

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO – MATEMATIČKI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK

Potočni rak, *Austropotamobius torrentium* (Schrank, 1803) u
Europi
Stone crayfish, *Austropotamobius torrentium* (Schrank, 1803)
in Europe

Dorotea Gomaz

Preddiplomski studij Biologije

 COBE
Undergraduate study of Biology

Mentor: prof. dr. sc. Ivana Maguire

Zagreb, 2019.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. MORFOLOGIJA POTOČNOGA RAKA	2
3. BIOLOGIJA POTOČNOGA RAKA	3
4. REPRODUKTIVNI CIKLUS.....	4
5. UTJECAJ NA RASPROSTRANJENOST U EUROPI I HRVATSKOJ.....	6
6. UGROŽENOST I ZAŠTITA POTOČNOGA RAKA.....	8
7. ZAKLJUČAK	9
8. LITERATURA	10
9. SAŽETAK	13
10. SUMMARY	13

1. UVOD

Potočni rak, *Austropotamobius torrentium* (Schrank, 1803), najmanja je vrsta porodice Astacidae. Uz bjelonogog raka - *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet, 1858), riječnog raka - *Astacus astacus* (Linnaeus, 1758) i barskog raka - *Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823 autohtoni je europski predstavnik deseteronožnih rakova koji žive u hrvatskim slatkovodnim ekosustavima (Maguire, 2010). Prirodno je rasprostranjen na području središnje i jugoistočne Europe – od Njemačke i Češke Republike na sjeveru, Luksemburga na zapadu, Grčke na jugu te Bugarske i Turske na istoku (Slika 1) (Kouba i sur., 2014). Autohton je u kontinentalnom dijelu Hrvatske u potocima crnomorskog sliva uz nekoliko populacija zabilježenih u vodama jadranskog sliva, točnije u pritocima Zrmanje i Krke (Maguire i sur., 2011). Danas postojeće populacije ostaci su šire rasprostranjenih populacija uništenih antropogenim pristiskom na njihova staništa (Maguire i sur., 2018) te račjom kugom koja povremeno izaziva masovne pomore od kraja 19. stoljeća (Dakić i Maguire, 2016). Vrsta je strogo zaštićena Zakonom o zaštiti prirode (NN 80/13) te je uvrštena na Crveni popis rakova slatkih i boćatih voda Hrvatske kao osjetljiva (VU) (Gottstein i sur., 2011). Potočni rak zaštićen je i na međunarodnoj razini. Uvršten je na Dodatak III Konvencije o zaštiti europskih divljih vrsta i prirodnih staništa – Bernska konvencija (European Treaty Series) te na Dodatak II i Dodatak V Direktive o zaštiti prirodnih staništa i divlje faune i flore (92/43/EEZ).



Slika 1. Rasprostranjenost vrste *A. torrentium* na području Europe (Machino i Füreder, 2005)

2. MORFOLOGIJA POTOČNOGA RAKA

Vrsta *A. torrentium* ubraja se u razred viših rakova - Malacostraca te u red deseteronožaca - Decapoda. Riječ je o rakovima s tijelom podijeljenim na 19 tjelesnih kolutića koji su raspoređeni u tri tagme – glavu (cephalon) sastavljenu od akrona i 5 kolutića, prsa (pereion) od 8 kolutića te zadak (pleon) od 6 kolutića. Imaju čvrsti karapaks koji s dorzalne strane prekriva glavu i prsa srasle u jedinstvenu cjelinu – glavopršnjak koji zatvara škržni prostor (Habdija i sur., 2011). Strane karapaksa su glatke i bez trnova iza cervikalne brazde po čemu je moguće razlikovanje od vrste *A. pallipes*. Prednji dio glave izdužen je u glavni šiljak – rostrum koji ima oblik jednakostraničnog trokuta. Rostralna rebra su glatka i niska te se obično dosta šire prema nazad, a prostor između njih je plosnat i slabo konkavan. U odnosu na druge vrste rostrum potočnoga raka ima manje rostralne trnove, a vrh – apeks je kratak (Maguire, 2014). Zadak je dorzoventralno spljošten te se na njegovom kraju nalazi repna lepeza. Na svim tjelesnim kolutićima prisutni su parni tjelesni privjesci, dok izostaju na akronu i telzonu. Prvi par nogu na 4. prsnom kolutiću preobražen je u kliješta često uključena u morfometrijska istraživanja populacija (Habdija i sur., 2011). Kliješta su kod starijih mužjaka široka i debela, dok su kod ženki uža. Njihova površina prekrivena je velikim i grubim granulama (Slika 2). Na nepokretnom prstu kliješta nalazi se jako udubljenje koje je slabije izraženo kod regeneriranih kliješta. Potočni rakovi najčešće narastu do ukupne dužine od 11 cm, a maksimalno mogu doseći 15 cm. Karakteristika cijelog roda *Austropotamobius* po kojoj se razlikuju od roda *Astacus* jest postojanje samo jednog para postorbitalnih grebena na gornjoj strani karapaksa, iza očiju (Maguire, 2010).



