

Hrvatsko biološko društvo 1885, Rooseveltov trg 6, Zagreb

# CRVENI POPIS RAKOVA (CRUSTACEA) SLATKIH I BOČATIH VODA HRVATSKE



Zagreb, rujan 2013.

Temeljem ugovora o poslovnoj suradnji (Klasa: 032-05/10-05/02; Ur. Broj 366-06-11-10-1) između Državnog zavoda za zaštitu prirode i Hrvatskog biološkog društva 1885 sklopljenog 22. srpnja 2010. god. i aneksa ugovora o poslovnoj suradnji br. 48/10 (Klasa: 032-05/10-05/09; Ur. Broj 366-06-11-10-1), sklopljenog 12. rujna 2011. utvrđen je rok 02.12.2011. god. za podnošenje završnog cjelovitog izvještaja stručnog djela koji se odnosi na izradu „**Crvenog popisa rakova (Crustacea) slatkih i boćatih voda Hrvatske**”.

Prema članku 3. gore navedenog sklopljenog Ugovora između naručitelja (DZZP) i izvršitelja (HBD 1885) osoba odgovorna za izradu stručnog djela doc. dr. sc. Sanja Gottstein dostavlja cjelovito stručno djelo u tiskanom i elektronskom obliku i predaje ga Naručitelju (Državni zavod za zaštitu prirode), na ruke ovlaštenoj osobi Luki Katušiću nakon revizije i nadopune.

**Prof. dr. sc. Sanja Gottstein**

## **SURADNICI NA STRUČNOM DJELU:**

**Prof. dr. sc. Sanja Gottstein**

**Sandra Hudina, dipl. ing. biol.**

**Dr. sc. Andreja Lucić**

**Prof. dr. sc. Ivana Maguire**

**Prof. dr. sc. Ivančica Ternjej**

**Dr. sc. Krešimir Žganec**



## SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b>	<b>5</b>
<b>1.1. Opća obilježja skupina</b>	<b>5</b>
<b>1.1.1. Red Anostraca</b>	<b>6</b>
<b>1.1.2. Red Notostraca</b>	<b>7</b>
<b>1.1.3. Red Diplostraca</b>	<b>9</b>
<b>1.1.4. Red Calanoida</b>	<b>10</b>
<b>1.1.5. Red Cyclopoida</b>	<b>12</b>
<b>1.1.6. Red Thermosbaenacea</b>	<b>13</b>
<b>1.1.7. Red Mysida</b>	<b>15</b>
<b>1.1.8. Red Amphipoda</b>	<b>17</b>
<b>1.1.9. Red Isopoda</b>	<b>19</b>
<b>1.1.10. Red Decapoda</b>	<b>21</b>
<b>2. PREGLED GLAVNIH UZROKA UGROŽENOSTI</b>	<b>24</b>
<b>2.1. Povremena i stalna močvarna staništa</b>	<b>25</b>
<b>2.2. Estuariji i riječna ušća</b>	<b>27</b>
<b>2.3. Tekućice</b>	<b>27</b>
<b>2.4. Podzemlje</b>	<b>29</b>
<b>3. POSTUPAK PROCJENJIVANJA UGROŽENOSTI I KRITERIJI ODABIRA SVOJTI</b>	<b>33</b>
<b>3.1 Klasifikacija prijetnji i negativnih učinaka na rakove slatkih i bočatih voda Hrvatske</b>	<b>34</b>
<b>3.1.1 Direktne prijetnje koje ugrožavaju rakove slatkih i bočatih voda</b>	<b>34</b>
<b>3.1.2. Negativni učinci koji ugrožavaju rakove slatkih i bočatih voda</b>	<b>36</b>
<b>3.2 Prijetnje i negativni učinci koji ugrožavaju podzemne rakove slatkih i bočatih voda</b>	<b>36</b>
<b>4. CRVENI POPIS RAKOVA SLATKIH I BOČATIH VODA HRVATSKE</b>	<b>38</b>
<b>5. ZAKLJUČAK</b>	<b>43</b>
<b>6. LITERATURA</b>	<b>45</b>



## 1. UVOD

Crveni popis rakova Hrvatske izrađen je na temelju sustavne analize podataka temeljenih na vlastitim terenskim istraživanjima i osobnom iskustvu znanstvenika koji su sudjelovali u izradi ovog stručnog djela te generiranju velikog broja literaturnih podataka. Obuhvaća ukupno 10 redova podkoljena Crustacea iz 24 porodice i 35 rodova i ukupno obuhvaća 67 vrsta, odnosno 68 svojti (vrsta i podvrsta).

### 1.1. Opća obilježja skupina

U slatkim vodama svijeta je poznato preko 12.000 vrsta koje pripadaju podkoljenu Crustacea koje su raspoređene unutar 1.553 roda, što čini 30% ukupne raznolikosti predstavnika potkoljena Crustacea na Zemlji, odnosno oko 40.000 danas poznatih vrsta (Balian i sur. 2008). Nastanjuju raznolike tipove staništa i zauzimaju različit položaj u trofičkim nišama. Omnivorni tip prehrane je najučestaliji kod rakova, iako postoje predstavnici koji su striktno herbivori, karnivori ili detritivori. Općenito gledano predstavnici ovog koljena od iznimne su važnosti za održivost i stabilnost hranidbene mreže unutar nadzemnih i podzemnih tipova slatkovodnih staništa (Brusca i Brusca 2003).



### 1.1.1. Red Anostraca

**Bezljuskaši** (Anostraca) su red rakova široko rasprostranjeni u svijetu u koje ubrajamo najmanje specijalizirane recentne škrgonošce koji nemaju karapaksa, a nožice su im međusobno vrlo slične i koriste ih za hranjenje i plivanje. Najčešće se pojavljuju u staništima efemernih obilježja, kao što su lokve nakon obilnih kiša, jezerca i ostala povremena vodena staništa. Nastanjuju i slatke i slane vode, no nikada ne nastanjuju more. Dobro su prilagođeni na život u sušnim područjima, gdje se voda pojavljuje samo u jednom dijelu godine. Njihova jaja mogu preživjeti presušivanje koje može trajati i nekoliko godina i zatim se izleći nakon što lokva bude 30 sati ispunjena kišnicom. Neka jaja će biti vijabilna tek ako prođu kroz nekoliko vlažnih i sušnih razdoblja, što im daje sigurnost da će lokva trajati dovoljno dugo za ciklus razmnožavanja. Klimatski uvjeti, osobito temperatura i količina oborina, predstavljaju ključne čimbenike za njihovu rasprostranjenost, dok je aktivnost čovjeka u direktnoj vezi s njihovim statusom u pogledu zaštite. Planinska područja Europe, a posebno Balkanski poluotok, kao i neki otoci Mediterana (Korzika, Sardinija, Sicilija) predstavljaju centre raznolikosti nekih porodica reda Anostraca (Branchipodidae i Chirocephalidae). U svijetu je poznato je oko 300 vrsta na svim kontinentima (Adamowicz i Purvis 2005, Brendonck i sur. 2008, Brtek i Thiéry 1995).

Većina vrsta je malih dimenzija ispod 1 cm ukupne dužine, dok su najveće vrste duge preko 15 cm i predatori su drugih bezljuskaša. Tijelo bezljuskaša je jasno odvojeno na glavu, prsa i zadak. Glava se sastoji od dva dijela; prvi dio s antenama i očima i drugi koji nosi čeljusti (gornju i donju). Prvi je par antena obično izrazito dug i nije segmentiran. Drugi par je više kompaktne građe, osobito u mužjaka, budući da ih koriste za prihvaćanje ženke tijekom kopulacije. Kod nekih mužjaka te antene su opremljene brojnim izraslinama i vrlo su neobičnih oblika. S obje strane glave je par sastavljenih očiju na stapkama, a neparno nauplijevo oko smješteno je na vrhu glave i zadržalo se i u odraslih jedinki. Gornje čeljusti su snažne no ne nose čeljusna pipala, dok su donje čeljusti primitivne građe. U prednjem dijelu

gornje čeljusti je gornja usna nalik na kapuljaču koja sprečava strujanje vode prema ustima (Brusca i Brusca 2003).

Većina bezljuskaša ima prsa sastavljena od 11 članaka, a malobrojni imaju 17-19 članaka. Na svakom članku nose par nogu nalik listu. Sve su noge slične građe i svaka noga ima 2 ili 3 režnja s vanjske strane, koji sadrže organe za disanje i jedan režanj za veslanje. Na unutrašnjoj strani je 6 režnjeva koji potiskuju vodu prema usnom otvoru. S trbušne strane tijela je duboka brazda kojom voda teče prema ustima. Zadak je cilindričan i sastoji se od 8 kolutića i telzona (Brusca i Brusca 2003).



#### **1.1.2. Red Notostraca**

Ljeđnoljuskaši (Notostraca) su red rakova sastavljen od samo jedne porodice, Triopsidae, unutar koje su samo dva roda, *Triops* i *Lepidurus*. Živučje vrste navedenih rodova smatraju se, u smislu podrijetla, najstarijim živućim organizmima na Zemlji. Temeljem fosilnih nalaza utvrđeno je da potječu iz Gornjeg Kambrija od prije gotovo 500 milijuna godina, a nisu se morfološki mijenjali od Ordovicija, točnije od prije 450 milijuna godina. To su raci ukupne dužine tijela 2 do 10 cm (Brusca i Brusca 2003). Danas je na svijetu poznato 15 vrsta iz ove skupine rakova (Brendonck i sur. 2008).

Na tijelu rakova ove skupine ističe se ovalna leđna ljuska tj. široki karapaks, na kojoj se nalaze dva sastavljena sesilna oka poviše kojih je smješteno jednostavno građeno nauplijevo oko. Na svakoj polovici ljuske mogu se primijetiti leđne žlijezde, koje su utisnute u ljusku a imaju osmoregulatornu ulogu. Leđna ljuska prekriva prednji dio tijela, dok izduženi stražnji dio tijela (abdomen) s nitastim nastavcima viri ispod leđne ljuske. Antenule su sastavljene od samo jednog ogranka dok su antene reducirane. Gornju čeljust čini jedan ogranak bez pipala, a nedostaju i čeljusne nožice. Telzon je spojen sa zatkom u pleotelzon (Brusca i Brusca 2003).

Močvarni leđnoljuskaši žive u malim lokvama koje nastaju zadržavanjem vode na površini tla nakon obilnih proljetnih kiša. Takve lokve mogu nastati u jarcima uz ceste i putove, na pašnjacima ili u poplavnim šumama. Kako sredinom ljeta, zbog visokih temperatura i smanjene količine oborina, lokve potpuno isušuju, močvarni leđnoljuskaši su razvili karakterističan način preživljavanja. Naime, vrlo brzo nakon punjenja lokvi vodom dolazi do izlijevanja ovih rakova iz jaja, koja su tijekom suhog razdoblja godine bila zatrpana u površinskom dijelu sedimenta. Nakon izlijevanja rast i razvoj je vrlo brz, pa spolnu zrelost postižu već nekoliko tjedana nakon izlijevanja. Partenogeneza je prevladavajući oblik razmnožavanja iako se neke populacije sastoje od hermafrodita koji se međusobno oplođuju. No mogu se razmnožavati i spolno, što je vrlo rijetko, budući se populacije većinom sastoje od ženki, a samo iznimno se pojavljuju mužjaci. Odrasle ženke jaja nose nekoliko sati u jajnim vrećama prije polaganja, a u tu svrhu je preobražen jedanaesti par pereopoda. Ženke jaja polažu u serijama od po nekoliko jaja, koja su ljepljive površine i viabilna nakon zamrzavanja i isušivanja, koje može trajati duže vremensko razdoblje (čak više od 20 godina) (Brendonck i sur. 2008).

Leđnoljuskaši su svejedi koji se mogu hraniti i obraštajem algi na dnu povremenih lokvi, detritusom, vodenim kukcima, ali postoje slučajevi kad mogu napasti čak i male ribe te biti kanibali. Njima se hrane žabe i ptice.

Predstavnici leđnoljuskaša kao što je rod *Triops*, iznimno su važni za održavanje prirodne ravnoteže u malim vodenim staništima, hraneći se obraštajem algi, ali jednako tako su važni i za ljudsku populaciju, budući se hrane ličinkama komaraca.





### **1.1.3. Red Diplostraca**

Diplostraca su raci kojima je tijelo potpuno ili djelomično zatvoreno unutar dvodijelnog karapaksa sličnog školjci koji je preklopljen no nije leđno stisnut u tvorevine nalik šarkama, a zatvara se poprečnim mišićem za privlačenje. Karapaks može zatvoriti cijeli trup, noge, a često i glavu. Furka im je u obliku kandže (Olesen 2007). Dijele se na školjkoljuskaše (**Conchostraca**), kojima pripadaju podredovi Cyclestherida, Laevicaudata i Spinicaudata te na rašljoticalce (podred Cladocera). Fosilni nalazi upućuju na podrijetlo ove skupine rakova iz razdoblja Devona, a možda i ranijeg razdoblja (Brusca i Brusca 2003, Martin i Davis 2001). Najbrojnija vrstama je skupina Spinicaudata s oko 150 danas poznatih vrsta u svijetu (Brendonck i sur. 2008).

U većine vrsta ove skupine glava je leđno-trbušno spljoštena. Sjedilačke sastavljene oči su združene u čeonom dijelu glave povrh kojih je smješteno jednostavno nauplijevo oko. Prednja ticala (antenule) su reducirana i nisu podijeljena u kolutiće, dok su stražnja ticala (antene) izrasla u velika rašljasta vesla. Obje grane ticala su prekrivene brojnim dlakama. Broj kolutića prsa varira od 10 do 32, a sukladno tome i broj nogu. Kao i kod skupine Notostraca veličina nogu se smanjuje od naprijed prema straga. U ženki vanjski režanj nekoliko srednjih nogu je preobraženo u duge nitaste tvorevine koje služe za držanje jaja s leđne strane tijela ispod ljuske. Glavna uloga prsnih nogu je prijenos hrane prema ustima i respiracija. Škrge su načelno vanjski režnjevi svih prsnih nogu koji su najbliži bazi noge. Tijelo završava velikim hitiniziranim telzonom koji je ili bočno spljošten i nosi par velikih kukica ili je leđno-trbušno spljošten s kratkim kukicama (Brusca i Brusca 2003).

Većina školjkoljuskaša su životinje bentosa iako su mnoge vrste aktivni plivači, osobito tijekom razdoblja razmnožavanja. Vrste koje imaju dvodijelni karapaks izrazito razvijen u oblik sličan ljušturi školjkaša rijetko se spuštaju na dno već uglavnom plivaju s leđnom stranom tijela okrenutom prema gore i otvorenom „ljušturom“. Neke vrste se hrane tako što gutaju sediment s mnoštvom organizama unutar njega, kao što su raci iz reda *Cyzicus*, druge

stružu mikroskopske alge koje rastu na dnu ili vodenim biljkama, kao što su vrste iz roda *Limnadia*. Neke vrste iz roda *Limnadia* lijepe velike nejestive čestice sa specijalnom izlučevinom iz žlijezda koje se nalaze na nogama i izbacuju ih kroz stražnji procijep „ljuštore“ (Brusca i Brusca 2003).

Strategija razmnožavanja je različita. Svi predstavnici porodice Limnadiidae se razmnožavaju partenogenetski i nisu poznati mužjaci. Kod ostalih se povremeno pojavljuju mužjaci u populacijama. Jaja legu u prostor između „ljuštore“ i leđnog dijela tijela ženke. Odložena jaja u nekoj povremenoj lokvi omotana su tvrdom ljuskom i mogu preživjeti presušivanja staništa, zamrzavanje i druge nepovoljne uvjete. Kod nekih vrsta iz jaja će se izleći ličinka čak i nakon sedam godina suše. Razvoj im je izuzetno brz i neki predstavnici roda *Cyzicus* već nakon dvadesetak dana postižu spolnu zrelost (Popović i Gottstein Matočec 2006).



