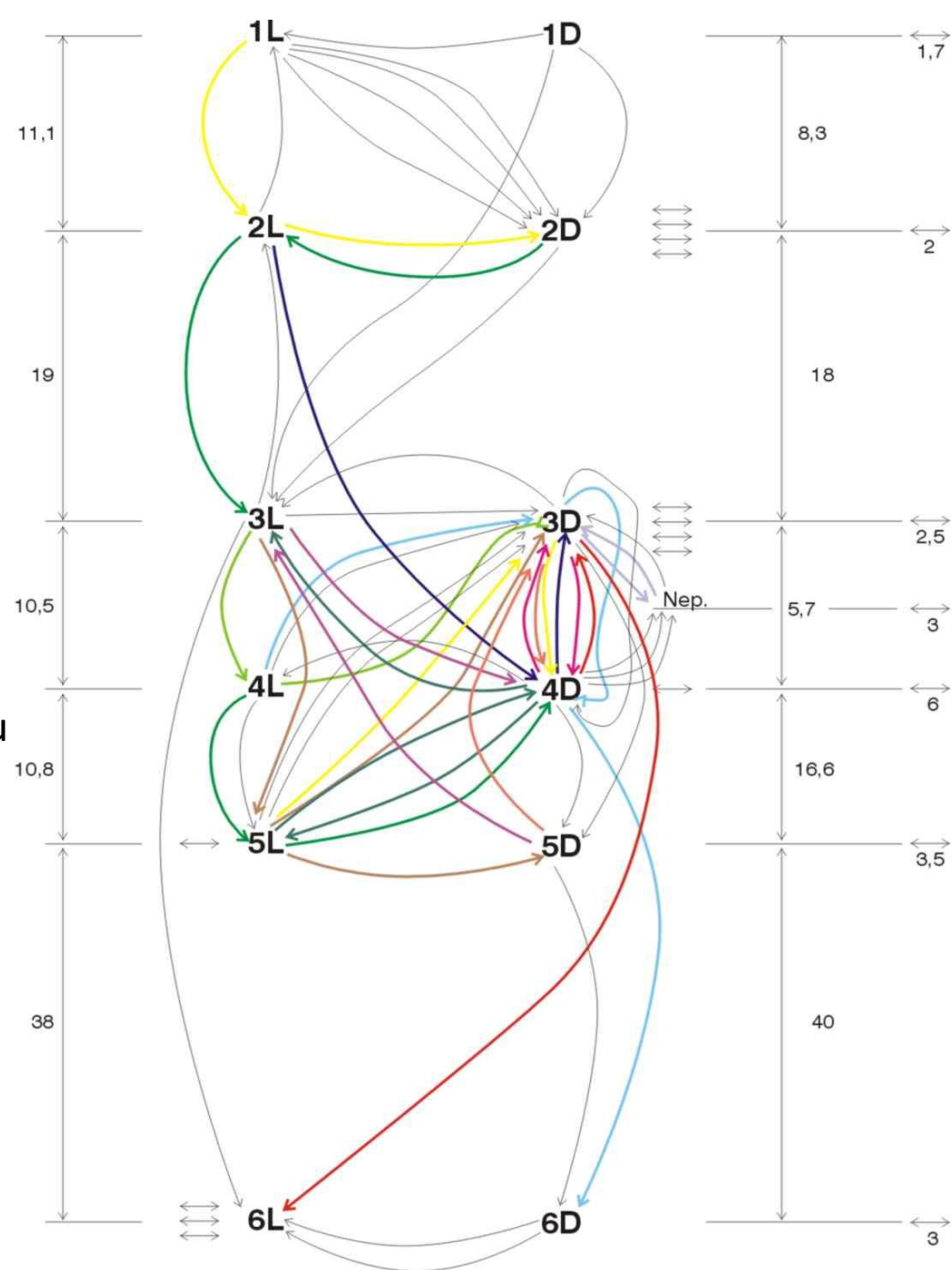
2. Korištenje prostora (isto iz mark-recapture)

- određivanje tipa distribucije,
- home range,
- smjer kretanja.