Slika 2. Detalj kliješta potočnoga raka (Maguire, 2010)

3. BIOLOGIJA POTOČNOGA RAKA

Vrsta *A. torrentium* prilagođena je životu u hladnijim staništima te uglavnom nastanjuje izvorišne i gornje dijelove malih potoka, a moguće ga je pronaći i u rijekama (Maguire i Gottstein – Matočec, 2004). U usporedbi s drugim vrstama porodice Astacidae potočni rak ima najmanju toleranciju na povišenje temperature i smanjenje udjela kisika u vodi. Naseljava staništa na većim nadmorskim visinama s prosječnom godišnjom temperaturom vode do 10°C (Maguire i Gottstein – Matočec, 2004). Najvažniji čimbenik u izboru staništa jest supstrat. Uglavnom ga pronalazimo u vodenim staništima s kamenitim dnom na što ukazuje i njegov engleski naziv – stone crayfish (Slika 3) (Maguire i sur., 2002). Abundancija populacija potočnog raka na određenom staništu proporcionalna je relativnoj količini stijena, odnosno kamenja i korijenja drveća koje ovim noćnim životinjama pruža sklonište tijekom dana (Dakić i Maguire, 2016). Tako su jedinke zaštićene od napada predatora i odnošenja strujama vode. Važni čimbenici koji utječu na gustoću populacije i aktivnost jedinki tijekom godine su i fizikalna i kemijska svojstva vode (Maguire i sur., 2002). Vrsta *A. torrentium* izrazito je osjetljiva na zagađenje te preferira staništa s dobrom kvalitetom vode (Machino i Füreder, 2005). Primjerice, tijekom jednog istraživanja provedenog u dvama hrvatskim potocima na području Karlovačke županije proučavana je povezanost aspekata životnog ciklusa, morfometrije te uvjeta staništa potočnog raka (Dakić i Maguire, 2016). Prvi istražen potok teče kroz livadu te je njegova plitka obala obrasla johama i vrbama. Dno je prekriveno kamenjem i šljunkom, a prisutno je i brojno korijenje. Drugi proučavani potok teče kroz listopadnu šumu, a dno mu je prekriveno kamenjem, šljunkom, pijeskom i blatom. Njegove su relativno visoke obale idealno mjesto za kopanje rupa za skrivanje. Veliki broj uhvaćenih jedinki tijekom nekoliko mjeseci, njih 383 u prvom te 427 u drugom potoku, ukazuje na pogodnost opisanog staništa za ovu vrstu. U tom istraživanju zabilježena je pozitivna korelacija između broja uhvaćenih jedinki i temperature, konduktiviteta te tvrdoće vode, ali i negativna korelacija između broja uhvaćenih jedinki i razine vode. Potočni rak rijetko koegzistira s drugim vrstama rakova (Maguire i Gottstein – Matočec, 2004). Hrani se detritusom, vodenom i poluvodenom vegetacijom te manjim beskralježnjacima bentosa. Dane provodi u svojem skloništu, a noću, kada nema opasnosti od predatora, izlazi u potragu za hranom. Dnevna aktivnost zabilježena je jedino u vrijeme parenja. Budući da i sam predstavlja plijen većim životinjama poput riba, ptica i sisavaca, važan je dio hranidbenih mreža kopnenih voda i kruženja organske tvari (Dakić i Maguire, 2016).