#### **1.1.4. Red Calanoida**

Red Calanoida spada u podrazred Copepoda, a sastoji se od 43 porodice s oko 2000 vrsta koje nastanjuju mora, oceane i slatke vode. Recentna istraživanja morskih špilja ukazala su da predstavnici ovog reda imaju iznimnu važnost u istraživanju evolucijskih odnosa između različitih skupina veslonožaca (Copepoda), budući da neki predstavnici predstavljaju vrlo primitivne oblike (Brusca i Brusca 2003).

Tijelo veslonožaca reda Calanoida je podijeljeno u tri dijela: nešto širi glavopršnjak (cephalotorax), središnji dio tijela ili metasomu i uski zadak ili urosomu. Cefalotoraks i metasoma čine prosomu koja obuhvaća glaveni režanj i 5 režnjeva koji nose noge. Urosoma je sastavljena od 4 pojedinačna članka u ženki i 5 pojedinačnih članaka u mužjaka, premda mogu biti stopljeni kod nekih predstavnika ovog reda. Urosoma završava s parom repnih grana. Čeoni šiljak (rostrum) je obično stopljen s glavenim režnjem. 1. – 4. noga za plivanje je sastavljena od dvije grane. Peta noga je različite građe u ženki i mužjaka (spolni dimorfizam).

Peta noga u ženki ponekad nedostaje, no kada je prisutna može biti sastavljena od dvije ili jedne grane. Kod mužjaka je uvijek prisutna i može biti sastavljena od jedne grane ili može biti velika, kompleksne i potpuno asimetrične građe. Iako predstavnici reda Calanoida imaju nauplijevo oko, njihov osjetilni sustav nije usmjeren na vizualni doživljaj. Privjesci glavenog reznja, osobito prva ticala (antenule), su opremljena dlakama za osjet mehaničkih i kemijskih podražaja, kako bi životinje razlikovale partnera od plijena i predatora. Predstavnici reda Calanoida se primarno hrane suspendiranom hranom, poput fitoplanktona i praživotinja. Koristeći dijelove svog usnog aparata, stvaraju struju vode, prinoseći čestice hrane ustima. Manje čestice hvataju pasivno i usmjeravaju ih prema dlakama čeljusnih nožica te prvom i drugom čeljusti, dok veće čestice pojedinačno zgrabe tako da se bace na njih i stisnu ih drugom čeljusti te potom istisnu vodu. Mnoge porodice ovog reda sadrže rodove koji su karnivorni s mnogobrojnim promjenama u građi usnog aparata (Boxshall 2011, Brusca i Brusca 2003).

Predstavnici ovog reda razmnožavaju se spolnim putem tako što mužjaci prenose spermiju do ženki u paketici tzv. spermatoforama. Većina predstavnika oplođena jaja legu direktno u slobodnu vodu, no neki predstavnici ih nose u jajnim vrećicama, ovojnicama i nakupinama sve dok se ne izlegu. Iz jaja se razvija ličinka nauplij, a životni ciklus obuhvaća 6 nauplijskih stadija i 6 stadija kopepodita, od kojih je zadnji odrasli stadij. Trajanje razvoja od jaja do odrasle faze je 1 do 6 tjedana, iako može trajati i nekoliko mjeseci. Životni vijek odraslih jedinki je od jednog do nekoliko mjeseci. Razvoj je značajno pod utjecajem temperature i količine hrane. Trajna jaja su ljepljive površine i mogu preživjeti duga razdoblja mirovanja (Boxshall 2011, Brusca i Brusca 2003).

Predstavnici ovog reda u slatkim vodama čine ključnu poveznicu unutar hranidbene mreže od jednostaničnih algi i praživotinja pa sve do velikih riba. Njihova brojnost u slatkim vodama može biti tolika da izmet koji proizvedu tijekom nekoliko sati, predstavljaju važan izvor hrane za detritofage (Boxshall 2011, Brusca i Brusca 2003).



#### **1.1.5. Red Cyclopoida**

Ovaj red obuhvaća 12 porodica od kojih su predstavnici porodice Cyclopoidae dobro zastupljeni u slatkovodnim staništima s oko 900 vrsta i podvrsta, većinom s predstavnicima podporodica Cyclopinae i Eucyclopinae (Dole-Olivier i sur. 2000).

Predstavnici reda Cyclopoida su mali rakovi podrazreda veslonožaca (Copepoda) poznati po iznimno brzom kretanju. Predstavnici ovog reda razlikuju se od ostalih veslonožaca po tome što imaju kratka prva ticala (antenule) koja su kraća od dužine glave i tijela tj. najčešće su kraća od polovice duljine tijela te druga ticala (antene) sastavljena od jedne grane. To su veslonošci koji nemaju srce. Prednji dio tijela je zaobljen i oštro odvojen od cjevastog stražnjeg nastavka koji nosi dvije repne rašlje s nejednolikim dlakama. Tijelo mužjaka se obično sastoji od 10 članaka, a tijelo ženke od 9, zbog stapanja dva članka u spolni članak tzv. sjemeno spremište (receptaculum seminis) (Huys i Boxshall 1991).

Rakovi ove skupine razmnožavaju se spolnim putem. Kod većine predstavnika mužjaci sazrijevaju nešto ranije nego ženke, kako bi bili spremni uhvatiti se u prekopulu s još nezrelim ženkama i kako bi osigurali oplodnju. Nakon oplodnje ženka embrije nosi u parnoj ili jednoj vreći pričvršćenoj na prvi abdominalni članak. Ličinački razvoj je metamorfan (Huys i Boxshall 1991).

Predstavnici ovog reda najbrojniji su i najuspješniji među veslonošcima (Copepoda) u kontinentalnim slatkim vodama, kao što su tekućice, jezera, ribnjaci, povremene lokve te podzemna vodena staništa (hiporeik, freatik, špilje). Većinom nastanjuju sediment plitkih voda, plivajući među vodenim biljkama, premda ima povremenih i rijetko stalnih planktonskih predstavnika. Iako su dobri plivači, česti uz dno stajaćica i tekućica, a osim toga aktivno koloniziraju intersticijski sediment. Ne hrane se filtriranjem već tako što koriste vrlo snažne čeljusti. Tvore važnu poveznicu u hranidbenoj mreži slatkih voda, hraneći se

sićušnim jednostaničnim algama, vodenim biljkama, vodenim beskralješnjacima i detritusom te opskrbljujući hranom male i velike ribe te druge vodene organizme. Imaju vrlo važnu ulogu u reguliranju broja ličinki komaraca, prirodno smanjujući njihov broj na staništu. Neke vrste su ključni međudomadari za neke parazite koji mogu ugroziti čovjeka na području Afrike i Azije. Mnogi predstavnici nastanjuju mora i oceane, a među njima ima i mnogo parazitskih vrsta. Red obuhvaća 22 porodice s preko 700 slatkovodnih vrsta. Slatkovodni predstavnici ovog reda pripadaju porodici Cyclopidae s podporodicama Eucyclopinae i Cyclopinae. Neki od rodova imaju iznimnu raznolikost, među kojima su u umjerenom području rodovi *Cyclops* i *Diacyclops* (Dole-Olivier i sur. 2000, Huys i Boxshall 1991).



#### **1.1.6. Red Thermosbaenacea**

Do sada su poznate 34 vrste iz 7 rodova smještenih unutar 4 porodice. Predstavnici ovog reda vrlo su rijetki i uglavnom su stanovnici podzemnih voda.

Predstavnici ovog reda su relikti mora Tetis, široko rasprostranjeni u različitim tipovima podzemnih voda, a rasprostranjeni su od Mediterana preko Karipskih otoka do Meksičkog zaljeva. Današnje područje rasprostranjenosti do sada poznatih vrsta proteže se duž obalne linije nekadašnje granice Tetis mora.

Predstavnici ovog reda nastanjuju podzemne termalne vode, osobito termalne izvore, no prisutne su i u hladnim slatkim i bočatim podzemnim vodama različitih staništa kao što su izvori, intersticijske vode uz obale jezera i mora te špiljska jezera. Uz obalu Jadrana predstavnici ovog reda zabilježeni su u anihalinim špiljama.

To su rakovi malih dimenzija i izduženog tijela ukupne dužine od 1,5 do 5,2 mm, kratkog karapaksa i sedam slobodnih prsnih članaka i tijela bez pigmenta. Mogu imati očne stapke, ali oči su značajno reducirane ili potpuno izostaju bez vidljivog pigmenta, kao prilagodba na

njihov troglobiontski način života. Iza glavenog režnja nema utegnuća niti ima rostruma. Prvi par ticala je višestruko razgranjen ili dvogran. Drugi par nije razgranjen. Kratki karapaks nalik štiti prekriva glavu i člankovita prsa. Razdvojenog su spola. Karapaks ženki je proširen i napuhnut kako bi osigurao ležni prostor u kojem nose jaja i gdje će se embriji izleći u subadultne jedinke. Prvi par prsnih članaka je preobraženo u čeljusne nožice kod kojih može biti prisutan spolni dimorfizam. Svaki od sedam slobodnih prsnih članaka nosi noge za hodanje koje se sastoje od dvije grane i služe životinjama za lokomotorne aktivnosti. Svaka noga hodalice sastoji se od bazalnog segmenta (kokse) kojim je pričvršćena za tijelo životinje i segmenta kojim je pričvršćena za bazalni segment (basis), zatim od egzopodita (od jednog ili dva članka) i endopodita (od pet članaka). Zadak se sastoji od šest članaka i telzona na kraju tijela. Samo prva dva članka zatka imaju kratke nastavke pleopode. Kod roda *Thermosbaena* telzon i šest članaka zatka su spojeni u pleotelzon. Široki i spljošteni pleotelzon te par spljoštenih uropoda tvore repnu lepezu u posteriornom dijelu zatka. Građa usnog aparata nalik na vijence dlaka omogućuje im da njima pometu sitne biljne ostatke s podloge i prinesu ih ustima. Ključna sastavnica prehrane predstavnika koji nastanjuju termalne izvore su alge poput modrozelenih algi, dijatomeja i drugih mikroalgi koje obrastaju kamenu podlogu. Neke vrste se hrane i detritusom biljnog podrijetla. Parenje do sada nije zabilježeno. Razvoj embrija odvija se u ležnom prostoru ženki tijekom čega voda struji među njima zahvaljujući respiratornoj funkciji epipodita između njih. Nakon što završi embrionalni razvoj iz jajne ovojnice se oslobađaju juvenilne jedinke koje su morfološki slične odraslima. Trenutna zakonitost rasprostranjenosti predstavnika ovog reda ukazuje na vezanost s Tetis morem tijekom Miocena, što ukazuje da su postojeće svojte podrijetlom od srodnika koji su živjeli u otvorenim morima. Drugdje je rasprostranjenost u suglasju s raspadom Pangee (Wagner 1994).



### 1.1.7. Mysida

**Rašljonošci (Mysida)** su u slatkim i bočatim vodama zastupljeni sa 72 vrste raspoređene unutar tri porodice. Dvije porodice, Lepidomysidae i Stygiomysidae, su monofiletske s po jednim rodnom svaka, koji nastanjuju podzemne vode, *Spelaeomysis* (9 vrsta) i *Stygiomysis* (7 vrsta). Predstavnici porodice Mysidae daleko su više zastupljeni u kontinentalnim vodama sa 60 vrsta iz 23 roda. Velik broj vrsta iz ove porodice nastanjuje priobalne vode, poput estuarija, delti, morskih špilja i sl. (Martin i Davis 2001, Porter i sur. 2008).

Vrste koje nastanjuju kopnene slatke i bočate vode imaju raspon ukupne dužine tijela od 3 do 22 mm. Oba para ticala su sastavljena od dvije grane (dvograna). Mužjaci imaju snažne čekinje na bazi drugog para ticala. Složene oči na pomičnoj stapci kod nadzemnih predstavnika su crno obojene. Podzemni predstavnici nemaju korneu niti bilo kakvog pigmenta na očnoj stapci, koja je značajno reducirana. Glava i člankovita prsa su čvrsto spojena zajedno u jedinstvenu cjelinu koja se naziva glavopršnjak (cephalotorax). Štitu sličan karapaks prekriva glavu i većinu glavopršnjaka i snažno je srašten ili stopljen s njima na prva 3-4 prsna članka. Na prsima se nalazi osam pari udova sastavljenih od dvije grane. Prvi i ponekad drugi par pereopoda imaju sićušna kliješta koja koriste kao pomoć pri hranjenju. Baza nekih prereiopoda kod ženki imaju ploče kojima formiraju ležni prostor (marsupium). Zadak je sastavljen od 6 kolutića. Svi kolutići su podjednaki osim zadnjeg koji je dvostruko duži. Svaki od prvih pet začanih kolutića nose par dvogranih privjesaka ili pleopoda s donje strane tijela. Pleopodi su obično manji kod ženki nego kod mužjaka, a koriste ih za plivanje. Mužjaci imaju specijalno oblikovane pleopode koji im služe za razmnožavanje. Na kraju zatka se nalazi listu nalik rep ili telzon. Sa svake strane telzona je dvograni uropod. Telzon i uropodi zajedno tvore lepezi sličan rep (Brusca i Brusca 2003, Porter i sur. 2008).

Većina tih vrsta su prilagođene na nektonsko-bentoski način života, iako je mali broj vrsta prilagođen i na pelagički način života. Omnivori su i hrane se suspendiranom tvari ili su strvinari. Neke vrste se pojavljuju s gustim populacijama u kopnenim vodama, predstavljajući

značajan izvor hrane za druge vodene organizme. Važno je naglasiti da je riječ o skupini rakova koja u filogenetskom smislu prolazi značajne transformacije. Ranije se smatralo da se rašljoticalci Mysidacea, koji su unutar nadreda Peracarida, sastoje od dva podreda Mysida i Lophogastrida, međutim novija molekularna istraživanja su podred Mysida podigli na rang reda i Mysidacea kao svojtu ukinuli. Postoje također taksonomska i filogenetska nesuglasja oko porodica koje nastanjuju kopnene vode. Stoga valja naglasiti da su ovdje iznijete činjenice odraz trenutnih saznanja na tom području, budući da podaci molekularnih i morfoloških istraživanja ukazuju da je porodica Stygiomysidae, kojoj pripadaju podzemne vrste, mnogo srodnija rakovima reda Mictacea nego porodicama predstavnika reda Mysida. To ukazuje na činjenicu da je ovu porodicu rašljoticalaca potrebno maknuti iz reda Mysida i definirati ju kao zaseban red Stygiomisida kojeg sačinjavaju predstavnici dviju porodica Stygiomysidae i Lepidomysidae (Meland i Willassen 2007).

Tijelo rašljoticalaca slatkih i boćatih voda je najčešće staklastog izgleda i prozirno. Neke vrste mogu mijenjati boju ovisno o boji okolnog prostora u kojem žive, pa tako mogu poprimiti maslinasto zelenu boju ukoliko žive među zelenim algama. Rašljoticalci su vrlo pokretni rakovi, provodeći veći dio svojih aktivnosti plivajući. Mogu se naglo kretati u svim smjerovima, osobito ako su uznemireni, podvlačeći lepezast rep ispod zatka (Brusca i Brusca 2003).

Tijekom razmnožavanja mužjaci ne traže aktivno ženke, već receptivne ženke otpuštaju feromone kako bi privukle mužjake. Mužjaci i ženke se tijekom razmnožavanja približe paralelno jedan drugome tako što spoje tijela s trbušne strane, stavivši glavu uz glavu i rep uz rep. Mužjak otpusti spermu u ležni prostor ženke. Nakon otprilike 30 minuta ženka ispusti jaja u ležni prostor gdje budu oplođena. Nakon što se iz jaja izlegu juvenilne jединke zadrže se još nekoliko tjedana ili mjeseci u ležnom prostoru, ovisno o vrsti i temperaturnim uvjetima. Juvenilne jединke napuštaju ležni prostor kad su im potpuno razvijeni tjelesni privjesci. Spolnu zrelost mogu doseći već nakon mjesec dana pri temperaturi od 20°C (McKenney 1996).