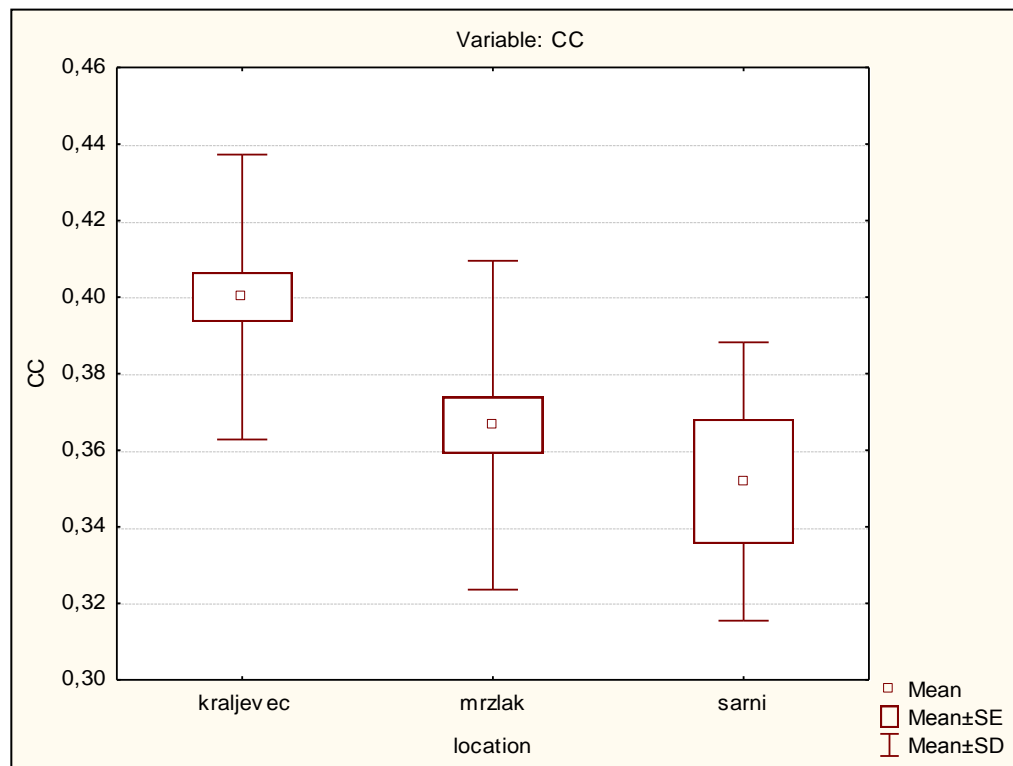
- **agregirana distribucija** – ovisna o staništu

- **mean home range** - 63.94 m²



- uzvodno kretanje češće



- Kondicija rakova u populaciji
 - Fultonov kondicijski faktor ($FCF = W/TL^3$);
 - *Crayfish Constant* ($CC = W/TL + CL + CW$)