Slika 3. Vrsta *Austropotamobius torrentium* na kamenitom dnu (www.freenatureimages.eu)

4. REPRODUKTIVNI CIKLUS

Reprodukcija je važan proces svih živih jedinki jer omogućuje opstanak vrste. Vrsta *A. torrentium* spolnu zrelost doseže pri prosječnoj duljini od 5,4 cm, u 2. ili 3. godini života, a kao njezin pokazatelj ženke imaju aktivne cementne žlijezde – vidljive kao bijelo obojenje uz rub ventralne strane abdomena (Maguire, 2010; Maguire i sur., 2014). Parenje započinje u jesen s padom temperature, a ono i oplodnja nisu povezani s točnim datumom (Maguire i sur., 2010). Sezona parenja obično traje 2 do 3 tjedna. Nakon oplodnje ženka nosi oplodena jaja između pleopodnih nožica u razdoblju od listopada ili studenog do svibnja ili sredine lipnja sljedeće godine kada se izliježu juvenilni rakovi (Maguire i sur., 2010). Razvoj jaja ovisi o temperaturi, odnosno skraćuje se pri višim vrijednostima. Broj jaja pričvršćenih na abdomen može varirati zbog različitih okolišnih uvjeta te gubitka jaja uslijed slabijeg učvršćenja, gljivičnih infekcija i agresivnih interakcija s drugim rakovima. Juvenilni rakovi izlegnu se iz jaja pri čemu jajna opna pukne na dva dijela (Slika 4). Polovice ljuski zajedno s juvenilnim rakom vise na dršku dva do tri dana, a zatim se račići drže kliještima koja završavaju šiljastim kukicama za jajnu ljusku. Prehranjuju se žumanjkom iz jajeta te ostaju nepokretni nekoliko dana, a nakon prvog presvlačenja počinju se slobodno kretati u blizini majke. Na kraju postanju neovisniji te započinju samostalan život (Maguire, 2010). Budući da je izlijeganje pod utjecajem temperature, hladna proljeća ga odgađaju do ljeta, stoga će i sezona rasta biti skraćena te je

mala vjerojatnost da će juvenilni rakovi preživjeti iduću zimu. Juvenilni rakovi rastu kroz niz presvlačenja oklopa kao i druge vrste porodice Astacidae (Maguire, 2010).

Jedan od važnih koraka u zaštiti ove vrste jest prikupljanje informacija o njezinom reproduktivnom ciklusu. Rezultati mogu ukazati na veću potrebu zaštite potočnoga raka u pojedinim regijama Europe. U dosad provedenim istraživanjima (Maguire i sur., 2005; Maguire i sur., 2010; Maguire i Klobučar, 2011) bilježen je reproduktivni status ženki, što je uključivalo razvoj cementnih žlijezdi, broj i promjer jaja te prisutnost izlegnutih juvenilnih jedinki. Uz navedeno su praćene i morfološke osobine poput dužine i mase ženki te veličine njihova abdomena. Nativne europske vrste slatkovodnih rakova imaju niski fekunditet s vrijednostima manjim od 250 jaja, a *A. torrentium* u usporedbi s drugim vrstama nosi još manji broj (Maguire i sur., 2010). Broj jaja može uvelike varirati i među populacijama iste vrste zbog života u različitim okolišnim uvjetima. Primjerice, na području Njemačke zabilježeno je da ženke inkubiraju 40 do 70 jaja, u Švicarskoj je utvrđena inkubacija 20 do 120 na jednom te 35 do 60 jaja na drugom staništu, dok je u Hrvatskoj prosječan broj jaja po ženki bio 62,63 jaja, odnosno u rasponu od 30 do 104 jaja (Maguire, Klobučar i Erben, 2005). Broj pričvršćenih jaja mogao bi služiti u procjeni broja izlegnutih jedinki, no pozornost se mora obratiti i na uspješnost samog izlijeganja te stopu preživljavanja mladih rakova u prvoj godini života. Fekunditet je generalno proporcionalan veličini ženki – veće ženke nose veći broj jaja (Maguire i sur., 2005).