#### **1.1.8. Red Amphipoda**

Rakušci (red Amphipoda) su makroskopski rakovi iz razreda Malacostraca, specifične građe koja se odlikuje bočno spljoštenim tijelom (za većinu vrsta), složenim sesilnim očima kod nadzemnih vrsta ili bez očiju kod podzemnih te nedostatkom karapaksa i jasnog prijelaza između prsnog i začanog dijela tijela. Zajedno s rakovima iz redova Isopoda, Cumacea, Mysida i Tanaidacea, rakušci pripadaju u nadred Peracarida, a svima je zajedničko postojanje ventralnog ležnog prostora ili marsupijuma kod ženki. U njemu ženke nose embrije i tek izlegle juvenilne jedinke, a formiraju ga pločice oostegiti, izdanci na koksalnim člancima prsnih nogu. Razvoj embrija kod svih rakova iz nadreda Peracarida je direktan bez ličinačkog stadija, a juvenilne jedinke (postlarvae) nakon napuštanja marsupija posjeduju većinu morfoloških značajki odraslih jedinki. Većina od ukupno 9100 vrsta i podvrsta rakušaca razvrstanih u preko 100 porodica, nastanjuje morska staništa, no mnoge vrste dolaze u slatkim i bočatim vodama, a kopnena staništa nastanjuju vrste iz samo jedne porodice. No značajno je naglasiti da je klasifikacija unutar recentnog reda Amphipoda u tijeku vrlo značajnih izmjena i dopuna, pri čemu su kladističke analize porodica spomenutog reda među visoko prioritarnim istraživanjima. Većina rakušaca su morske vrste, dok slatke vode svijeta, prema podacima iz 2005. g., naseljava samo oko 20% ukupne poznate raznolikosti rakušaca (odn. oko 1870 od ukupno oko 9100 poznatih vrsta i podvrsta rakušaca). Stvarna raznolikost bi mogla biti i nekoliko puta veća. Najbrojniji su u hladnim i umjerenim područjima, a posebice veliku raznolikost rakušaca nalazimo u podzemnim vodama, nadzemnim tekućicama i starim jezerima umjerenog pojasa, dok su rijetki u tropskim područjima. Nadporodica Gammaroidea najbrojnija je u kontinentalnim vodama, s oko 800 vrsta i podvrsta široko rasprostranjenih na području Holarktika, najviše doprinosi raznolikosti nadzemnih rakušaca na području Palearktika. Rod koji značajno doprinosi raznolikosti slatkovodnih površinskih rakušaca je rod *Gammarus* s preko 100 vrsta rasprostranjenih na području sjeverne polutke (Karaman i Pinkster 1977, Väinölä i sur. 2008).

Rakušci se pojavljuju u različitim veličinama i oblicima, no većina ima izduženo tijelo u obliku slova C koje je bočno spljošteno. Najčešći raspon ukupne dužine tijela je od 5 do 15 milimetara, no velik broj vrsta u podzemlju Hrvatske je duži od 15 mm. Oba para ticala su dobro razvijeni i nisu razgranata. Prsa su sastavljena od osam članaka od kojih svaki nosi privjesak sastavljen od jedne grane. Čeljusne noge su ključni dio usnog aparata i sudjeluju u ishrani rakušaca, dok preostalih sedam pari nogu na prsnom dijelu sudjeluje u hodanju, skakanju, gmizanju, za kopanje rupa i nazivaju se pereopodi. Prva dva para nose dobro razvijena kliješta i nazivaju se gnatopodi, kojima zgrabe plijen. Pri bazi pereiopoda nalaze se škrge. Zadak se sastoji od šest članaka s tri privjeska koji se nazivaju pleopodi. Rakušci pleopode koriste za stvaranje struje vode prema škragama pri bazi pereiopoda. Na stražnja tri članka zatka nalaze se uropodi koje koriste za ukopavanje i kopanje, skakanje i plivanje. Na kraju zatka nalazi se mali, repu nalik nastavak koji se zove telzon. Kod nekih predstavnika je telzon stopljen sa zadnjim začanim nastavkom u pleotelzon (Brusca i Brusca 2003, Väinölä i sur. 2008).

Predstavnici podreda Gammaridea igraju značajnu ulogu u ekološkim nišama različitih ekoloških sustava. Mogu se pojavljivati s iznimno velikom gustoćom populacija, kao i velikom raznolikošću vrsta na uskom području rasprostranjenosti. Razmnožavanje se odvija uz vanjsku oplodnju, a ponašanje tijekom parenja varira kod različitih vrsta. Tipičan primjer je da mužjaci pronalaze predrasplodnu ženku koristeći ticala kako bi otkrili feromone ženke. Mužjaci tada zajašu ženke ili ih vuku, a ženke okrenu svoj leđa prema njegovom truhu nekoliko dana. Ženke prolaze kroz fazu presvlačenja, signalizirajući da su sposobne razmnožavati se. Oplodnja se odvija u ležnom prostoru (marsupiju), gdje su jaja izležena i potom ventilirana udaranjem pleopoda. Predstavnici skupine Amphipoda se direktno razvijaju, a u prosjeku imaju dvadeset presvlačenja tijekom tipičnog jednogodišnjeg ciklusa (Rupert i Barnes 1994).

Karakterističnim izvorom hrane za rakušace smatra se detritus i listinac, a moguće je da znatan udio hranjivih tvari dobivaju od prisutnog obraštaja bakterija i gljivica. Ipak, većina vrsta je omnivorna, s vrlo širokim spektrom izvora hrane, pa su između ostalog poznate predatorske vrste, bakteriofagi, fitofagi, koprofagi, strvinari, paraziti, mogu se hraniti suspendiranim česticama biljnog i životinjskog podrijetla, a zabilježen je i kanibalizam.

Međusobna predacija između pripadnika istog roda može biti značajan čimbenik koji određuje granice rasprostranjenosti i gustoću populacija rakušaca, a posebice ugrožava juvenilne jedinke i jedinke tijekom presvlačenja. Kod nekih vrsta izražena je i predacija mužjaka prema reproduktivnim ženjkama istog roda (Väinölä i sur. 2008).

Mnoge vrste mogu stvarati i živjeti u cijevčicama napravljenim od različitog supstrata, sljepljenog izlučevinama žlijezda na četvrtom i petom pereopodu. Osim toga, mogu živjeti kao komenzali s drugim beskralješnjacima ili biti paraziti na drugim beskralješnjacima (Conlan i Bousfield 1982).

Pošto su gustoćom populacija često dominantni ili subdominantni u zajednicama litorala (posebice u tekućicama), rakušci su važan posrednik između primarne i sekundarne produkcije. Razlaganjem nežive organske tvari pomažu oslobađanju hranjivih tvari vezanih u detritusu te njihovom kruženju. Prema funkcionalnim grupama beskralješnjaka u tekućicama rod *Gammarus* spp. se smatra glavnim usitnjivačem velike količine krupno partikulirane organske materije kao što je listinac (MacNeil i sur. 1997). Rakušci su važan izvor hrane za karnivorne beskralješnjake, ribe i druge kralješnjake te se često navode kao bitan ili čak glavni izvor hrane za razne vrste riba. Kao predatori rakušaca navode se i ličinke daždevnjaka. Riječne vrste rakušaca su posebno osjetljive na predaciju tijekom drifta, kada ih intenzivno love ribe i vodene ptice (MacNeil i sur. 1999).



**1.1.9. Red Isopoda**

**Jednakonožni raci (Isopoda)** slatkih i boćatih voda imaju tijelo leđno-trbušno spljošteno, a sastoji se od tri jasno odvojena dijela: glave (cephalon), prsa (pereon) i zatka (pleon). Cephalon je spojen s prvim kolutićem prsa. Na glavi se nalaze sesilne složene oči, par prvih i par drugih ticala i četiri para usnih privjesaka (par gornjih čeljusti, par maksilula, par donjih čeljusti i par čeljusnih nožica). Na prsima imaju sedam pari nogu hodalica (po jedan par na

svakom segmentu prsa), koje su sve identične građe. Na kraju zatka su dva parna nastavka koji se nazivaju uropodi (Brusca i Brusca 2003).

Raspon veličine tijela slatkovodnih europskih vrsta je od 0,5 do 30 mm. Jednakonožni raci jako variraju u obojenosti tijela od gotovo tamno sive do bijele boje ili su gotovo prozirni.

U svijetu je poznato oko 950 vrsta koje nastanjuju kontinentalne vode, a smatra se da je još oko 1400 vrsta neopisano. Do sada opisane vrste uglavnom su predstavnici podreda Asellota, kao ujedno jedne od najraznolikijih skupina jednakonožnih rakova i u smislu porodica i u smislu vrsta. Podred Phreatoicidea najbogatiji je endemičnim rodovima (Wilson 2008).

Jednakonožni raci su loši plivači, prilagođeni uglavnom na život kao strvinari ili pridneni puzači. Njihova prehrana je prilično raznolika, od biljnog materijala (živog ili uginulog), preko životinja (živih ili uginulih), gljiva, pa do fekalija. Predstavnici porodice Sphaeromatidae su omnivori, dok su predstavnici porodice Cirolanidae poznati kao vrlo okrutni predatori. Predstavnici porodice Asellidae poznati su kao usitnjivači listinca te imaju endosimbiontske bakterije za njihovo razlaganje (Wilson 2008).

Jedinke jednakonožnih rakova su osobito osjetljive tijekom razdolja presvlačenja. Razdvojenog su spola, pri čemu mužjaci prenose spermu do ženki tako što ju obuhvate s leđne strane i presavinu svoj abdomen do spolnih otvora ženke s trbušne strane. Ženke su fertile i sposobne su rasplodivati se samo tijekom razdoblja presvlačenja, kada odbace vanjski tvrdi skelet. Ženke nekih vrsta sposobne su pohraniti spermu na veći broj mjeseci. Jaja tj. embriji i juvenilne jedinke razvijaju se u ležnom prostoru kojeg tvore listićavi izdanci (oostegiti) prednjih 4 – 5 pari nogu hodalica (pereopodi) koji se pločasto slažu i zatvaraju s donje strane ležni prostor (Brusca i Brusca 2003).

Jednakonožni raci slatkih voda nastanjuju različite tipove nadzemnih lotičkih i lentičkih staništa, kao što je npr. široko rasprostranjena europska vrsta *Asellus aquaticus*, no mnoge vrste žive i u podzemnim staništima (Wilson 2008). Na području Hrvatske je do sada zabilježeno 27 obligatnih podzemnih jednakonožnih rakova (Gottstein Matočec i sur. 2002a, nadopunjeno).



#### **1.1.10. Red Decapoda**

Deseteronošci (Decapoda) su raci s oklopom, velikog glavopršnjaka koji je s glavom srastao s leđne strane sa svih 8 članaka (pereiomera). Postrani rubovi pereiomera su slobodni te kao škržni pokrovi, branhiostegiti, zatvaraju oko bokova tijela sa svake strane prostranu škržnu šupljinu. Na prednjem dijelu glavopršnjaka se produljuje u glavni šiljak (rostrum). Oči su im na pokretnim drščima, dok kod podzemnih rakova nema razvijenih očiju već su samo gole očne stapke. Drugi par ticala imaju na krajevima kraćeg stučka 2 ili 3 manja biča na kojima su mnogobrojne osjetne stanice. Prvi par ticala ima vrlo dugi bič, a kod dugorepih deseteronožaca vanjski je ogranak proširen u veću ljusku. Pri dnu tih ticala je kvržica na kojoj je otvor ticalne žlijezde. Oko usta imaju čvrste usne organe, gornje čeljusti i oba para donjih čeljusti. Na osam pari prsnih nogu (pereiopoda) su prisutne značajne morfološke promjene. Prva 3 para su priklopljena glavi kao čeljusne noge, te je prvi par poput čeljusti jako spušten, dok su druga dva para sličnija nogama, samo su mnogo kraća. Ostalih 5 pari prsnih nogu su hodalice, a prvi, ili više pari, imaju krajeve preobražene u kliješta. Na svakoj prsnoj nozi izrasla su u škržnu šupljinu 1-3 čuperka rasperjanih škrge, podobranhija. Škrge su raspoređene u dva niza, a nazvane su prema mjestu gdje su pričvršćene. Pleon je kod deseteronožaca različit. Kod jednog dijela je dugačak te završava širokom repnom lepezom koju sastavljaju povećani i prošireni zadnji pleopodi (uropodi) zajedno s telzonom. Takav pleon imaju dugorepci. Manji, mekani pleon, obično bez repne lepeze, imaju srednjerepci. Još manji pak pleon bez repne lepeze, zavrnut poput male trokutne pločice ispod glavopršnjaka, imaju kratkorepci. Kod njih su i ticala neznatna i položena u posebnim jamicama sprijeda na glavopršnjaku. Na pleonu deseteronošci obično imaju 5 pari manjih rašljastih nožica za plivanje. Kod mužjaka su prva dva para potpuno ili djelomično preobražena u organe za parenje (gonopode) (Brusca i Brusca 2003).

Pri parenju deseteronošci obično ispuštaju spermatofores, jer njihovo sjeme nije pokretno, nego ima oblik zvjezdice ili čavlića (spermatosom). Manji broj vrsta deseteronožaca ispušta

jajašca u vodu. Obično ih nose ženke prilijepljena ispod zatka o začane noge (pleopode). Mladi se razvijaju metamorfozom. Samo kod rijetkih deseteronožaca, kao i nekih plivača, mlado izađe iz jajašca kao ličinka – nauplij. Kod većine izađe u stanju naprednije ličinke zoeje, obično sa 7 pari duljih nogu za plivanje, a od kojih poslije nastanu čeljusne noge. Riječni rakovi izađu iz jajašca već gotovo potpuno razvijeni, samo s neznatno razvijenom repnom perajom (Brusca i Brusca 2003).

Među kozicama (Caridea) u slatkim vodama dominiraju predstavnici porodica Atyidae i Palaemonidae. Do danas je poznato više od 650 slatkovodnih vrsta kozica, s predstavnicima porodica Atyidae i Palaemonidae koji su najspecijaliziraniji za slatke vode. Najbrojnija vrstama i podvrstama je porodica Atyidae s preko 360 vrsta, te porodica Palaemonidae s 276 vrsta i podvrsta. Nastanjuju raznolika staništa, od brdskih potoka, rijeke, podzemna staništa, pa sve do nizinskih eutroficiranih staništa (De Grave i sur. 2008). Vrste uske temperaturne valencije su podzemne vrste deseteronožnih rakova od kojih su na području Hrvatske rasprostranjene samo vrste iz porodice Atyidae (rod *Troglocaris*). Uglavnom se vrlo malo zna o životnom ciklusu, ekologiji i evoluciji podzemnih deseteronožnih rakova, pa tako i podzemnih kozica roda *Troglocaris*. Morfološka obilježja koja upućuju na stalni život u podzemlju odnose se na nedostatak pigmenta, produženje tjelesnih privjesaka, reduciranost očiju i sl., što može biti vrlo jasan dokaz života u potpunoj tami, tj. dokaz da možemo govoriti o stigobiontima, pravim stanovnicima podzemnih voda. Podzemne slatkovodne kozice roda *Troglocaris* su upravo s izrazitom troglomorfnosću, što ukazuje na visoki stupanj prilagođenosti na život u podzemnim vodenim biotopima, a očituje se u potpunom nedostatku pigmenta, prisutnosti rudimentarnih očnih stapki bez pigmenta i oma, ali s osjetilnim dlačicama, izduženosti pereopoda, specifičnoj građi prvog i drugog para kliješta koje na distalnom rubu imaju guste snopove mekih četina, prisutnosti izrazito dugih antena s velikim brojem osjetilnih receptora. Specifična ekološka obilježja podzemnih sustava, poput potpune stalne tame, heterotrofnosti, izostanka primarnih producenata, ovisnosti o alohtonom materijalu kao energetske bazi, rezultiralo je i čitavim nizom drugih etoloških i fizioloških prilagodbi podzemnih kozica na život u podzemnim staništima. Područje Dinarida odlikuje se izrazitom raznolikošću podzemnih staništa, što je odraz velikih razlika u geologiji, geomorfologiji, tektonici i sl. njihovih pojedinih dijelova. Stoga vrste roda *Troglocaris* na području Dinarida nastanjuju široki spektar različitih tipova podzemnih staništa, od

priobalnih anihalinih špilja s podzemnim jezerima do velikih podzemnih sustava s protočnom vodom u kontinentalnom dijelu (Gottstein Matočec 2003).