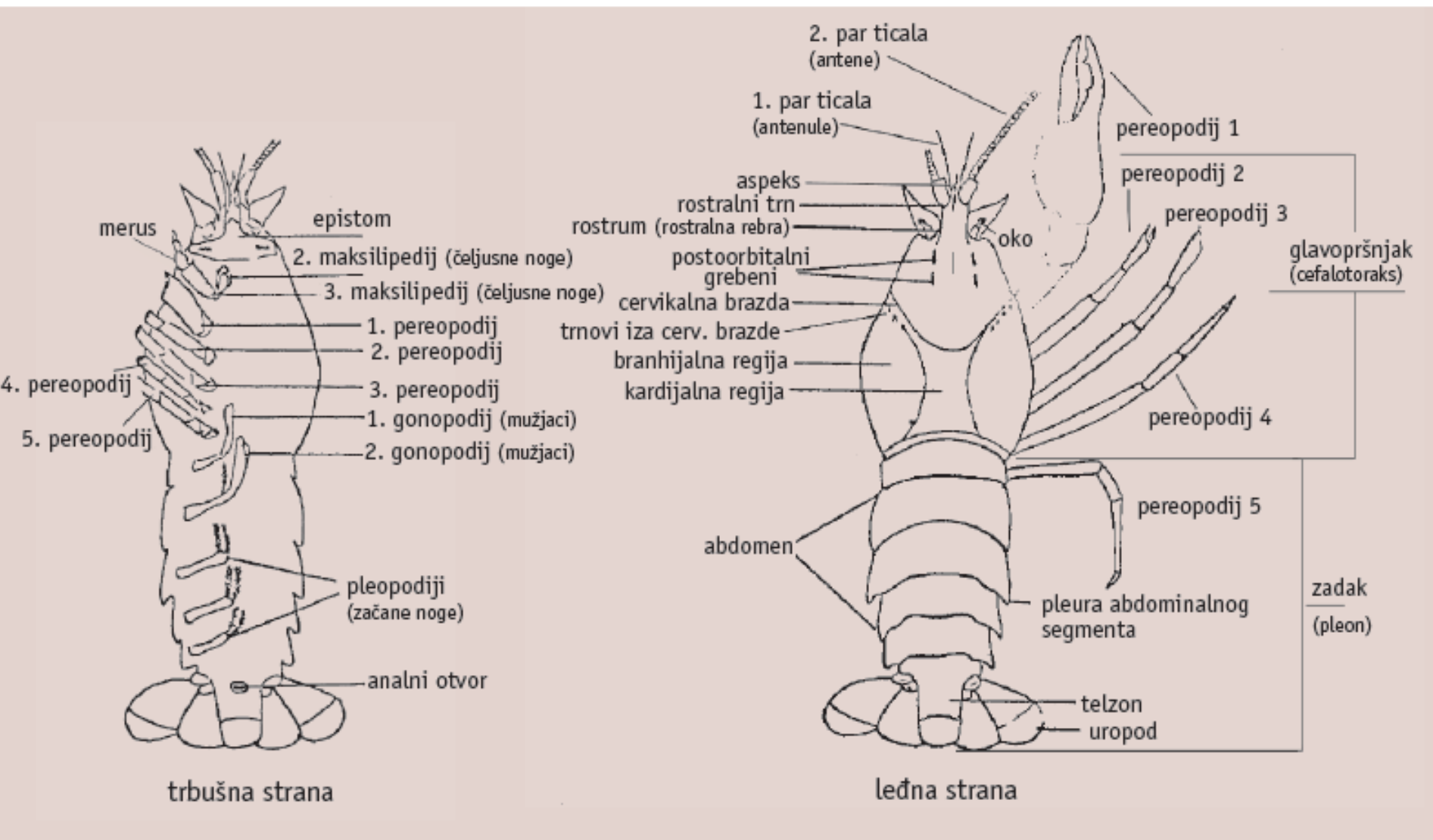


Što iz prethodnih podataka možemo iskoristiti u programima repopulacije/reintrodukcij?

- **jesen** je razdoblje najveće aktivnosti svih uzrasnih klasa + rakovi su u najboljoj kondiciji
- najbrojniji su rakovi TL od 5-8 cm (spolno zreli) – mogući
- veličinu populacije relativno jednostavno za procijeniti – na temelju brojnosti izabrati populaciju koja može poslužiti kao donorska
- u slučaju repopulacije/reintrodukcije – rakovi će zauzeti povoljna staništa (agregirana distribucije) – neće se udaljavati previše od mjesta unosa – jednostavno pratiti uspješnost programa
- zaključak: pouzdani podaci o biološkim i ekološkim podacima prikupljeni 
- genetske značajke „donorske” populacije 