Tijekom istraživanja Maguire i sur. (2010) praćeni su reproduktivni ciklusi populacija potočnih rakova u vodama Hrvatske i Austrije, dvije zemlje središnjeg dijela Europe u kojima su prisutni različiti tipovi staništa. U hrvatskim je populacijama zabilježena slaba pozitivna korelacija između ukupne dužine ženki i promjera jaja, što ukazuje na to da veće jedinke nose veća jaja. Što se tiče austrijskih populacija, u njima je prisutna značajna negativna korelacija između veličine i broja jaja, odnosno što su jaja većeg promjera, ima ih manje. U Hrvatskoj su prve ženke s razvijenim cementnim žlijezdama zabilježene početkom kolovoza, dok su u Austriji zabilježene tek krajem istog mjeseca, a u austrijskim su populacijama krajem lipnja još prisutne ženke koje nose jaja. Hrvatske ženke završavaju svoj reproduktivni ciklus i prije onih na području Njemačke, i to u razmaku od mjesec dana. Mogući razlog tome su različite geografske dužine ovih triju zemalja, stoga autori vjeruju da bi razlike bile prisutne i na drugim dijelovima areala ove vrste. Uspoređujući karakteristike reproduktivnog ciklusa populacija Hrvatske i Austrije vidljivo je i da su hrvatske jedinke s jajima veće, imaju veći abdomen te nose veći broj jaja. Manji reproduktivni potencijal austrijskih populacija može biti posljedica

manje kvalitete austrijskih staništa i smetnji u okolišu, odnosno pojačanog antropogenog pritiska na njihova staništa. Autori predlažu pojačane mjere zaštite potočnoga raka na području Austrije kako bi populacije bile izložene što manjem stresu. Hrvatske populacije većeg reprodukcijskog potencijala žive na manje poremećenim staništima, stoga se moraju poduzeti mjere zaštite koje će ih zadržati na stabilnoj razini (Maguire i sur., 2010).

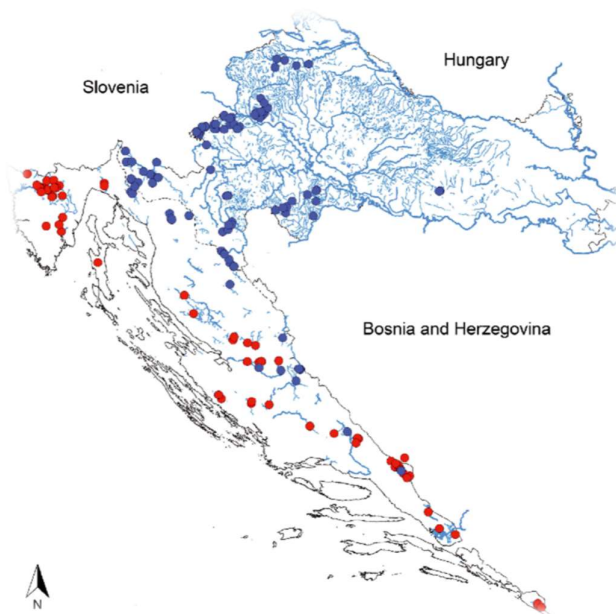


Slika 4. Tek izvaljena jedinka potočnog raka (Maguire, 2010)

5. UTJECAJ NA RASPROSTRANJENOST U EUROPI I HRVATSKOJ

Brojna istraživanja rasprostranjenosti slatkovodnih rakova na području Europe otkrila su prisutnost pet europskih autohtonih vrsta te deset alohtonih vrsta podrijetlom iz Australije i Amerike (Kouba i sur., 2014). Na području Hrvatske rasprostranjeno je sedam vrsta slatkovodnih rakova među kojima su četiri autohtone i tri alohtone. Autohtone vrste su *A. astacus*, *A. leptodactylus* te *A. torrentium* rasprostranjeni u vodama crnomorskog sliva, dok vrsta *A. pallipes* naseljava vodena staništa jadranskog sliva, gdje je zabilježeno i nekoliko populacija *A. astacus* i *A. torrentium* (Maguire i sur., 2011). Budući da potočni rak nikada nije bio od ekonomske važnosti, manje je vjerojatno da je unesen iz jednog u drugi sliv i pretpostavlja se da se ondje proširio tijekom geološke prošlosti kada su ta dva sliva još bila povezana (Slika 5) (Klobučar i sur., 2013). Za vrstu *A. astacus*, koja je od ekonomskog interesa, postoje pisani tragovi da je unesena u rijeke jadranskog sliva (Maguire i Gottstein