## 2. PREGLED GLAVNIH UZROKA UGROŽENOSTI

Svjedoci smo sve veće potrebe za praćenjem stanja i trendova biološke raznolikosti u slatkim vodama kako bi se kvantificirali učinci ljudskih aktivnosti na slatkovodne sustave i poboljšala zaštita slatkovodne bioraznolikosti. Unatoč znakovima brzih i destruktivnih promjena u slatkovodnim ekosustavima, bioraznolikost slatkih voda ostaje niskog prioriteta u globalnim inicijativama zaštite koje vode državne i međudržavne organizacije. Kao primjer možemo navesti jezera i njihova slivna područja, koji su dramatično slabo zastupljeni u zaštićenim područjima i mjerama zaštite, iako smo suočeni s ozbiljnom degradacijom ovih staništa. Nedostatak konzervacijske strategije te strategije upravljanja slatkovodnim ekosustavima u cilju otklanjanja štetnih promjena u slatkovodnim staništima pojavljuju se sve češće i u Hrvatskoj, čime se povećava potencijal trajnog gubitka raznolikih vodenih staništa i pripadajuće faune. Praćenje stanja bioraznolikosti slatkih voda, pa tako i predstavnika koljena Crustacea je od esencijalne važnosti za kvantificiranje utjecaja ljudskih aktivnosti na slatkovodne sustave i poboljšanje zaštite bioraznolikosti u slatkim vodama. Procjena globalnih trendova za bioraznolikost slatkih voda je također ključno sredstvo za strategiju upravljanja, s obzirom da se studije o klimatskim promjenama i vodnim resursima te sustavi za upravljanje podacima trenutno razvijaju na globalnoj razini (GWSP - Global Water System Programme, mrežna stranica <http://www.gwsp.org/>)(Lévêque i sur. 2005). Magnituda odgovora slatkovodnih ekosustava na globalne promjene ovisit će o složenom nizu fizičkih i bioloških čimbenika. Ove promjene će izravno utjecati na preživljavanje, razmnožavanje i rast organizama, kao i rasprostranjenost, otpornost i raznolikost vrsta. Globalne promjene se prvenstveno odnose na promjenu klime, koja će se značajno negativno odraziti na slatkovodne ekosustave kroz veći raspon temperatura i promjenu režima oborina (količine, godišnji raspored, mjesečni minimumi i maksimumi, itd.). Oba čimbenika u izmijenjenom statusu mogu uzrokovati promjene u rasprostranjenosti slatkovodnih organizama, kao i promjene fiziologije i biologije pojedinih vrsta.

Zbog skromnih sredstava koja se ulažu u istraživanja slatkovodnih beskralješnjaka znanstvene spoznaje o njima su daleko manje u usporedbi s vrstama kralješnjaka. Da bi se neka vrsta zakonski zaštitila potrebno je imati podatke o taksonomskim granicama vrste, njezinoj prošloj i trenutnoj rasprostranjenosti i brojnosti, aktualnim trendovima u



rasprostranjivanju, veličini i vijabilnosti populacija. Planiranje oporavka pojedinih populacija, uz spomenuto, zahtjeva i poznavanje postojećih i potencijalnih prijetnji za te populacije te aktivnosti kojima će se doprinijeti dugoročnom opstanku vrste. Za većinu vrsta i populacija slatkovodnih beskralješnjaka takvi podaci ne postoje, a donekle potpuni podaci postoje za manji broj vrsta. Posljedica toga je da je većina vrsta slatkovodnih beskralješnjaka izostavljena iz konvencionalne zaštite bazirane na zaštiti pojedinačnih vrsta (Strayer, 2006), pa tako i predstavnici potkoljena Crustacea.

Procjena stupnja ugroženosti pojedinih vrsta rakova u ovom priručniku i u okviru ovog projekta bazira se na standardnim principima i recentnim kategorijama IUCN-a, što će biti detaljnije pojašnjeno u sljedećem poglavlju. Važno je napomenuti da se ovdje izneseni pregled uzroka ugroženosti predstavnika potkoljena Crustacea temelji na iskustvima specijalista za pojedine redove i literaturnim podacima, a prikazan je kroz pregled ugroženosti pojedinih tipova staništa, s navedenim primjerima za pojedine lokalitete na području Hrvatske.

## **2.1. Povremena i stalna močvarna staništa**

Predstavnici velikih škrgonožaca (Branchiopoda: Anostraca, Notostraca i Diplostraca) ključni su za praćenje stanja i funkcioniranja povremenih močvarnih područja. Problemi u vezi zaštite raznolikosti rakova redova Anostraca, Notostraca i Diplostraca su slični ili gotovo isti u svim europskim zemljama. Najveću prijetnju predstavljaju promjene prirodnih područja (fizička destrukcija, hidrološke promjene i urbanizacija). Zbog toga dolazi do smanjenja raznolikosti, a najdrastičniji primjer je Belgija, gdje je došlo do nestajanja gotovo svih predstavnika faune škrgonožaca (Branchiopoda) u prošlom stoljeću. Globalni nestanak i drastično pogoršanje uvjeta u povremenim lokvama zadnjih nekoliko desetljeća uzrokovalo je trajni nestanak 40% povremenih lokvi na području Engleske u razdoblju od drugog svjetskog rata do danas. Istraživanja na području SADa ukazuju na nestanak 50 do čak 90% povremenih lokvi na području Kalifornije. Za mnoge nerazvijene zemlje nema nikakvih podataka, no trend je zasigurno vrlo sličan. U većini europskih zemalja postoji zakonska regulativa u cilju zaštite biološke raznolikosti. Za neke zemlje publicirane su crvene liste, kao

što je crvena lista bezljuskaša Italije (Mura 1999). Osnovne poteškoće u pripremi ovih dokumenata potiču od nedostatka relevantnih podataka, a činjenica da se oplođena jaja ovih organizama mogu aktivirati i nakon više godina, dodatno otežava rad na kategoriziranju pojedinih svojti. Najbolji rezultati u promoviranju i zaštiti faune Branchiopoda među europskim zemljama postignuti su u Austriji, gdje je pokazano da uspjeh ovih akcija uvelike ovisi o uključivanju šire javnosti (Eder i Hödl 2002). Tijekom posljednjeg desetljeća prošlog stoljeća pojavilo se niz inicijativa u cilju zaštite raznolikosti ove skupine u cijelom svijetu u okviru IUCN-a. Posljednja, Invertebrate Scoping Workshop, naglašava potrebu razvoja i implementacije projekata na obnavljanju efemernih vodenih staništa. Iako postoje podaci da 80% vrsta Anostraca na Balkanu ima određeni stupanj ugroženosti na osnovu IUCN kriterija, Crvene Liste ugroženih vrsta ne postoje u većini susjednih zemalja, a primjeri najčešće indirektno zaštićenih staništa su sporadični (Cvetković-Miličić i Petrov 2001). Kao i kod ostalih skupina životinja, zaštitu Branchiopoda treba provoditi preko zaštite njihovih staništa. Reintegracija vodenih površina u prirodne cjeline, kao i zaštita postojećih prirodnih staništa, doprinijeli bi povećanju raznolikosti i opstanku Branchiopoda u budućnosti. Nestanak ptica močvarica u nekom području te prestanak tradicionalnog stočarenja može značajno smanjiti mogućnost prenošenja trajnih zimskih jaja iz lokve u lokvu, što značajno negativno utječe na populacije ovih rakova, smanjujući gustoće populacija iz godine u godinu i sve češćeg potpunog nestanka iz nekih poplavnih područja.

Znatni zahvati melioracije (npr. delta Neretve, Čepičko polje) te isušivanje krških polja (Ličko, Gacko i Kravsko polje te velik broj manjih krških polja), znatno su smanjili ili potpuno uništili brojna staništa ovih rakova, što je dovelo do značajnog smanjenja areala velikog broja vrsta iz različitih skupina.

Negativne posljedice ljudske aktivnosti u poplavnim dolinama velikih rijeka očituju se u vidu pretjeranog unosa hranjivih tvari, poput dušika i fosfora iz točasnih i raspršenih izvora, kao i nekontrolirani i neograničeni unos pesticida koji perzistiraju unutar takvih ekoloških sustava dugi niz godina. Eutrofikacija, kao posljedica zasićenja stajaćih voda hranjivim tvarima, vodi do značajnih promjena u sastavu i relativnoj brojnosti predstavnika rakova u pelagijalu i smanjenju biološke raznolikosti bentoskih rakova, osobito zbog značajnog smanjenja koncentracije kisika u vodi. Navedene negativne posljedice najočitije su na području donjeg

toka delte Neretve kao posljedica korištenja dušičnih gnojiva i pesticida za potrebe poljoprivrede.

## **2.2. Estuariji i riječna ušća**

Abiotički čimbenik koji znatno utječe na rasprostranjenost vrsta rakova bočatih voda na područjima riječnih ušća koja su u doticaju s morem i estuarija je salinitet. Velike oscilacije saliniteta uslijed djelovanja plime i oseke te prodiranje mora u pridnenim dijelovima rijeke relativno daleko u unutrašnjost kopna posljedica su kanaliziranja vodotoka, promjene režima protoka tekućica te posljedično promjene tlaka slatke vode, što značajno ugrožava slatkovodne vrste koje nastanjuju vodotoke koji se ulijevaju u Jadransko more. Zaslanjivanje delte Neretve je posljedica smanjenog dotoka slatke vode zbog izgradnje hidroakumulacija u gornjim horizontima Neretve, reduciranog donosa sedimenta zbog taloženja istog u akumulacijama a kao konačna posljedica je tonjenje delte i sve intenzivnije zaslanjivanje.

## **2.3. Tekućice**

Utjecaj čovjeka na tekućice, uključivo i izvore, toliko je velik da će voda u budućnosti biti glavni ograničavajući čimbenik za čovječanstvo. Korištenje vode postaje toliko intenzivno da dovodi do smanjivanja razine podzemnih voda, a time i do presušivanja velikog broja izvora. Osim crpljenja vode izvorsku faunu ugrožavaju mnoge druge promjene nastale djelovanjem čovjeka. Različite konstrukcije mijenjaju brzinu strujanja vode, sječa šuma na području sliva izvora utječe na smanjenje protoka. Onečišćenje zbog intenzivne poljoprivrede na području sliva dovodi do povećanja nutrijenata i prisutnosti pesticida u izvorskoj vodi (Webb i sur. 1998). Utjecaj tih promjena može dovesti do nestajanja mnogih rijetkih i endemičnih izvorskih specijalista. Izuzetno je važno naglasiti visoki stupanj devastacije malih izvora, poput pištalina, koji su potpuno zanemareni u procjenama utjecaja različitih zahvata na okoliš, a koji predstavljaju ključna staništa za mnoge rijetke i ugrožene vrste polupodzemnih rakova roda *Niphargus*. Pištaline hipotelminoreičke zone predstavljaju ključna mjesta procjeđivanja vode iz izoliranih lokalnih vodonosnika i kao takve iznimno su ugrožene bilo

kakvim mehaničkim i hidrotehničkim zahvatima u okolišu. Na području Samoborskog gorja, na potezu od sela Rude prema Braslovju zbog gradnje retencije na rijeci Gradni potpuno je hidrološki i mehanički uništeno jedno takvo stanište. Upravljanje izvorišnim područjima u smislu vodnog gospodarstva, gospodarenja šumama i dr. u mnogim dijelovima svijeta, pa tako i u Hrvatskoj, nije odgovarajući te su mnogi izvori u potpunosti uništeni ili značajno devastirani. Glavni oblici uništavanja izvora u Hrvatskoj su prekomjerno crpljenje vode za piće, osobito u posljednjih desetak godina kada je drastično porastao broj koncesionara za punionice vode, posljedično mehaničko uništenje staništa i šireg okruženja (usprkos zakonskim regulativama) te drastično smanjenje kvalitete vode, osobito usljed sječe šuma, promjene sastava vegetacije, gradnje cesta, itd.

Hidrolozi su još tijekom 70-tih godina 20. stoljeća uočili negativne učinke izgradnje akumulacija za potrebe proizvodnje električne energije, razlučivši kratkoročne i dugoročne posljedice po tekućice na kojem je zahvat učinjen (El-Shamy 1977). Akumulacijska jezera na riječnim sustavima, povezana s velikim branama značajno mijenjaju protok i temperaturne prilike u dijelu vodotoka nizvodno od brane (Žganec i Gottstein 2009). Osim spomenutog negativne učinke na populacije slatkovodnih rakova, kao posljedica izgradnje hidroakumulacija, imaju i sljedeće promjene: promjena razine vodnog lica, geofizička nestabilnost okoliša, promjena razine hranjivih tvari, pad razine protoka vode nizvodno od brane, povećana sedimentacija u akumulaciji, presušivanje izvora i/ili aktiviranje novih izvora zbog izlaska vode iz akumulacije, povećanje seizmičke aktivnosti, promjena sastava biljnih vrsta i gubitak vegetacije, ukupno smanjenje broja vrsta vodenih beskralješnjaka i kralješnjaka. Sve navedeno utvrđeno je u svim dijelovima Hrvatske gdje su prisutne manje ili veće akumulacije.

Izgradnja hidroelektrana, kanaliziranje vodotoka i iskapanje sedimenta dovodi do drastičnog smanjenja sedimenta u vodotocima, što znači da velike rijeke odnose i gube više sedimenta nego što ih generiraju iz uzvodnih dijelova toka. Stoga rijeke otplavljaju sediment iz korita, koje se sve više produbljuje, što dovodi do snižavanja razine podzemnih voda. Erozijska dna tekućica i pad razine podzemnih voda uzrokuje pad razine površinskih voda u mrtvajama, što ubrzava sukcesiju, te one presušuju i prelaze u šume. Kako bi se usporio ovaj negativan trend potrebno je rijeci ostaviti širi prostor i dozvoliti da rijeka u njemu slobodno meandrira. Široko

korito rijeke osigurava manje promjene vodostaja, a meandriranje smanjuje nagib rijeke te ju usporava, što usporava eroziju riječnog korita (Grlica 2008, Kuspilić i Bekić 2004). Očuvanjem dinamičkih procesa u riječnim sustavima osiguravamo opstanak najvrijednijih staništa i najugroženijih vrsta, a zaustavlja se i proces opadanja razine podzemnih voda. Sužavanje poplavnih riječnih dolina, kao posljedica kanaliziranja i ukapanja rijeke u korito, dovodi do sušenja poplavnih šuma (npr. šuma Repaš) (Grlica 2008), što ima dalekosežne negativne posljedice na mnogobrojne slatkovodne ekosustave i pripadajuće zajednice rakova te ostalih slatkovodnih organizama. U Hrvatskoj je u više od 80% vodotoka regulirano korito, čime je u poplavnim dolinama velikih rijeka drastično izmijenjen prirodni režim plavljenja (riječne doline slijevova Save, Drave, Mirne, Raše,...), a protok vode u koritima je s velikim oscilacijama tijekom godine.

Osim toga, značajan je negativni utjecaj na vodotoke usljed potrebe za navodnjavanjem poljoprivrednih površina. Tijekom ljetnih mjeseci korita mnogih vodotoka panonskog i dinarskog dijela Hrvatske zbog toga ostaju suha, što dugoročno značajno reducira kvalitetu staništa te sastav vrsta i brojnost jedinki rakova u tom vodotoku.