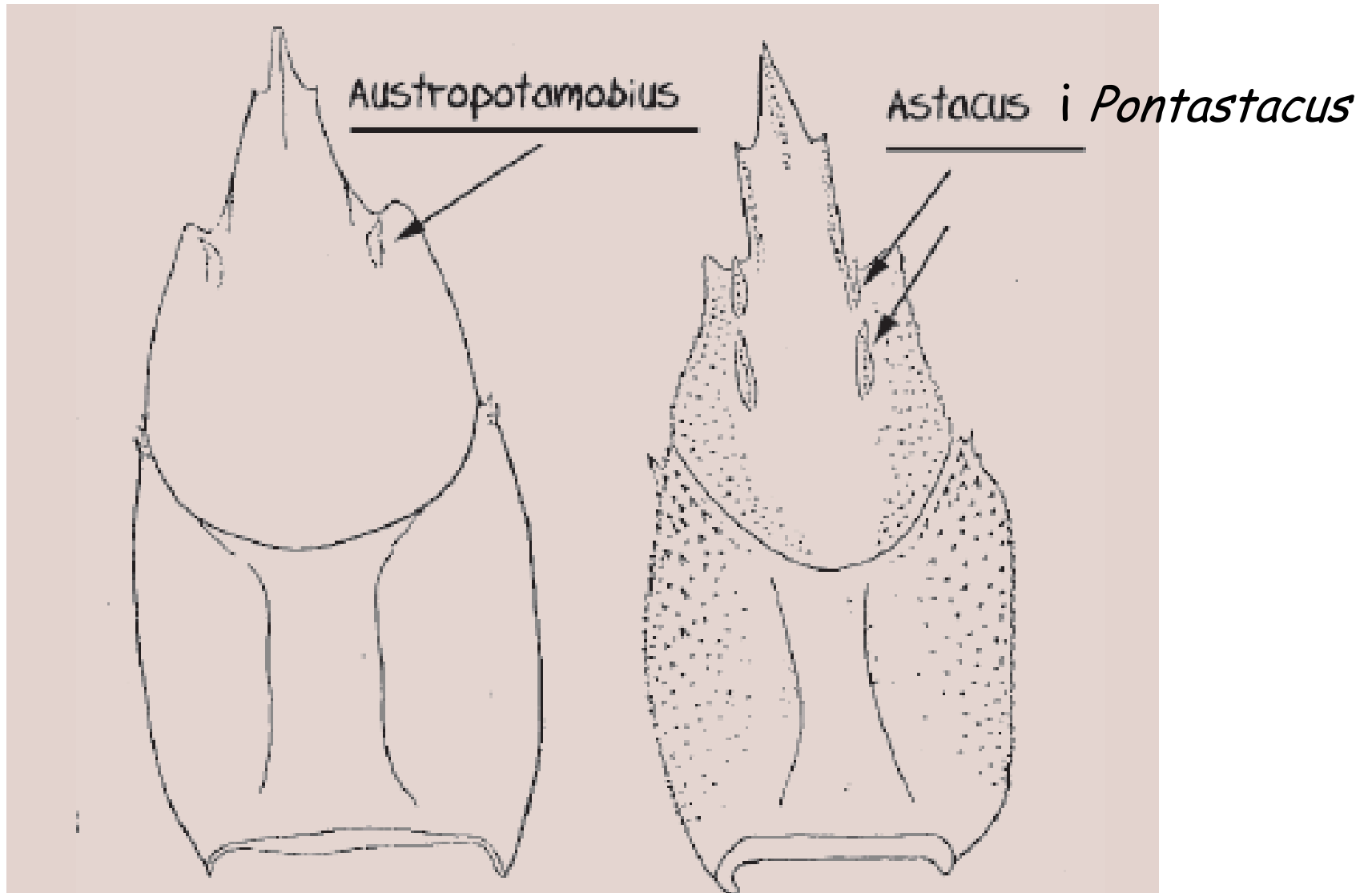
Determinacija nativnih i stranih invazivnih rakova