Matočec, 2004). Alohtone invazivne vrste na području Hrvatske su signalni rak – *Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852), bodljobrađi rak – *Faxonius (Orconectes) limosus* (Rafinesque, 1817) te mramorni rak – *Procambarus virginialis* Martin et al., 2010 i sve su rasprostranjene u vodenim staništima sjeverne Hrvatske u vodama crnomorskog sliva. Signalni rak unesen je 70 – ih godina 20. stoljeća u Austriju otkud je preko rijeke Mure stigao do Slovenije i Hrvatske (Mijošek i sur., 2017). Bodljobrađi rak proširio se na područje Hrvatske iz mađarskog dijela rijeke Dunav te se preko iste nastavio rasprostranjivati i u Srbiju i Rumunjsku (Maguire i sur., 2011). Mramorni rak za sada je zabilježen u jednom jezeru/šljunčari (Šoderica) pored Koprivnice kamo je vjerojatno pušten od strane nekog akvariste (Samardžić i sur., 2014). Budući da je riječ o invazivnim vrstama, imaju veliki utjecaj na ugroženost autohtonih vrsta rakova, uključujući i potočnog raka. Tijekom istraživanja Maguire i sur. provedenog u razdoblju od 2005. do 2010. godine proučavana su i zabilježena staništa na kojima je postojala prisutnost jedinki potočnog raka. Usporedbom prijašnjih i recentnih podataka pokazalo se da je čak 17% prijašnjih populacija potočnog raka nestalo (Maguire i sur., 2010). Najveći utjecaj na smanjenje broja populacija potočnog raka odigrali su zahvati na vodotocima (primjerice kanalizacija, obzidavanje obala i sl.) i klimatski ekstremi (produžene suše) (Maguire i sur., 2011).

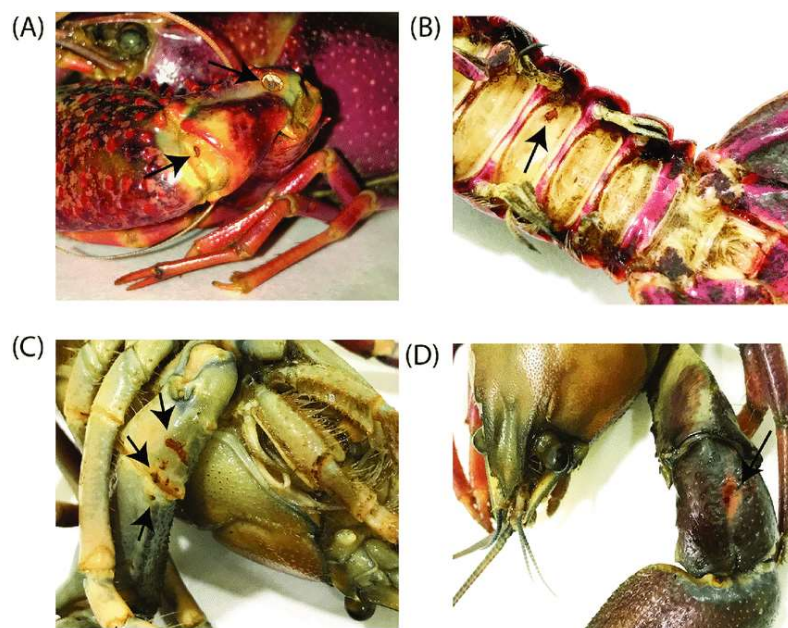


Slika 5. Rasprostranjenost vrste *A. torrentium* na području Hrvatske (plave točke)

(Maguire i sur., 2011)