U kontinentalnom dijelu Hrvatske posljednjih desetak godina svjedoci smo sve većih promjena u sastavu zajednica mnogih skupina rakova zbog sve većeg negativnog utjecaja invazivnih vrsta iz Pontokaspijskog bazena kao i američkih vrsta (Maguire i Gottstein 2004, Maguire i sur. 2011, Žganec i sur. 2009, 2010). Negativni učinak invazivnih vrsta beskralješnjaka na vodotoke može biti izuzetno velik, budući da značajno reduciraju gustoću zooplanktona te tako indirektno negativno djeluju i na konzumente višeg reda, osobito planktivorne vrste riba. U konačnici utjecaj invazivnih vrsta u slatkovodnim ekosustavima vodi k jednolikosti zajednica rakova i nereverzibilnoj promjeni sastava vrsta (Lévêque i sur. 2005).

#### **2.4. Podzemna staništa**

Praćenje ugroženosti rakova u podzemnom okolišu iziskuje kompleksnu analizu koja među mnogim komponentama obuhvaća i analizu kemijskih i fizičkih svojstava glavnih geoloških sustava, budući da je osjetljivost i otpornost staništa i pripadajućih organizama u različitim

sustavima različita. Negativni utjecaji na okolišni integritet u podzemnim sustavima imaju specifična obilježja i zbog različitog podrijetla, kao što su npr. fizikalno-kemijski agensi, fizičke promjene okoliša (mehanička devastacija špilja), točkasti antropogeni utjecaj itd. Svi oni u konačnici vode do uništenja različitog opsega.

Kontinuirano i prekomjerno ispumpavanje vode iz podzemnih sustava uzrokuje snižavanje razine vodonosnika i promjenu smjera tečenja podzemnih voda. Vode koje su punile tekućice više ne teku u tom smjeru, dok u nekim dijelovima vode iz tekućica teku u podzemne sustave, što vodi do drastičnog snižavanja razine vode u nadzemnim tokovima. Zagađivala odložena na površini zemlje mogu se procijediti do vodnog lica i mogu pogoršati kvalitetu podzemnih voda, krećući se prema mjestu crpljenja podzemnih voda (bunaru ili vodotoku). Potencijalna opasnost postoji i od zagađivala iz vodotoka koji ulaze u podzemne sustave. Zagađivala odložena na površini zemlje mogu se procijediti do vodnog lica i mogu pogoršati kvalitetu podzemnih voda. Kako podzemne vode teku kroz zemlju, metali poput željeza i mangana se otopaju i mogu se kasnije naći u visokim koncentracijama u vodi. Obično se kreću prema mjestu crpljenja podzemnih voda (bunaru ili vodotoku). Industrijski ispusti, aktivnosti unutar urbanih zona, poljoprivreda, crpljenje podzemnih voda i odlaganje otpada mogu značajno negativno utjecati na kvalitetu podzemnih voda. Onečišćenja mogu biti iz spremnika goriva ili kemijski otrovi, pesticidi i gnojiva koji se se primjenjuju na travnjacima i usjevima, a koji se mogu akumulirati i putovati prema podzemnim vodama, istjecanje iz septičkih jama i/ili otpad-odlagališta koji mogu uvesti bakterije u podzemne vode, itd. Posljedice različitih tipova onečišćenja u Pazinskoj jami vidljive su i više od 10 godina nakon što su prvi puta zabilježena (Gottstein Matočec i sur. 2002b). Od 80tih godina prošlog stoljeća bilježe se nalazi teških metala i drugih toksičnih supstanci u vodi nekoliko vodocrpilišta grada Zagreba. Zbog kemijskog onečišćenja sredinom 80tih zatvorena su vodocrpilišta u Daničićevoj, Zagorskoj i Selskoj, a do sredine 90tih godina zbog pojave kroma, organskih otapala, bakteriološkog zagađenja, pojave nitrita, nitrata, amonijaka, klorovodika, triklor- i tetrakloretana ukupno je zatvoreno 13 vodocrpilišta u gradu Zagrebu (Dragojević 2003). Potencijalna opasnost postoji i od zagađivala iz vodotoka koji ulaze u podzemne sustave (Markov ponor – ponor rijeke Like).

U specifičnim, hranom ograničenim podzemnim ekološkim sustavima, gdje je veličina populacija velikog broja vrsta rakova mala, poremećaji poput promjene protoka hranjivih tvari ubacivanjem injekcijskih zavjesa (Bonacci i sur. 2009), zbog posljedica požara (Bonacci i sur. 2008), onečišćenja sanitarnim otpadnim vodama, itd. može imati značajni neposredni kao i dugotrajni utjecaj na stabilnost gustoće populacija.

Pjeskovite obale (psamolitoral) uz more osobito su ugrožene uslijed masovnog turizma, naročito na krajnjem jugu Dalmacije, gdje je zbog urbanizacije za potrebe turizma značajno izmijenjena prirodna dinamika sedimenta, koja je od iznimne važnosti za donos hranjivih tvari intersticijskim rakovima. Ovdje osobito treba istaknuti intersticijsku vrstu rakušca *Medigidiella dalmatina* koja nastanjuje intersticijska staništa u Dubrovniku i Cavtatu, koja su posljednjih nekoliko desetljeća značajno devastirana zbog uništavanja prirodnih pjeskovitih i šljunkovitih plaža (žala), betoniranja obale mora, izgradnje marina i lukobrana, kaptiranja malih priobalnih izvora, reguliranja toka malih tekućica uz obalu mora te zbog onečišćenja podzemnih voda. Predstavnici reda Thermosbaenacea također su ugroženi zbog značajne devastacije intersticijskih staništa uz obalu mora, ali i sve učestalije devastacije anhidralnih špilja. Devastacija se očituje duž obale Jadranskog mora, u priobalju i na otocima, a očituje se u vidu odlaganja krutog i tekućeg otpada u špilje (Kornati), korištenja špilja u dopunske turističke sadržaje bez kontrole i stručnog vodstva, narušavanja stratifikacije saliniteta zbog rekreacijskog ronjenja s bocom u većim objektima, korištenja površinske slatke vode za navodnjavanje i kao tehnička voda (Mandalina špilja kod Šibenika). Osim navedenog treba napomenuti i ugroženost anhidralnih špilja zbog onečišćenja podzemnih voda komunalnim otpadnim vodama. Degradacija anhidralnih špilja očituje se i zbog klimatskih promjena koje dovode do smanjenja količine oborina, što povećava zaslanjivanje i uzrokuje funkcionalnu degradaciju staništa.

Brojni su speleološki objekti u različitim dijelovima Hrvatske devastirani ilegalnim odlaganjem otpada, strvina, eksplozivnih sredstava, izlivanjem mazuta, itd. Tijekom istraživanja špilja i jama prije izgradnje HE Lešće, navedeni oblici devastacije utvrđeni su u brojnim objektima, premda ne nužno u blizini naseljenih područja, kao što su Danetska jama, Izvor špilja Gojak, Jama I kod Kolića, Jama kod Kasunića, Jama na Gnojini, Jama na Rebri, Jama na rubu, Lipa na Protulipi, Loza jama, Pećina pod Pećanima, Pećina u Gugečkom usjeku,

Privis jama i Trijama I (Bedek i sur. 2008). Negativne posljedice na speleološke objekte i faunu rakova ogledaju se, uz spomenuto, i u vidu potapanja speleoloških objekata i promjene režima podzemnih voda usljed izgradnje akumulacijskih jezera. A upravo je izgradnja spomenute HE Lešće na Gojačkoj Dobri prouzročila čitavih niz poremećaja u razini i protoku podzemnih voda zbog izgradnje akumulacije na krškom terenu. Voda iz akumulacije na spomenutom području istječe na nekim izvorima tijekom cijele godine, kao što je izvor u Skukanima (S. Gottstein, osobno zapažanje).



### 3. POSTUPAK PROCJENJIVANJA UGROŽENOSTI I KRITERIJI ODABIRA SVOJTI

Izrada crvenog popisa slatkovodnih rakova Hrvatske od iznimne je važnosti za izradu odgovarajuće strategije zaštite pojedinih vrsta i njihovih staništa. Sučeljavanje dvaju sljevova, paleogeografska prošlost vodotoka na području Dinarida, sve veći negativni utjecaj invazivnih vrsta, promjene strukture i kvalitete staništa samo su neke od činjenica koje upućuju na kompleksnost recentnog sastava i rasprostranjenosti slatkovodnih rakova u Hrvatskoj. Stoga se cilj izrade ovog popisa ogleda u sveobuhvatnoj procjeni trenutnog stanja populacija, utvrđivanju rasprostranjenosti te procjeni ugroženosti vrsta i pripadajućih staništa nižih i viših rakova slatkih i bočatih voda nadzemnih i podzemnih staništa, pri čemu popis ne obuhvaća morske vrste koje zalaze u bočate vode niti špiljske vrste koje su na Crvenom popisu špiljske faune Hrvatske.

**Kriteriji ugroženosti pojedinih svojti** definirani su prema kategorizaciji i kriterijima Međunarodne unije za očuvanje prirode (International Union for Conservation of Nature – IUCN) iz siječnja 2001. godine – Verzija 3.1 (The IUCN Red List of Threatened Species™, Categories & Criteria, Version 3.1, 2001), odnosno prema Smjenicama za korištenje IUCN kategorizacije i kriterije iz kolovoza 2008. godine – Verzija 7.0 (Guidelines for Using the IUCN Red List Categories & Criteria, Version 7.0, August, 2008) te konačno prema Smjernicama za primjenu IUCN kriterija na regionalnoj razini iz 2003. godine – Verzija 3.0 (The IUCN Red List Guidelines for Application of IUCN Red List Criteria at Regional Levels, Version 3.0, 2003).

**Klasifikacija direktnih prijetnji** preuzeta je prema IUCN-CMP objedinjenoj klasifikaciji direktnih prijetnji, Verzija 1.0 iz lipnja 2006. godine (IUCN-CMP Unified Classification of Direct Threats, Version 1.0, 2006) u čijem je dodatku navedeno 11 kategorija direktnih prijetnji koje se u tekstu navode kraticom DT te dvije kategorije negativnih učinaka (Stresses) koje se u tekstu navode kraticom S. Pod direktnim prijetnjama (DT) podrazumijevaju se ljudske aktivnosti i procesi izazvani tim aktivnostima koje uzrokuju destrukciju i degradaciju prirodnih procesa uz pad bioraznolikosti, dok se pod negativnim učincima (S) podrazumijevaju ljudske aktivnosti i procesi izazvani tim aktivnostima koje negativnim učincima vrše pritisak na prirodne procese. Sve su verzije preuzete s internetske stranice međunarodne organizacije IUCN (<http://www.iucnredlist.org/>).

Kao kriterij odabira svojti korišten je i **kriterij osjetljivosti** pojednih vrsta potkoljena Crustacea na promjene abiotičkih i biotičkih čimbenika unutar određenih ekosustava, te nemogućnost organizama da prežive i uspješno se reproduciraju pod određenim tipovima utjecaja. Krivulja tolerancije organizama, koja obuhvaća različite raspone tih čimbenika u pojedinim ekosustavima, podrazumijeva međusobnu uvjetovanost velikog broja čimbenika koji utječu na rasprostranjenost vrsta: temperatura, salinitet, koncentracija otopljenog kisika, stupanj trofije, količina ponuđene hrane, kompeticija, predatorstvo i drugi ekološki čimbenici, koji ukazuju na opseg adaptacija određene vrste i širinu njene ekološke niše.

### **3.1 Klasifikacija prijetnji i negativnih učinaka na rakove slatkih i boćatih voda Hrvatske**

#### **3.1.1 Direktne prijetnje koje ugrožavaju rakove slatkih i boćatih voda**

**komercijalni i urbani razvoj (IUCN DT 1.1, 1.2, 1.3)** – širenje naselja, izgradnja trgovačkih centara, širenje urbane infrastrukture, osnivanje privatnih obrta industrijskog karaktera;

**poljoprivredna proizvodnja i akvakultura (IUCN DT 2.1, 2.3, 2.4)** – masovni uzgoj povrća (monokulture) uz korištenje velike količine pesticida i umjetnih gnojiva;

**javni prijevoz i koridor transportnih usluga (IUCN DT 4.1, 4.2)** – blizina cestovnih pravaca prve razine prednosti (županijske i lokalne ceste od važnosti za privredu, ceste od velikog prometnog i ekonomskog značaja), blizina benzinskih pumpnih stanica;

**korištenje prirodnih (bioloških) resursa (IUCN DT 5.1, 5.3, 5.4)** – prikupljanje rakova u privatne konzumne i komercijalne svrhe, športski i rekreacijski ribolov;

**ljudsko zadiranje i ometanje (IUCN DT 6.1, 6.3)** – nekontrolirane rekreacijske turističke aktivnosti (rafting, ribolov, ronjenje s bocom), nekontrolirano sakupljanje vrsta u kolekcionarske svrhe ili za potrebe inozemnih istraživača bez dozvole za sakupljanje;

**modifikacija prirodnih značajki ekoloških sustava (IUCN DT 7.2, 7.3)** – promjena vodnog režima velikih rijeka te različiti hidrotehnički zahvati, koji uključuju kanaliziranje, produbljivanje korita, izgradnja sustava za navodnjavanje, melioracija, izgradnja velikih akumulacija (nadzemnih i podzemnih), izgradnja brana i retencija, izgradnja obalo-utvrda, vodozahvati za potrebe vodovoda (osobito su ugrožena izvorišna područja), koncesije za punionice vode. Sječa priobalne drvenaste vegetacije (riparijska vegetacija), uklanjanje panjeva iz obala korita, košnja i uklanjanje makrofitske vodene vegetacije iz korita predstavljaju značajnu promjenu prirodnih uvjeta mnogih tekućica, osobito u donjim dijelovima toka.

**unošenje invazivnih i drugih problematičnih vrsta i rodova (IUCN DT 8.1)** – u vodotoke Hrvatske kontinuirano se unose strane vrste koje mogu značajno poremetiti prirodnu ravnotežu, brojnost i sastav makroskopskih vodenih beskralješnjaka, pa time negativno utjecati i na populacije rakova. Također je prisutno i sve intenzivnije prirodno širenje invazivnih vrsta rakova koje ima izrazito nepovoljno djelovala na strukturu vodenih organizama u sjeverozapadnom i sjeveroistočnom dijelu Hrvatske. Također je sve učestalija pojava nekontroliranog prenošenja autohtonih vrsta koje ne pripadaju pojedinim slivnim područjima ili su iz drugih susjednih područja, čime se dovodi do značajnih promjena u genofondu. Nekontrolirani uzgoj stranih vrsta riba (kalifornijska pastrva) i njezino širenje značajno je smanjilo ili potpuno uništilo neke populacije rakova iz porodice Astacidae;

**prijetnje od onečišćenja (IUCN DT 9.1, 9.2, 9.3, 9.4)** – onečišćenje otpadnim vodama iz kućanstava, korištenje preljevnih septičkih jama, ne postojanje odgovarajuće infrastrukture (kanalizacijska mreža), onečišćenje otpadnim vodama iz industrijskih postrojenja, onečišćenje toksičnim tvarima od minsko-eksplozivnih sredstava, ilegalna odlagališta raznih vrsta vojnog otpada tj. po prirodu opasne supstance korištene u domovinskom ratu, ilegalna odlagališta medicinskog otpada, onečišćenje uslijed masovne poljoprivredne proizvodnje i korištenja pesticida, umjetnih gnojiva i dr. kemikalija, ilegalna odlagališta komunalnog otpada, procjedne vode s cesta;

**klimatske promjene i ekstremne vremenske prilike (IUCN DT 11.1, 11.2, 11.3, 11.4)** – snižavanje razine vode i u nadzemnim i podzemnim vodenim staništima,

presušivanje manjih vodenih površina, snižavanje protoka vode u vodotocima manjih dimenzija, povišenje temperature vode uslijed promjena u protoku, iznenadne poplave velikih razmjera, iznenadni veliki protoci u tekućicama;

### **3.1.2. Negativni učinci koji ugrožavaju rakove slatkih i bočatih voda**

**opterećenja za ekosustave / zajednice (IUCN S 1.1, 1.2, 1.3)** – promjene riječnih ekoloških sustava produbljivanjem korita, sječom riparijske vegetacije, sprečavanje prirodnog plavljenja poplavnih dolina, selektivno uklanjanje prirodne vegetacije vezane uz vodene površine, fragmentacija i izolacija manjih vodenih površina, degradacija kvalitete vodenih staništa;

**opterećenja za vrste (IUCN S 2.1, 2.2, 2.3)** – izlov velikih rakova u privatne i komercijalne svrhe, direktno uznemiravanje jedinki tijekom kritičkih razdoblja životnog ciklusa (ženke s jajima, parenje, presvlačenje), unošenje drugih vrsta deseteronožnih rakova (*Astacus astacus*) koje ne pripadaju tom slivnom području Hrvatske i imaju snažan kompeticijski utjecaj na populacije autohtone vrste *Austropotamobius pallipes*, unošenje iste vrste iz udaljenih područja čime se značajno utječe na miješanje populacija i genofonda.