Dijelovi raka

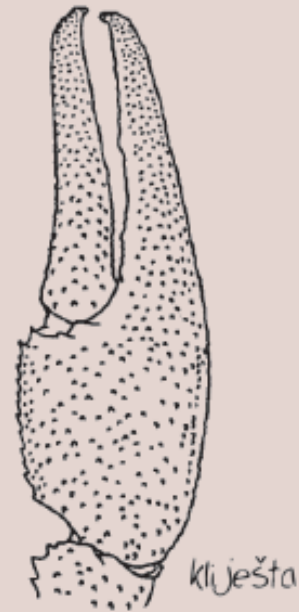
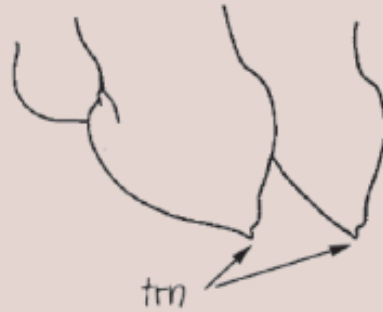


Određivanje (detrminacija) rakova

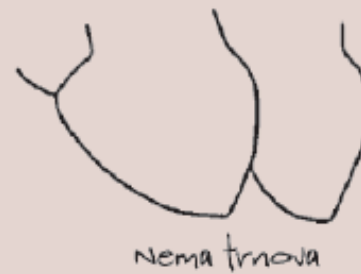
Nativne (authohtone) vrste rakova



Pontastacus leptodactylus (uskoškati rak)



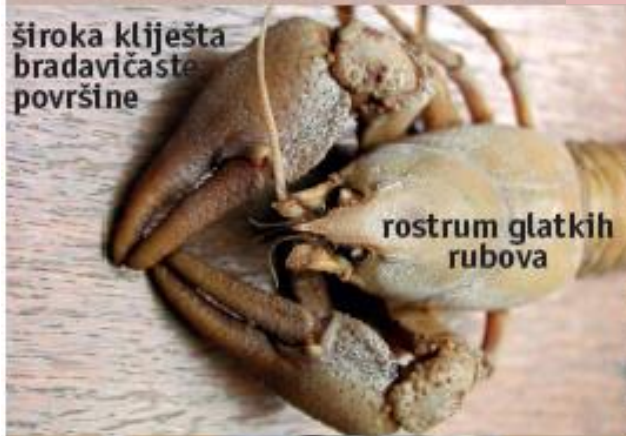
Astacus astacus (riječni ili plemeniti rak)



Astacus astacus (riječni rak)

Pontastacus leptodactylus (uskoškari rak)