6. UGROŽENOST I ZAŠTITA POTOČNOGA RAKA

Kao što je spomenuto u prethodnom pasusu, vrsta *A. torrentium* prvenstveno je ugrožena regulacijom vodenih tokova te velikom količinom otpadnih tvari u vodenim ekosustavima. Veliki utjecaj na ugroženost imaju i prethodno spomenute invazivne vrste rakova, koje su najveća prijetnja zbog toga što su vektori širenja vodene plijesni *Aphanomyces astaci*, koja uzrokuje letalnu bolest račju kugu (Holdich i sur., 2009). Bolest se pojavila krajem 19. stoljeća kada su u Europu uvezene američke vrste rakova radi akvakulture, a brzo se proširila po vodenim tokovima uništavajući cijele autohtone populacije rakova (Slika 6). Pritom se bolest ne prenosi samo kontaktom između jedinki, već i zaraženom opremom poput čamaca i vrša. Također, invazivne su vrste agresivnije od europskih, stoga ih u kompeticiji za hranu i prostor istiskuju iz njihovih prirodnih staništa. Kako je prisutan i brzi rast i visoki reprodukcijski potencijal, gotovo ih je nemoguće kontrolirati. Primjerice, *P. leniusculus* unesen u rijeku Muru u Austriji proširio se nizvodno do Hrvatske gdje je prvi put zabilježen 2008. godine (Hudina i sur., 2011). U rijeci Muri u Hrvatskoj do 2007. godine obitavao je riječni rak, a od tada do danas na tom području više nije ulovljen (Hudina i sur., 2009). Umjesto njega na terenskim se istraživanjima love samo jedinke signalnog raka koji se širi nizvodno prosječno i više od 18 km godišnje. Primjer ilegalnog unosa signalnog raka predstavlja i rijeka Korana, krška rijeka u središnjoj Hrvatskoj. Zbog svog je krškog karaktera područje velike bioraznolikosti te stanište relativno velikom broju endemičnih vrsta. Sadrži bogatu faunu nativnih vrsta rakova među kojima su *A. astacus* i *A. torrentium* prisutni u gornjem, a *A. leptodactylus* u donjem toku rijeke. Pretpostavljeno mjesto ilegalnog uvođenja signalnog raka nalazi se tridesetak kilometara od ušća Korane i Kupe, otkud se proširio uzvodno i nizvodno (Rebrina i sur., 2014). Iz tog razloga postoji opravdani strah da će kao vektor uzročnika račje kuge istisnuti i uništiti ondje prisutne populacije potočnog raka. Slični primjeri prisutni su po cijeloj Europi (Holdich i sur., 2009). Kako bi se to spriječilo, invazivne vrste rakova ne smiju se prenositi iz jednog vodotoka u drugi, a vodotok se treba očuvati što prirodnijim te kvaliteta vode što boljom.



Slika 6. Simptomi račje kuge na tijelu slatkovodnih rakova – melanirana kutikula
(www.researchgate.net)

7. ZAKLJUČAK

Vrsta *A. torrentium* rasprostranjena je u središnjem dijelu Europe te je ključni organizam brojnih slatkovodnih ekosustava. Kao dio hranibene mreže ova je vrsta važna u kruženju organske tvari. Ukoliko dođe do njezinog nestanka kao dijela biocenoze, posljedice se osjete na razini cijelog ekosustava. Budući da još uvijek nisu istraženi svi aspekti biologije i ekologije potočnog raka, proučavanja njegovog reproduktivnog ciklusa i promjene areala mogu uvelike pridonijeti njegovoj zaštiti. Primjerice, usporedbe morfometrijskih karakteristika jedinki unutar populacija različitih biogeografskih regija mogu ukazivati na to koliko su one izložene stresu te koliko je potrebno poraditi na povećanju kvalitete njihovog života u određenim područjima. To uključuje i očuvanje vegetacije uz sama vodena staništa, zaštitu od onečišćenja vode, ali i unošenja stranih invazivnih vrsta. Najnovija bilježenja prisutnosti populacija potočnog raka diljem Europe, pa tako i Hrvatske, ukazuju na to da su na brojnim vodenim staništima zamijenjeni alohtonim vrstama. Osim što su ih istisnule svojom agresivnošću, pridonijele su i širenju račje kuge na koju su same otporne, a koja je letalna za potočne rakove. Na rakove štetno djeluju i povišene temperature uzrokovane klimatskim promjenama. One bi mogle uzrokovati i učestalije pojave nekih bolesti koje mogu biti pogubne za populacije potočnih rakova, no to još treba potvrditi daljnjim istraživanjima. Kvalitetni

znanstveni podaci neophodni su za izradu adekvatnih planova zaštite potočnoga raka i stoga treba kontinuirano prikupljati, znanstveno proučavati i nadopunjavati naše spoznaje o ovoj ugroženoj vrsti kako bi joj se osigurao opstanak.