### **3.2 Prijetnje i negativni učinci koji ugrožavaju podzemne rakove slatkih i bočatih voda**

Zbog niza specifičnosti zajednica podzemnih rakova i njihove iznimne osjetljivosti, ovdje su posebno istaknute prijetnje i negativni učinci koji se odnose na podzemne sustave:

- posebna ugroženost vodenih staništa i vodene špiljske faune zbog crpljenja vode, hidrotehničkih zahvata te izrazite osjetljivosti vodenog medija i populacija vodene faune na zagađanja;
- ugroženost područja Adriatika odnosno obalnoga krškog pojasa (kopna i otoka) zbog izražene urbanizacije obalnog pojasa i značajnog turističko-rekreativnog opterećenja;

- ugroženost faune u objektima lociranim u blizini prometnica, naseljenih mjesta, industrijskih objekata, kamenoloma i slično;
- ugroženost faune u objektima koji su turistički uređeni, vrlo često se posjećuju ili se koriste u druge ekonomske svrhe, kao i ako postoji velika vjerojatnost da će se turistički urediti ili koristiti u druge svrhe;
- ugroženost objekata koji se nalaze na miniranom području, neposredno uz državne granice ili na vojnim područjima zbog nedostupnosti, nemogućnosti sustavnog nadzora i uvida u stanje staništa i populacija.

#### 4. CRVENI POPIS RAKOVA SLATKIH I BOČATIH VODA HRVATSKE

Crveni popis rakova slatkih i bočatih voda Hrvatske obuhvaća ukupno 10 redova rakova. Prvobitno predloženi crveni popis sastojao se od 70 vrsta (71 vrsta i podvrsta). Tijekom analize tri vrste su uklonjene s liste jer nije bilo dovoljno podataka da bi se utvrdilo realno stanje i distribucija, pa su tako s liste skinute sljedeće vrste: *Troglomysis vjetrenicensis*, *Jugogammarus kusceri* i *Echinogammarus stammeri*, a na listu je dodana vrsta *Atyaephyra desmarestii*. Crvena lista rakova slatkih i bočatih voda Hrvatske obuhvaća tako 68 svojti.

Tablica 1. Pregled broja predloženih vrsta rakova slatkih i bočatih voda Hrvatske za crvenu listu po redovima.

REDOVI	BROJ VRSTA / PODVRSTA
Anostraca 3	3
Notostraca 2	2
Diplostraca 5	5
Calanoida 5	5
Cyclopoida 4	4
Thermosbaenacea 1	1
Mysida 1	1
Amphipoda 35	32
Isopoda 7	7
Decapoda 8	8
UKUPNO:	68

Tablica 2. Crveni popis rakova slatkih i bočatih voda Hrvatske s predloženim IUCN statusom ugroženosti i kriterijima procjene.

<b>SVOJTE</b>	<b>IUCN STATUS UGROŽENOSTI</b>	<b>KRITERIJI PROCJENE</b>
<b>ANOSTRACA</b>		
<i>Branchipus schaefferi</i> Fischer, 1834	NT	B1b(i,ii,iii,iv)+2b(i,ii,iii,iv)
<i>Chirocephalus croaticus</i> (Steuer, 1899)	CR	B1ab(i,ii,iii,iv)+2ab(i,ii,iii,iv)
<i>Tanymastix stagnalis</i> Linneus, 1758	VU	D2
<b>NOTOSTRACA</b>		
<i>Lepidurus apus</i> (Linneus, 1758)	EN	B2ab(ii,iii,iv)
<i>Triops cancriformis</i> (Bosc, 1801)	VU	B2ab(ii,iii,iv)
<b>DIPLOSTRACA</b>		
<i>Alona hercegovinae</i> Brancelj, 1990	D.D.	
<i>Cyzicus tetracerus</i> (Krynicky, 1830)	VU	D2
<i>Eoleptestheria ticinensis</i> (Balsamo-Crivelli, 1859)	EN	B1ab(i,ii,iii,iv)+2ab(i,ii,iii,iv)
<i>Leptestheria dahalacensis</i> (Rüppell, 1837)	VU	B1ab(i,ii,iii,iv)+2ab(i,ii,iii,iv)
<i>Leptodora kindtii</i> (Focke, 1844)	VU	B2ab (i, iii, iii)
<b>CALANOIDA</b>		
<i>Eudiaptomus hadzici</i> (Brehm, 1933)	D.D.	
<i>Eudiaptomus padanus etruscus</i> (Losito, 1901)	VU	D2
<i>Hemidiaptomus sostarici</i> (Krmpotić, 1925)	D.D.	
<i>Stygodiaptomus petkovski</i> Brancelj, 1991	CR	B1ab(i,ii,iii)+2ab(i,ii,iii)
<i>Troglodiaptomus sketi</i> Petkovski 1978	EN	B1ab(i,ii,iii)+2ab(i,ii,iii)
<b>CYCLOPOIDA</b>		
<i>Acanthocyclops gordani</i> Petkovski, 1971	VU	B2ab(i,ii,iii)
<i>Acanthocyclops petkovskii</i> Pesce et Lattinger, 1983	CR	B1ab(i,ii,iii)+2ab(i,ii,iii)
<i>Diacyclops slovenicus</i> Petkovski, 1954	CR	B1ab(i,ii,iii)+2ab(i,ii,iii)
<i>Thermocyclops dalmatica</i> Petkovski, 1956	VU	D2

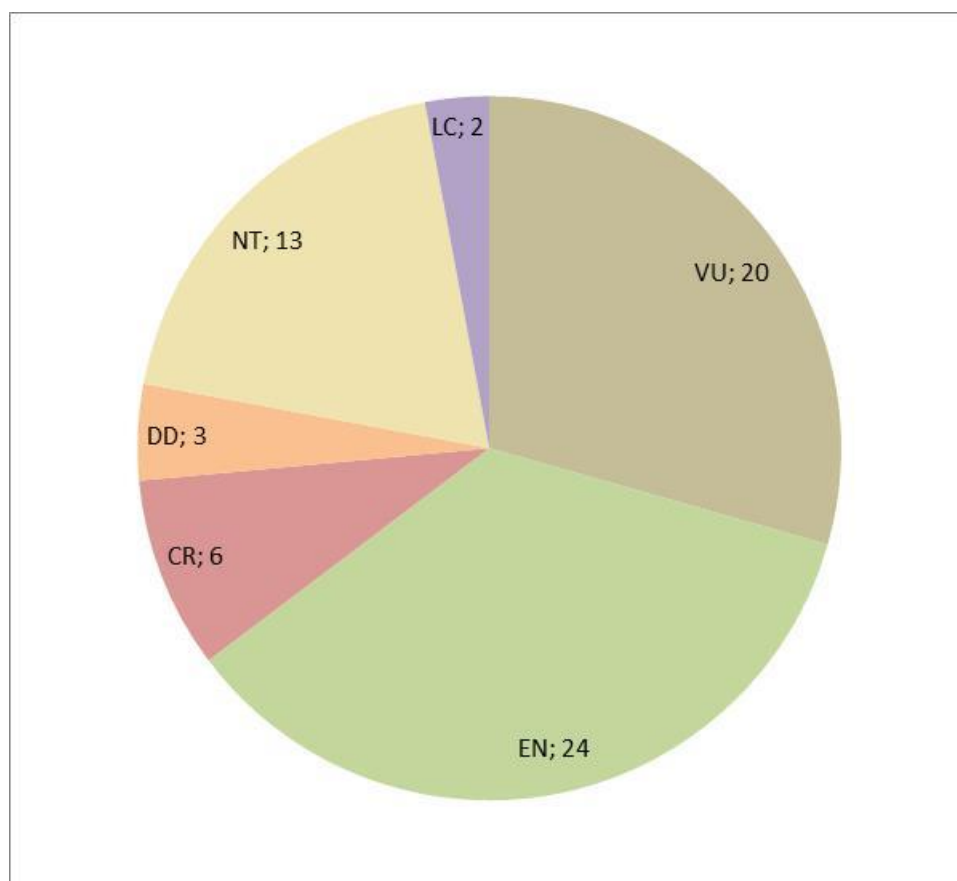
SVOJTE	IUCN STATUS UGROŽENOSTI	KRITERIJI PROCJENE
<b>THERMOSBAENACEA</b>		
<i>Tethysbaena halophila</i> (S. L. Karaman, 1953)	NT	B1b(i,ii,iii,iv)+2b(i,ii,iii,iv)
<b>MYSIDA</b>		
<i>Diamysis mesohalobia</i> Ariani et Wittmann, 2000	VU	B1ab(i,ii,iii,iv)+2ab(i,ii,iii,iv)
<b>AMPHIPODA</b>		
<i>Echinogammarus acarinatus</i> (S. Karaman, 1929)	NT	
<i>Echinogammarus cari</i> (Karaman, S., 1931)	EN	A2c; B1ab(iii,iv)+2ab(iii,iv)
<i>Echinogammarus thoni</i> (Schäferna, 1922)	LC	
* <i>Fontogammarus dalmatinus dalmatinus</i> Karaman, S., 1931	LC	
* <i>Fontogammarus dalmatinus krkensis</i> Karaman, S., 1931	EN	B1ab(iii,iv)+2ab(iii,iv)
<i>Medigidiella dalmatina</i> S. Karaman, 1953	VU	D2
<i>Niphargus arcanus</i> G. Karaman, 1988	CR	B2ab(iii)
<i>Niphargus dalmatinus</i> Schäferna, 1922	VU	A2c
<i>Niphargus hrabei</i> S. Karaman, 1932	EN	A2c, B1ab(i,ii,iii,iv)+2ab(i,ii,iii,iv), C2a1
<i>Niphargus jurinaci</i> S. Karaman, 1950	EN	B1ab(iii)+2ab(iii)
<i>Niphargus kenki</i> S. Karaman, 1952	VU	D2
<i>Niphargus kolombatovici</i> S. Karaman, 1950	NT	B1b(ii,iii,iv)+2b(ii,iii,iv)
<i>Niphargus krameri</i> Schellenberg, 1935	NT	B1b(iii)+2b(iii)
<i>Niphargus labacensis</i> Sket, 1957	NT	B1b(iii)+2b(iii)
<i>Niphargus lattingerae</i> G. Karaman, 1983	EN	B1ab(iii)+2ab(iii)
<i>Niphargus likanus</i> S. Karaman, 1952	NT	B1b(iii)+2b(iii)
<i>Niphargus longidactylus</i> Ruffo, 1937	NT	B1b(iii)+2b(iii)
<i>Niphargus medvednicae</i> Karaman S. 1950	VU	B1ab(iii)+2ab(iii)
<i>Niphargus microcerberus</i> Sket, 1972	EN	B1ab(iii)+2ab(iii)
<i>Niphargus pannonicus</i> S. Karaman, 1950	EN	B1ab(iii)+2ab(iii)



<b>SVOJTE</b>	<b>IUCN STATUS UGROŽENOSTI</b>	<b>KRITERIJI PROCJENE</b>
<i>Niphargus parapupetta</i> G. Karaman, 1984	EN	B1ab(iii)+2ab(iii)
<i>Niphargus petrosani</i> Dobreanu et Manolache, 1933	EN	B1ab(iii)+2ab(iii)
<i>Niphargus rucneri</i> G. Karaman, 1962	EN	B1ab(iii)+2ab(iii)
<i>Niphargus salonitanus</i> S. Karaman, 1950	NT	B2b(iii)
<i>Niphargus spinulifemur</i> S. Karaman, 1954	NT	B1b(iii)+2b(iii)
<i>Niphargus steueri liburnicus</i> G. Karaman & Sket, 1989	EN	B1ab(iii)+2ab(iii)
<i>Niphargus steueri steueri</i> Schellenberg, 1935	NT	B1b(iii)+2b(iii)
<i>Niphargus valachicus</i> (Dobreanu et Manolache 1933)	NT	B1b(iii)+2b(iii)
<i>Niphargus vinodolensis</i> Fišer, Sket et Stoch 2006	EN	B1ab(iii)+2ab(iii)
<i>Niphargus wolfi</i> Schellenberg, 1933	EN	B1ab(iii)+2ab(iii)
<i>Niphargus zagrebensis</i> S. Karaman, 1950	EN	B1ab(iii)+2ab(iii)
<i>Pseudoniphargus adriaticus</i> S. L. Karaman, 1955	VU	B1ab(iii)+2ab(iii)
<b>ISOPODA</b>		
<i>Balkanostenasellus skopljensis croaticus</i> (Karaman, 1954)	EN	B1ab(i,ii,iii,iv)+2ab(i,ii,iii,iv)
<i>Jaera nordmanni illyrica</i> Veuille, 1979	EN	B1ab(i,ii,iii,iv)+2ab(i,ii,iii,iv)
<i>Monolistra hercegovinensis brevipes</i> Sket, 1965	NT	B2b(i,ii,iii,iv)
<i>Monolistra jalzici</i> Prevorčnik, Verovnik, Zagmajster et Sket, 2010	CR	B1ab(i,ii,iii,iv)+2ab(i,ii,iii,iv)
<i>Monolistra radjai</i> Prevorčnik et Sket, 2007	VU	B1ab(i,ii,iii,iv)+2ab(i,ii,iii,iv)
<i>Proasellus istrianus</i> (Stammer, 1932)	VU	B1ab(i,ii,iii,iv)+2ab(i,ii,iii,iv)
<i>Protelsonia hungarica thermalis</i> (Meštrov, 1960)	EN	B1ab(i,ii,iii,iv)+2ab(i,ii,iii,iv)
<b>DECAPODA</b>		
<i>Astacus astacus</i> (Linnaeus, 1758)	VU	A2bcde
<i>Atyaephyra desmarestii</i> (Millet, 1831)	VU	B2ab(ii,iii,iv)
<i>Austropotamobius pallipes</i> (Lereboullet, 1858)	EN	A2bcde
<i>Austropotamobius torrentium</i> (Schrank, 1803)	VU	A2bce
<i>Palaemonetes antennarius</i> (H. Milne Edwards, 1837)	VU	B2ab(ii,iii,iv)

SVOJTE	IUCN STATUS UGROŽENOSTI	KRITERIJI PROCJENE
<i>Potamon fluviatile fluviatile</i> (Herbst, 1785)	EN	B1ab(ii,iii,iv)+2ab(ii,iii,iv)
<i>Troglocaris kapelana</i> Sket et Zakšek, 2009	EN	B1ab(iii,iv)+2ab(ii,iv); D2
<i>Troglocaris neglecta</i> Sket et Zakšek, 2009	EN	B1ab(iii,iv)+2ab(ii,iv)

Na temelju provedene procjene ugroženosti slatkovodnih rakova može se uočiti najveći udio rakova u kategoriji EN (ugrožene vrste), VU (ranjive vrste) i NT (gotovo ugrožene), dok je znatno manji broj u kategorijama CR (kritično ugrožene vrste) i LC (najmanje ugrožene) (Slika 1).



Slika 1. Udio vrsta slatkovodnih rakova u pojedinim kategorijama ugroženosti (VU-ranjiva, EN-ugrožena, CR-kritično ugrožena, NT-gotovo ugrožene, LC-najmanje ugrožene), uključivo i nedovoljno poznate vrste (D.D.)