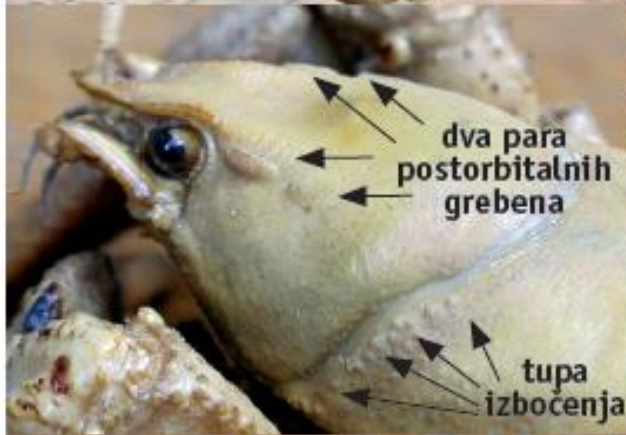
široka kliješta
bradavičaste
površine



rostrum glatkih
rubova



uska
duga
kliješta



dva para
postorbitalnih
grebena

tupa
izbočenja

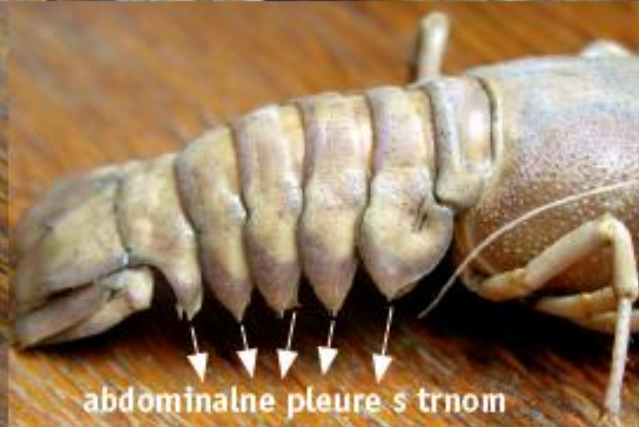


dva para
postorbitalnih
grebena

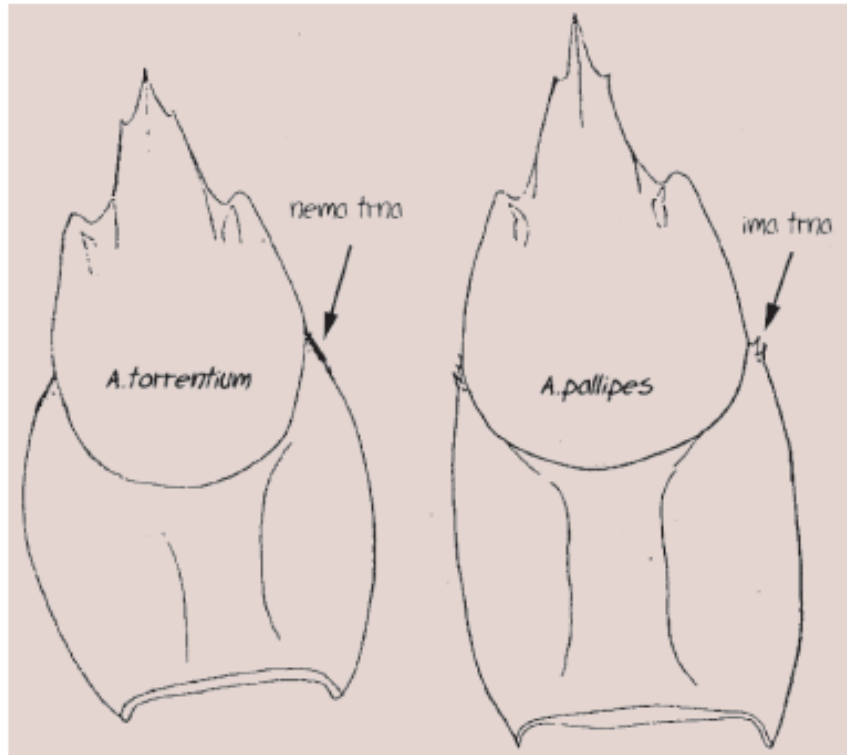
mnoštvo trnova



zaobljene abdominalne pleure



abdominalne pleure s trnom



Austropotamobius torrentium
(rak kamenjar)



Austropotamobius pallipes
(bjelonogi rak)



Pacifastacus leniusculus (signalni rak)

Faxonius limosus (bodljobradi rak)

Strane invazivne vrste



Procambarus virginalis (mramorni rak)



Vogt et al., 2018

Freshwater crayfish

Spine on the first article next to claws



YES

Presence of spines on side of the head

YES



Faxonius limosus

NO



Procambarus virginalis

family CAMBARIDAE

NO

Number of Postorbital spines



family ASTACIDAE

1 pair



Presence of spines behind cervical groove

YES



Austropotamobius pallipes

NO



Austropotamobius torrentium

genus *AUSTROPOTAMOBIUS*

2 pairs



Presence of spines on abdominal pleura

YES



Pontastacus leptodactylus

NO



Smooth claws' surface and a spot at joint

YES



Pacifastacus leniusculus

NO



Astacus astacus