8. LITERATURA

- Dakić, L., Maguire, I. 2016. Year cycle and morphometrical characteristics of *Austropotamobius torrentium* from two karstic rivers in Croatia. *Natura Croatica* 25: 1: 87 – 100
- Direktiva Vijeća 92/43/EEZ o zaštiti prirodnih staništa i divlje faune i flore – Dodatak II i Dodatak V. Službeni list Europske Unije
- Gottstein, S., Hudina, S., Lucić, A., Maguire, I., Ternjej, I., Žganec, K. 2011. Crveni popis rakova (Crustacea) slatkih i bočatih voda Hrvatske. Državni zavod za zaštitu prirode
- Habdija, I., Primc Habdija, B., Radanović, I., Špoljar, M., Matoničkin Kepčija, R., Vujčić Karlo, S., Miliša, M., Ostojić, A., Sertić Perić, M. 2011. Protista – Protozoa. Metazoa – Invertebrata. *Strukture i funkcije*. Alfa, Zagreb: 349 – 374
- Holdich, D. M., Reynolds, J. D., Souty – Grosset, C., Sibley, P. J. 2009. A review of the ever increasing threat to European crayfish from non – indigenous crayfish species. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*: 394 – 395
- Hudina, S., Faller, M., Lucić, A., Klobučar, G., Maguire, I. 2009. Distribution and dispersal of two invasive crayfish species in the Drava River basin, Croatia. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*: 394 – 395
- Hudina, S., Lucić, A., Žganec, K., Janković, S. 2011. Characteristics and movement patterns of a recently established invasive *Pacifastacus leniusculus* population in the river Mura, Croatia. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 403: 07
- Klobučar, G., Podnar, M., Jelić, M., Franjević, D., Faller, M., Štambuk, A., Gottstein, S., Simić, V., Maguire, I. 2013. Role of the Dinaric Karst (western Balkans) in shaping the phylogeographic structure of the threatened crayfish *Austropotamobius torrentium*. *Freshwater Biology* 58: 1089 - 1105

- Konvencija o zaštiti europskih divljih vrsta i prirodnih staništa - Dodatak III. European Treaty Series, 104
- Kouba, A., Petrusek, A., Kozák, P. 2014. Continental – wide distribution of crayfish species in Europe: update and maps. Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems 413: 05
- Machino, Y., Füreder, L. 2005. How to find a stone crayfish *Austropotamobius torrentium* (Schrank, 1803): a biogeographic study in Europe. Bulletin Francais de Pêche et Pisciculture 376 – 377: 507 – 517
- Maguire, I., Erben, R., Klobučar, G., Lajtner, J. 2002. Year cycle of *Austropotamobius torrentium*(Schrank) in streams on Medvednica mountain (Croatia). 2002. Bulletin Francais de Pêche et Pisciculture 367: 943 - 957
- Maguire, I., Gottstein – Matočec, S. 2004. The distribution pattern of freshwater crayfish in Croatia. Crustaceana 77: 25 - 47
- Maguire, I., Klobučar, G. I. V., Gottstein Matočec, S., Erben, R. 2004. Distribution of *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet) in Croatia and notes on its morphology. Bulletin Francais de Pêche et Pisciculture 370 – 371: 57 – 71
- Maguire, I., Klobučar, G. I. V., Erben, R. 2005. The relationship between female size and egg size in the freshwater crayfish *Austropotamobius torrentium*. Bulletin Francais de Pêche et Pisciculture 376 – 377: 777 – 785
- Maguire, I. 2010. Slatkovodni rakovi. Priručnik za inventarizaciju i praćenje stanja. Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb: 1 - 4
- Maguire, I., Lucić, A., Schletterer, M., Sint, D., Erben, R., Füreder 2010. Fecundity of Indigenous Stone Crayfish, *Austropotamobius torrentium*, Populations: Implications for Crayfish Conservation in Austria and Croatia. Freshwater Crayfish 17: 103 – 107
- Maguire, I., Jelić, M., Klobučar, G. 2011. Update on the distribution of freshwater crayfish in Croatia. Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems 401: 31
- Maguire, I., Klobučar, G. 2011. Size structure, maturity size, growth and condition index of stone crayfish (*Austropotamobius torrentium*) in North – West Croatia. Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems 401: 12