## 5. ZAKLJUČAK

Slatke vode kako u drugim dijelovima svijeta tako i u Hrvatskoj proživljavaju ogroman pad biološke raznolikosti, a ako trendovi u ljudskim zahtjevima za vodom ostanu nepromijenjeni, nestanak vrsta će se nastaviti i prilika za očuvanje preostale biološke raznolikosti u slatkim vodama nestat će prije isteka desetljeća (2005.-2015.) proglašenog kao „Water for life“.

Na temelju dobivenih rezultata analize ugroženosti rakova slatkih i bočatih voda Hrvatske mogu se primijeniti načela i pregled prema Strayeru (2006) koji ukazuje da su posebno ugrožene slatkovodne vrste beskralješnjaka na četiri tipa područja: (1) stari riječni sustavi s endemskim vrstama koji su antropogeno utjecani branama, korištenjem zemljišta, onečišćenjem i sl.; (2) podzemne vode i izvori u suhim i polusuhim područjima utjecane vodozahvatima za vodoopskrbu i natapanje, gdje dolaze endemske vrste s malim mogućnostima širenja; (3) područja srednjih geografskih širina, koja će vjerojatno biti najviše pogođena klimatskim promjenama, a posebice u područjima velikog antropogenog utjecaja i vrsta malih sposobnosti širenja; (4) područja s brzim rastom ljudskih populacija ili brzim ekonomskim razvojem, a posebice u područjima starih riječnih slivova i polusuhih područja. No općenito gledano negativni utjecaj na biološku raznolikost slatkih voda, pa tako i rakova, može se svesti na pet osnovnih kategorija: prekomjerno iskorištavanje staništa i/ili vrsta, zagađenje, promjena protoka, uništenje ili degradacija staništa te negativni utjecaj invazivnih vrsta.

Budući da su slatkovodni ekosustavi povezani slijevnim područjima, zaštita riječnih ekosustava mora podrazumijevati upravljanjem cijelim slijevom, a ne samo malim lokalnim područjima na kojima dolazi neka vrsta. Možda je rješenje u odmicanju od pristupa zaštite pojedine vrste, koji je većinom osmišljen za kopnene vrste, prema širem, regionalnom pristupu koji bi zadovoljio ljudske potrebe za slatkom vodom, uz maksimalno moguće očuvanje biološke raznolikosti (Strayer, 2006).

Važnost izvora u održanju visoke razine raznolikosti rakova i drugih vodenih beskralješnjaka na lokalnoj i regionalnoj razini značajno raste, osobito u područjima gdje globalne promjene klime predviđaju velike oscilacije u količini oborina. Upravo stoga ekološka istraživanja tih

jedinstvenih ekoloških sustava zavrđuje puno veću pozornost, s obzirom na još uvijek nedostatno znanje o prepoznavanju negativnih učinaka na izvore, izvorišna područja i jedinstvenu faunu slatkovodnih rakova u Hrvatskoj.

Krška polja u Hrvatskoj u znatnoj su mjeri iskorištena u poljoprivredne svrhe (npr. Ličko poje, Imotsko polje, Sinjsko polje, Blatsko polje na otoku Korčuli i dr.) te stoga visoko degradirana i onečišćena. Prisustvo vode na kršu često je jedna od ključnih značajki koja određuje zakonitosti naseljenosti na nekom području i upravljanje vodnim resursima, što ima dalekosežne posljedice na nadzemne i podzemne vrste rakova. Povratak na prvobitno stanje uvelike će ovisiti o kapacitetu okoliša. Osim toga mogućnost oporavka ovisi i o razini osjetljivosti i reproduktivnom kapacitetu pojedinih vrsta, a osobito je slaba za krhke populacije stenovelentnih organizama koji nastanjuju specifična staništa, kao što su krenobiontske i podzemne vrste rakova. Praćenje raznolikosti i ugroženosti u podzemnom okolišu iziskuje slojevitu analizu geoloških i hidroloških poveznica, budući da je osjetljivost i otpornost određenih vrsta značajno uvjetovana uvjetima okoliša tj. mehanizmima zadržavanja te brzinom prijenosa toksičnih tvari.

Na kraju je potrebno istaknuti kako je potrebno osvijestiti javnost o posljedicama gubitka različitih vodenih staništa i pripadajuće faune rakova, od kojih su mnogi od njih neprocjenjivi resursi prirode Republike Hrvatske. Gubitak i samo jedne vrste ne smije se olako shvaćati, jer svaka vrsta ima ključnu ulogu u nekom staništu i hranidbenoj mreži. Osobitu pozornost u tom smislu treba usmjeriti na mala i rijetka staništa poput nekih vrsta izvora i izvorišne faune, kako bi se izbjegla još jedna potencijalna tragedija „silent spring“. Učinkovita zaštita osjetljivih ekosustava ne ovisi samo o strožem zakonodavstvu, već i o učinkovitom praćenju stanja i pravovremenoj reakciji.

Iskreno vjerujemo da ovaj mali doprinos u procjeni stanja ugroženosti rakova slatkih i boćatih voda Hrvatske može biti dostatan instrument u razvoju znanstvene politike koja na svrsishodan način odgovara na izazove koje postavlja kriza biološke raznolikosti slatkih voda.

## 6. LITERATURA

1. Adamowicz, S. J. , Purvis, A. 2005: How many branchiopod crustacean species are there? Quantifying the components of underestimation. *Global Ecology and Biogeography*, 14: 455-468.
2. Ariani, A.P., Wittmann, K.J. 2000: Interbreeding versus morphological and ecological differentiation in Mediterranean *Diamysis* (Crustacea, Mysidacea), with description of four new taxa. *Hydrobiologia*, 441: 185-236.
3. Babić, K. 1917: Zur Fauna Kroatiens, Branchiopodidae. *Glasnik hrvatskog prirodoslovnog društva*.
4. Babić, K. 1922: Über die drei Atyiden aus Jugoslavien. *Glasnik Hrvatskog prirodoslovnog društva*, 34: 300-306.
5. Balian, E.V., Segers, H., Léveque, C., Martens, K. 2008: The Freshwater Animal Diversity Assessment: an overview of the results. *Hydrobiologia* 595: 627-637.
6. Bedek, J. Hamidović, D., Lukić, M. Ozimec, R., Bilandžija, H., Slapnik, R. Pavlek, M., Dražina, T., Iepure, S., Žvorc, P., Gottstein, S. 2009: Vrednovanje i zaštita podzemne faune i špiljskih vrsta šišmiša šireg područja kanjona rijeke Dobre. *Studija. Hrvatsko biospeleološko društvo, Zagreb*, str. 184.
7. Bonacci, O., Gottstein, S., Roje-Bonacci, T. 2009: Negative impacts of grouting on the underground karst environment. *Ecohydrology* 2: 492-502.
8. Bonacci, O., Gottstein, S., Roje-Bonacci, T., Vuletić, J. 2008: Effects of wildfire on hydrology, erosion processes and ecology on karst environment: case of the island of Hvar (Croatia). U: M. Parise, F. Gutierrez, J. De Waele (eds), *Geophysical Research Abstracts Vol. 10, EGU General Assembly, Beč*.
9. Botosaneanu, L. 1986: *Stygofauna mundi - A Faunistic, Distributional, and Ecological Synthesis of the World Fauna inhabiting Subterranean Waters (including the Marine Interstitial)*. Institute of Taxonomic Zoology, University of Amsterdam, str. 297.
10. Boxshall, G. (2011). *Calanoida*. In: Walter, T.C., Boxshall, G. (2011). *World Copepoda database*. Accessed through: Walter, T.C., Boxshall, G. (2011). *World Copepoda database at <http://www.marinespecies.org/copepoda/aphia.php?p=taxdetails&id=1100> on 2011-02-10*.
11. Brancelj A. 1991: Stygobitic Calanoida (Crustacea: Copepoda) from Yugoslavia with the description of a new species - *Stygodiaptomus petkovski* from Bosnia and Hercegovina. *Stygologia*, 6 (3): 165-176.
12. Brancelj, A. 2001: Male of *Moraria radovnae* Brancelj, 1988 (Copepoda Crustacea), and notes on endemic and rare copepod species from Slovenia and neighbouring countries, *Hydrobiologia* 453/454: 513-524
13. Brehm, V. 1910: Süßwasserorganismen aus Dalmatien, Bosnien und der Herzegovina. *Arch. Hydrobiol. Planktonk.*, 6.
14. Brendonck, L., Rogers, D.C., Olesen, J., Weeks, S., Hoeh, R. 2008: Global diversity of large branchiopods (Crustacea: Branchiopoda) in fresh water. *Hydrobiologia* 595: 167-176.
15. Brtek, J., Thiéry, A. 1995: The geographic distribution of the European Branchiopods (Anostraca, Notostraca, Spinicaudata, Laevicaudata). *Hydrobiologia* 298: 263-280.
16. Brusca, R.C., Brusca, G.J. 2003: *Invertebrates*. Sinauer Associates, Sunderland, MA, str. 1-895.
17. Bukvić, I., Kerovec, M., Mihaljević, Z. 1999: *Eudiaptomus hadzici* (Brehm) (Crustacea: Copepoda) from the Dinarid Karstic area, *Internat. Rev. Hydrobiol.* 84: 23-31

18. Bukvić-Ternjej, I., Kerovec, M., Mihaljević, Z., Tavčar, V., Mrakovičić, M., Mustafić, P. 2001: Copepod communities in karstic mediterranean lakes along the eastern Adriatic coast. *Hydrobiologia* 453/454: 325-333.
19. Conlan, K.E., Bousfield, E.L. 1982: The amphipod superfamily Corophioidea in the northeastern Pacific region, Family Ampithoidae: systematics and distributional ecology. *Publications in Biological Oceanography, National Museums of Canada*, 10: 41-75.
20. Cvetković-Miličić, D., Petrov, B.V. 2001: Pregled diverziteta branhiopoda (Anostraca, Notostraca i Conchostraca) u zemljama bivše Jugoslavije i nekim drugim delovima Evrope - stanje, ugroženost i mere zaštite. *Acta Biologica Jugoslavica - serija D: Ekologija* 36 (2): 101-123.
21. Daday, E. 1910: Monographie systematique des Phyllopoetes Anostraces. *Annls. Sci. Nat. Zool.*, 9 Ser. 11: 91-489.
22. Dancau, D., Serban, E. 1965: La présence de *Bogidiella albertimagni* Hertzog 1933 en Roumanie et quelques remarques sur les espèces européennes du genre. *International Journal of Speleology* 1: 339-349.
23. De Grave, S., Cai, Y., Anker, A. 2008: Global diversity of shrimps (Crustacea: Decapoda: Caridea) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595: 287-293.
24. Dragojević, D. 2003: Kontrola kvalitete vode i higijensko sanitarna zaštita. Monografija 125 godina organizirane vodoopskrbe i 111 godina javne odvodnje grada Zagreba. Trgovačko društvo Vodoopskrba i odvodnja d.o.o., Zagreb.
25. Eder, E., Hödl, W. 2002. Large freshwater Branchiopods in Austria: diversity, threats and conservational status. U: Escobar-Briones, E., Alvarez, F. (ur.) *Modern approaches to the study of Crustacea*. Kluwer Academic/Plenum Publishers, Springer, str. 281-289.
26. El-Shamy, F. M. 1977: Environmental Impacts of Hydroelectric Power Plants. *Journal of the Hydraulics Division*, 103 (9): 1007-1020.
27. Global Biodiversity Information Facility  
<http://data.gbif.org/terms.htm?forwardUrl=http%3A%2F%2Fdata.gbif.org%2Fdatasets%2Fresource%2F8315%2F> (pristupljeno 18.11.2011.)
28. Gottstein Matočec, S. (ed.), Bakran-Petricioli, T., Bedek, J., Bukovec, D., Buzjak, S., Franičević, M., Jalžić, B., Kerovec, M., Kletečki, E., Kralj, J., Kružić, P., Kučinić, M., Kuhta, M., Matočec, N., Ozimec, R., Rađa, T., Štamol, V., Ternjej, I. & N. Tvrtković 2002a: An overview of the cave and interstitial biota of Croatia. *Natura Croatica* 11 (Suppl. 1): 1-112.
29. Gottstein Matočec, S. (ur.), Ozimec, R., Jalžić, B., Kerovec, M., Bakran-Petricioli, T. 2002b: Raznolikost i ugroženost podzemne faune Hrvatske. Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja, Zagreb, str. 1-82.
30. Gottstein Matočec, S. 2003: Intraspecijska i interspecijska varijabilnost podzemnih kozica roda *Troglocaris* (Crustacea, Natantia, Atyidae) u dinarskom kršu. Disertacija, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, str. 1-136 + XV.
31. Gottstein Matočec, S., Kerovec, M. 2002: *Atyaephyra desmaresti* and *Palaemonetes antennarius* (Crustacea, Decapoda, Caridea) in the delta of the Neretva river (Croatia). *Biologia*, Bratislava, 57 (2): 181-189.
32. Gottstein Matočec, S., Kuzman, A., Kerovec, M. 2006: Life History Traits of the Grass Shrimp *Palaemonetes antennarius* (Decapoda, Palaemonidae) in the Delta of the Neretva River, Croatia. *Limnologica*, 36 (1): 42-53.

33. Gottstein, S., Ivković, M., Ternjej, I., Jalžić, B., Kerovec, M. 2007: Environmental features and crustacean community of anchihaline hypogean waters on the Kornati islands, Croatia. *Marine Ecology*, 28 (Suppl. 1): 24-30.
34. Gottstein, S., Mihaljević, Z., Perović, G., Kerovec, M. 2000: The distribution of amphipods (Crustacea) in different habitats along the Mura and Drava river system in Croatia. *Limnological Reports* 33: 231-236.
35. Grlica, I. 2008: Studija biološke raznolikosti rijeke Drave. Dravske mrtvice i odvojeni rukavci. 2. dio., DZZP, str. 1-78.
36. Habdija, I., Meštrov, M. i sur. 1996: Istraživanja kvalitete vode rijeke Krke i Čikole na osnovu fizikalnih, kemijskih i bakterioloških karakteristika vode i biocenološko-ekoloških odnosa u funkcionalnoj organizaciji zajednica bentosa i planktona. II dio, PMF, Zagreb.
37. Hudina, S., Janković, S., Lucić, A., Žganec, K. 2011: The status of *Astacus astacus* in the northernmost part of Croatia (Međimurje County) in the face of invasion by *Pacifastacus leniusculus* (Crustacea: Astacidae). *Lauterbornia*, 72: 31-44.
38. Huys, R., Boxshall, G. A. 1991: Copepod Evolution. The Ray Society, London, str. 1-468.
39. IUCN-CMP. 2006: Unified Classification of Direct Threats, Version 1.0. <http://www.iucn.org/themes/ssc/sis/classification.htm>.
40. Karaman, G. 1970: 25. prilog poznavanju Amphipoda. Kritička zapažanja o vrstama *Echinogammarus acarinatus* (S. Kar. 1931) i *Echinogammarus stocki* n. sp. *Poljoprivreda i šumarstvo*, 16: 45-66.
41. Karaman, G. 1972: Le Problème du genre *Niphargus* en Yougoslavie. *Actes du 1er Colloque International sur le genre* 5: 1-10.
42. Karaman, G. 1973.46. Contribution to the Knowledge of the Amphipoda. Two subterranean *Niphargus* species from Yugoslavia, *N. stankoi*, n. sp. and *N. ilidzensis* Schäferna (fam. Gammaridae). *Glasnik Republičkog Zavoda za zaštitu prirode* 6: 35-57.
43. Karaman, G. 1973: 54. Contribution to the Knowledge of the Amphipoda. On the Genus *Bogidiella* Hert. (fam. Gammaridae) in Yugoslavia. *Poljoprivreda i šumarstvo* 19 (4): 21-53.
44. Karaman, G. 1984: Revizija *Niphargus orcinus*- grupe I dio (fam. Niphargidae). *Glasnik Odeljenja prirodnih nauka* 4: 7-79.
45. Karaman, G. 1988: The new species of the genus *Niphargus* Schiödte (Gammaridea, fam. Niphargidae) from Italy and Yugoslavia. *Poljoprivreda i šumarstvo* 34 (2-3)11- 31.
46. Karaman, G. S. 1989: The Redescription of *Niphargus carniolicus* Sket 1960 (fam. Niphargidae) with remarks to its new taxonomic position. *Poljoprivreda i šumarstvo* 35(3-4): 13- 28.
47. Karaman, G. S., Pinkster, S. 1977: Freshwater *Gammarus* species from Europe, North Africa and adjacent regions of Asia (Crustacea-Amphipoda). Part 1. *Gammarus pulex*-group and related species. *Bijdragen tot de Dierkunde* 47(1): 1-97.
48. Karaman, G., Sket, B. 1989: *Niphargus* species (Crustacea: Amphipoda) of the Kvarner-Velebit Islands (NW Adriatic, Yugoslavia). *Biol. Vest.*, 37 (2): 19-36.
49. Karaman, S. 1931: III. Beitrag zur Kenntnis der Amphipoden Jugoslaviens, sowie einiger Arten aus Griechenland. *Prirodoslovne razprave*, 1: 31-66.
50. Karaman, S. 1932: V Beitrag zur Kenntnis der Süßwasser- Amphipoden. *Prirodoslovne razprave* 1: 179-232.
51. Karaman, S. 1950: *Niphargus ilidzensis* Schäferna i njegovi srodnici u Jugoslaviji. (*Supraniphargus ilidzensis* Schferna und seine Nächstverwandten in Jugoslavien). *Srpska*