- Maguire, I. 2014. Potočni rak ili rak kamenjar (*Austropotamobius torrentium* (Schrank, 1803)).
Državni zavod za zaštitu prirode. Nacionalni programi za praćenje stanja očuvanosti
vrsta u Hrvatskoj: 8 – 12
- Maguire, I., Marn, N., Klobučar, G. 2016. Morphological evidence for hidden diversity in the
threatened stone crayfish *Austropotamobius torrentium* (Schrank, 1803) (Decapoda:
Astacoidea: Astacidae) in Croatia. *Journal of Crustacean Biology* 37: 1: 7 – 15
- Maguire, I., Klobučar, G., Žganec, K., Jelić, M., Lucić, A., Hudina, S. 2018. Recent changes
in distribution pattern of freshwater crayfish in Croatia – threats and perspectives.
Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems, 419: 2
- Mijošek, T., Jelić, M., Mijošek, V., Maguire, I. 2017. Molecular and morphometric
characterisation of the invasive signal crayfish populations in Croatia.
Limnologica 63: 107 - 118
- Rebrina, F., Skejo, J., Lucić, A., Hudina, S. 2014. Trait variability of the signal crayfish
(*Pacifastacus leniusculus*) in a recently invaded region reflects potential benefits and
trade – offs during dispersal. *Aquatic Invasions* 10: 1: 41 – 50
- Samardžić, M., Lucić, A., Maguire, I., Hudina, S. 2014. The first record of the Marbled
Crayfish (*Procambarus fallax* (Hagen, 1870) f. *virginalis*) in Croatia. *Crayfish News*
36: 4: 4 – 4
- Zakon o zaštiti prirode. Narodne novine 80/13
- <http://www.freenatureimages.eu/animals/Malacostraca,%20Hogere%20Kreeftachtigen,%20Malacostracan%20Crustaceans/Austropotamobius%20torrentium,%20Torrent%20Crayfish/index.html#Austropotamobius%2520torrentium%25202%252C%2520Saxifraga-A1%2520Vrezec.jpg>, PRISTUPLJENO: 2. srpnja 2019.
- <https://www.iucnredlist.org/species/193213/2209712>, PRISTUPLJENO: 30. lipnja 2019.
- https://www.researchgate.net/figure/Aphanomyces-astaci-colonization-and-immune-reaction-in-North-American-crayfish-North_fig2_324223954, PRISTUPLJENO: 1. srpnja 2019.

9. SAŽETAK

Potočni rak, *A. torrentium*, najmanja je vrsta porodice Astacidae te jedan od četiri autohtona europska predstavnika reda Decapoda u hrvatskim slatkovodnim ekosustavima. Prirodno je rasprostranjen na području središnje i jugoistočne Europe, a u Hrvatskoj je autohton u kontinentalnom dijelu u vodama crnomorskog sliva. Neke populacije zabilježene su i u vodama jadranskog sliva kamo se vrsta proširila tijekom geološke prošlosti kada su ta dva sliva bila povezana. Prilagođen je životu u hladnijim staništima s kamenitim dnom i dobrom kvalitetom vode. Poremećaji u staništu, poput zagađenja i uklanjanja obalne vegetacije, utječu na životni ciklus i morfometrijske značajke jedinki. Primjerice, zbog poremećaja u okolišu austrijske populacije imaju niži reprodukcijski potencijal od hrvatskih. Uočeno je i smanjenje broja zabilježenih populacija na području Europe te njihovog nestanka sa staništa u kojima su prije obitavale. Takvi su slučajevi zabilježeni i u Hrvatskoj. Veliki utjecaj u tome, uz antropogeni pritisak na njihova staništa, imaju alohtone invazivne vrste, signalni, bodljobrati i mramorni rak, koje svojom agresivnošću i prenošenjem uzročnika bolesti račje kuge istiskuju autohtone vrste iz potoka. Iz tog razloga trebale bi se poduzeti veće mjere zaštite zavičajnih vrsta rakova kako bi se osigurao njihov dugoročni opstanak.

10. SUMMARY

The stone crayfish, *A. torrentium*, is the smallest species in the family Astacidae and one of the four native European crayfish from the order Decapoda in Croatian freshwater ecosystems. It is distributed in the central and south-eastern Europe. It lives in continental part of Croatia in streams and rivers belonging to the Black Sea drainage. Some of the populations are also found in the streams draining the Adriatic Sea where the species expanded during times when these two drainages were still connected. *Austropotamobius torrentium* prefers habitats with lower temperature, stony substrate and good quality of water. Any disturbances, such as removal of coastal vegetation and pollution, can affect its life cycle and morphometric characteristics. For instance, Austrian populations have lower biotic potential than those in Croatia because of disturbances in habitat. It was noticed that the number of populations in Europe decreases, and the same was recorded in Croatia. Reasons are different; from anthropogenic pressure onto their habitats to invasive crayfish species that are aggressive and are vectors of spreading of lethal disease crayfish plague. That is why we should protect indigenous species and secure their survival.