- akademija nauka, Posebna izdanja, knj. 158, Odeljenje prirodno-matematičkih nauka, Beograd, 2: 51–85, figs. 1–40.
52. Karaman, S. 1950: O našim malim vrstama rakušaca iz roda *Niphargus*. Posebna izdanja, Srpska Akademija Nauka, Knjiga CLXIII, 2: 87-95.
  53. Karaman, S. 1952: Podrod *Stygoniphargus* u Sloveniji i Hrvatskoj. *Prirodoslovna istraživanja* 25: 5-38.
  54. Karaman, S. 1953: Über einen Vertreter der Ordnung *Thermosbaenacea* (Crustacea Peracarida) aus Jugoslavien, *Monodella halophila* n. sp. *Acta Adriatica*, 5: 1-22.
  55. Karaman, S. 1953: Über subterrane Amphipoden und Isopoden des karsters von Dubrovnik und seines Hinterlandes. *Acta musei Macedonici scientiarum naturalium* 7: 137- 167.
  56. Karaman, S. 1954: Die *Niphargiden* des slovenischen Karstes, Istriens sowie des benachb. Italiens. *Acta, Musei Macedonici Scientiarum Naturalium*, Skopje, 2 (8): 159–180, figs. 1–48.
  57. Karaman, S. 1954: Naša podzemna fauna. *Acta musei Macedonici scientiarum naturalium* 1 (9): 195-215.
  58. Karaman, S. 1954: Über die jugoslavischen *Stenasellus*-Arten. *Fragmenta Balcanica* 1-2: 8-19.
  59. Karaman, S. 1959: Über eine neue Art und Unterart der gattung *Bogidiella* (Crustacea, Amphipoda) aus Jugoslawien. *Acta Zoologica academiae scientiarum Hungaricae* 4 (3): 339-348.
  60. Koenemann, S., Holsinger, J. 1999: Phylogenetic analysis of the amphipod family *Bogidiellidae* s. lat., and revision of taxa above the species level. *Crustaceana* 72 (8): 781-816.
  61. Kojaković, A. 2003: *Biologija skupine Notostraca u Lonjskom polju*. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, PMF, Zagreb, 73 str.
  62. Kuspilić, N., Bekić, D. 2004: Inland waterways regulation and river restoration in Croatia. Proceedings of III. European Conference on River restoration, Zagreb, Croatia, May 17-21 2004, str. 165-171.
  63. Lattinger, R. 1988: *Ekološka diferenciranost faune podzemnih voda Medvednice*. Doktorska disertacija, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 448 str.
  64. Lattinger-Penko, R. 1968: *Prilog biologiji vrste Stenasellus hungaricus thermalis Meštrov (Crustacea, Isopoda)*. Magistarski rad, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 114 str.
  65. Lattinger-Penko, R. 1970: *Rod Stenasellus (Crustacea, Isopoda) u Jugoslaviji*. *Peti jugoslavenski speleološki kongres*, Skoplje: 191-195.
  66. Lévêque, C., Balian, E.V. , Martens, K. 2005: An assessment of animal species diversity in continental waters. *Hydrobiologia*, 542: 39–67.
  67. Lowry, J.K. 1999: *Crustacea, the Higher Taxa: Description, Identification, and Information Retrieval*. Version: 2, October 1999. <http://crustacea.net/>.
  68. McKenney, C.L., Jr. 1996: The combined effects of salinity and temperature on various aspects of the reproductive biology of the estuarine mysid *Mysidopsis bahia*. *Invertebrate Reproduction and Development*, 29 (1): 9-18.
  69. MacNeil, C., Dick, J.T.A, Elwood, R.W. 1997: The trophic ecology of freshwater *Gammarus* spp. (Crustacea: Amphipoda): problems and perspectives concerning the functional feeding group concept. *Biol. Rev.*, 72: 349-364.



70. MacNeil, C., Dick, J.T.A., Elwood, R.W. 1999: The dynamics of predation on *Gammarus* spp. (Crustacean: Amphipoda). *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 74: 375-395.
71. Maguire, I., Gottstein Matočec, S. 2004: The Distribution Pattern of Freshwater Crayfish in Croatia. *Crustaceana* 77 (1): 25-47.
72. Maguire, I., Jelić, M., Klobučar, G. 2011: Update on the distribution of freshwater crayfish in Croatia. *Knowl. Manag. Aquat. Ecosyst.*, 401: 31-40.
73. Marinček M., Petrov B. 1992: Contribution to the knowledge of Notostraca (Branchiopoda, Crustacea) in Yugoslavia. *Glasnik prirodnjačkog muzeja, Beograd, B*, 47, 123-129.
74. Marinček, M., Petrov, B. 1991: A review of the Conchostraca (Crustacea) of Yugoslavia. *Hydrobiologia*, 212: 273-282.
75. Martin, J.W., Davis, G.E. 2001: *An Updated Classification of the Recent Crustacea*. Natural History Museum of Los Angeles County. str. 1-132.
76. Matjašič, J. 1964: Doprinos poznavanju naših temnocefalov. *Biol. Vest.*, 12: 149-151.
77. Meland, K., Willassen, E. 2007: The disunity of "Mysidacea" (Crustacea). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 44: 1083-1104.
78. Meštrov, M. 1958: Ekološka istraživanja faune podzemnih voda savske nizine. Doktorska disertacija, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 128 str.
79. Meštrov, M. 1961: Über neue Bogidiella- Arten (Crustacea, Amphipoda) aus unterirdischen Gewässern Kroatiens und Sloweniens. *Zoologischer Anzeiger* 167 (1/2): 74-80.
80. Meštrov, M., Stilinović, B., Habdija, I., Lattinger, R., Maloseja, Ž., Kerovec, M., Čičin-Šain, L. 1983: Ekološka svojstva intersticijskih podzemnih voda u odnosu na vodu rijeke Save. *Acta Biologica JAZU, Zagreb*, 9 (1): 5-33.
81. Mura, G. 1999: Current status of the Anostraca of Italy. *Hydrobiologia* 405: 57-65.
82. Olesen, J. 2007: Monophyly and phylogeny of Branchiopoda, with focus on morphology and homologies of Branchiopod phyllopodous limbs. *Journal of Crustacean Biology* 27 (2): 165-183.
83. Pesce, G. L. , Lattinger, R. 1983: A new cyclopoid copepod from hyporeic subterranean waters of Yugoslavia: *Achantocyclops* (*Achantocyclops*) *petkovskii* n. sp. (Crustacea: Copepoda). *Riv. Hdrobiol.*, 22 (1): 61-65.
84. Petkovski, P. 1995: On the presence of the genus *Tanymastix* Simon, 1886 (Crustacea: Anostraca) in Macedonia. *Hydrobiologia*, 298 (1-3): 307-313.
85. Petkovski, T. K. 1956: Über einige Copepoden aus Hölen- und Grundgewässern Jugoslaviens. *Izdaniya Inst. Pisc. Rep. Macedonie*, 1 (8): 185-208.
86. Petkovski, T. K. 1978: *Troglodiptomus sketi* n. gen., n.sp. ein neuer hölen-Calanoidde vom Karstgelände Istriens (Crustacea, Copepoda).
87. Petrov, B. 1995: Diverzitet Anostraca, Notostraca i Conchostraca Jugoslavije sa pregledom vrsta od međunarodnog značaja. U: Stevanović, V. , Vasić, V. (ur.) *Biodiverzitet Jugoslavije, sa pregledom vrsta od međunarodnog značaja*. Biološki fakultet i Ecolibri, Beograd, str. 371-424.
88. Popović, M., Gottstein Matočec, S. 2006: Biological aspects of spinicaudatans (Branchipoda, Diplostraca) in the largest alluvial wetland in Croatia. *Crustaceana*, 79 (4): 423-440.
89. Porter, M. L., Meland, K., Price, W. 2008: Global diversity of mysids (Crustacea-Mysida) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595: 213-218.

90. Pretzmann, G., Pauler, K. 1981: *Atyaephyra desmaresti* (Millet 1831) in Österreich. Anzeiger der Oesterreichische Akademie der Wissenschaften, Mathematisch - naturwissenschaftliche Klasse, 118: 164-169.
91. Prevorčnik, S., Sket, B. 2007: An ecologically peculiar new species *Monolistra* (Crustacea: Isopoda: Sphaeromatidae) from cave waters in the Dinaric karst of Croatia. *Subter. Biol.*, 5: 23-27.
92. Prevorčnik, S., R., Verovnik, M., Zigmajster, Sket, B. 2010: Biogeography and phylogenetic relations within the Dinaric subgenus *Monolistra* (*Microlistra*) (Crustacea: Isopoda: Sphaeromatidae), with a description of two new species. *Zool. J. Linnean Soc.*, 159: 1-21.
93. Rađa, B. 1999: Ekološka i faunistička istraživanja slatkih i bočatih voda otoka Brača. Magistarski rad. Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 1-124.
94. Rupert, E. E., Barnes, R. D. 1994: *Invertebrate Zoology*, 6th ed. Saunders College Publishing, Fort Worth, TX.
95. Schneider-Jacoby, M., Ern, H. 1993: Park prirode Lonjsko polje. Raznolikost uvjetovana poplavljanjem. Hrvatsko ekološko društvo, Zagreb.
96. Siebold, C.T. 1871: Beiträge zur Parthenogenesis der Arthropoden. Engelmann, Leipzig, 238 str.
97. Sket, B. 1965: Östliche Gruppe der Monolistrini (Crust., Isopoda). *Int. J. Spel.*, 1 (1): 163-267.
98. Sket, B. 1969: Über die Verbreitung einiger Malacostraca (*Hadzia*, *Salentinella*, *Neogammarus*, *Jaera*) Längs der Jugoslawischen Adria-Küste. *Bull. Sci.*, 14 (5-6): 147-148.
99. Sket, B. 1981: Razširjenost, ekološki značaj in pomen Panonske slepe postranice *Niphargus valachicus* (Amphipoda, Gammaridae S. L.). *Biološki vestnik* 29(1): 87-103.
100. Sket, B. 1986a: Ecology of the mixohaline hypogean fauna of the Yugoslav coast. *Stygologia*, 2 (4): 317-338.
101. Sket, B. 1986b: Morfološke, hidrološke in biološke značilnosti obalnih (anhialinih) jam (na primeru dveh jam na Kornatih, Jugoslavija). *Naš krš*, 12 (20): 56-61.
102. Sket, B. 1988: Zoogeografija sladkovodnih i somornih rakov (Crustacea) v kvarnersko-velebitskem območju. *Biološki vestnik* 36(2): 63-76.
103. Sket, B. 1994a: Distribution patterns of some subterranean Crustacea in the territory of the former Yugoslavia. *Hydrobiologia*, 287: 65-75.
104. Sket, B. 1994b: Distribution of *Asellus aquaticus* (Crustacea: Isopoda: Asellidae) and its hypogean populations at different geographic scales, with a note on *Proasellus istrianus*. *Hydrobiologia*, 287: 39-47.
105. Sket, B. 1996. *Niphargus brabei*. U: IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). Downloaded on 1 May 2011.
106. Sket, B., Karaman, G. 1990: *Niphargus rejici* (Amphipoda), its relatives in the Adriatic islands, and its possible relation to S. W. Asian taxa. *Stygologia* 5 (3): 153-172.
107. Sket, B., Zakšek, V. 2009: European cave shrimp species (Decapoda: Caridea: Atyidae), redefined after a phylogenetic study; redefinition of some taxa, a new genus and four new *Troglocaris* species. *Zool. J. Linnean Soc.*, 155: 786-818.
108. Steuer, A. 1898: Die Entomostraken der Plitvicer-Seen und des Blata-Sees (Croatien). *Ann. d. k. k. Nat. Hofmus.*, 13 (2): 159-191.
109. Stock, J. H. 1968: A revision of the European species of the *Echinogammarus pungens*-group (Crustacea, Amphipoda). *Beaufortia*, 16: 211.

110. Strayer, D. L. 2006: Challenges for freshwater invertebrate conservation. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 25 (2): 271-287.
111. Väinölä, R., Witt, J. D. S., Grabowski, M. 2008: Global diversity of amphipods (Amphipoda; Crustacea) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595: 241-255.
112. Veuille, M. 1979: L'évolution du genre Jaera Leach (Isopodes; Asellotes) et ses rapports avec l'histoire de la Méditerranée. *Bijdragen tot de Dierkunde*, 49 (2): 195-217.
113. Wagner, H.P. 1994: A monographic review of the Thermosbaenacea (Crustacea: Peracarida). *Zoologische Verhandelingen, Leiden*, 291: 1-338.
114. Webb, D. W., M. J. Wetzel, P. C. Reed, L. R. Phillippe, T. C. Young 1998: The macroinvertebrate biodiversity, water quality, and hydrogeology of ten karst springs in the Salem Plateau Section of Illinois, U.S.A. str. 39-49. U: L. Botosaneanu (ur.) *Studies in Crenobiology. The biology of springs and springbooks.* Backhuys Publishers, Leiden.
115. Žganec, K. 2009: Rasprostranjenost i ekologija nadzemnih rakušaca (Amphipoda: Gammaroidea) slatkih i bočatih voda Hrvatske. Doktorski rad. *Zoologijski zavod. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb*, 214 str.
116. Žganec, K., Đurić, P., Gottstein, S. 2011: Life history traits of the endangered endemic amphipod *Echinogammarus cari* (Crustacea, Gammaridae) from the Dinaric karst. *International Review of Hydrobiology*, 96 (6): 686–708.
117. Žganec, K., Gottstein, S. 2009: The river before damming: distribution and ecological notes on the endemic species *Echinogammarus cari* (Amphipoda: Gammaridae) in the Dobra River and its tributaries, Croatia. *Aquatic Ecology*, 43: 105-115.
118. Žganec, K., Gottstein, S., Đurić, P. 2010: Distribution of native and alien gammarids (Crustacea: Amphipoda) along the course of the Una River. *Natura Croatica*, 19 (1): 141-150.
119. Žganec, K., Gottstein, S., Grabowski, M., Platvoet, D. 2010: Distribution of the endemic amphipod species *Echinogammarus thoni* (Schäferna, 1922) in watercourses of the Balkan Peninsula. *Lauterbornia*, 69: 41-50.
120. Žganec, K., Gottstein, S., Hudina, S. 2009: Ponto-Caspian amphipods in Croatian large rivers. *Aquatic Invasions* 4 (2): 327-335.