

ZAVOD ZA RIBIŠTVO SLOVENIJE

Spodnje Gameljne 61a, 1211 Ljubljana Šmartno



Strokovne podlage za program ukrepov za obvladovanje vodnih invazivnih tujerodnih vrst

pseudorazbora (*Pseudorasbora parva*)

signalni rak (*Pacifastacus leniusculus*)

trnavec (*Orconectes limosus*)

Spodnje Gameljne, januar 2017



Strokovne podlage za program ukrepov za obvladovanje vodnih invazivnih tujerodnih vrst

**pseudorazbora (*Pseudorasbora parva*)
signalni rak (*Pacifastacus leniusculus*)
trnavec (*Orconectes limosus*)**

Naročnik: Ministrstvo za okolje in prostor Republike Slovenije
Dunajska cesta 44
SI-1000 Ljubljana

Izvajalec: Zavod za ribištvo Slovenije
Spodnje Gameljne 61a
1211 Spodnje Gameljne

Nosilec naloge: dr. Samo Podgornik, univ.dipl.biol.

Poročilo pripravila: Barbara Bric univ.dipl.biol.
Rok Hamzič, univ.dipl.inž.grad.

Številka: 101-4/2016/6

Datum: 12.01. 2017

Direktor:
Dejan Pehar, spec.



KAZALO

1. UVOD	6
1.1. Cilj in namen naloge	6
2. PSEVDORAZBORA <i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck in Schlegel, 1846)	7
2.1. Morfologija	7
2.2. Biologija.....	7
2.3. Habitat.....	8
2.4. Razširjenost.....	8
2.5. Razširjenost in številčnost v Sloveniji.....	9
2.6. Poti vnosa	11
2.7. Vpliv na domorodne vrste rib in vodne habitate.....	11
2.8. Dosedanji ukrepi obvladovanja in odstranjevanja	14
V Sloveniji.....	14
V tujini	15
2.9. Ukrepi.....	17
3. SIGNALNI RAK <i>Pacifastacus leniusculus</i> (Dana, 1852).....	22
3.1. Morfologija	22
3.2. Biologija.....	22
3.3. Habitat.....	23
3.4. Razširjenost.....	23
3.5. Razširjenost in stanje v Sloveniji	23
3.6. Poti vnosa	24
3.7. Vpliv na domorodne vrste in vodne habitate.....	25
3.8. Dosedanji ukrepi obvladovanja in odstranjevanja	27
V Sloveniji.....	27
V tujini	28
3.9. Ukrepi.....	30
4. TRNAVEC <i>Orconectes limosus</i> (Rafinesque, 1817)	34



4.1.	Morfologija	34
4.2.	Biologija.....	34
4.3.	Habitat.....	34
4.4.	Razširjenost.....	35
4.5.	Razširjenost in stanje v Sloveniji	35
4.6.	Poti vnosa	36
4.7.	Vpliv na domorodne vrste in vodne habitate.....	37
4.8.	Dosedanji ukrepi obvladovanja in odstranjevanja	38
4.9.	Ukrepi.....	38
5.	LITERATURA	42



Kazalo slik

<i>Slika 1: Pseudorazbora (foto: ZZRS).</i>	7
<i>Slika 2: Razširjenost (vir: Ribiški kataster, 2016) in nahajališča (vir: ZZRS Bios, 2016) pseudorazbore v Sloveniji.</i>	9
<i>Slika 3: Ocene številčnosti pseudorazbore (število osebkov/ha) na vzorčnih mestih, kjer smo vzorčili z elektroribolovom in število ujetih osebkov na vzorčnih mestih, vzorčenih z mrežami (vir: BIOS, 2016).</i>	10
<i>Slika 4: Razredi številčnosti (št. osebkov/ha) psevdodrazbore na vzorčnih mestih v Sloveniji</i>	10
<i>Slika 5: Signalni rak (foto: ZZRS).</i>	22
<i>Slika 6: Razširjenost signalnega raka v Sloveniji (Vir: BIOS, 2016).</i>	24
<i>Slika 7: Trnavec (Vir: Biportal, CKFF).</i>	34
<i>Slika 8: Razširjenost trnavca v Sloveniji (Vir: BIOS, 2016).</i>	36



1. UVOD

Človek preseljuje različne živalske in rastlinske vrste že vsaj od konca obdobja nabiralništva. Ko se je selil in iskal nov prostor, je s seboj prinašal udomačene živali in kulturne rastline. Kljub dolgi zgodovini naseljevanja je samo zavedanje o problematičnosti vnesenih tujerodnih vrst relativno mlado. Še v 19. stoletju so v večjih evropskih državah delovala različna društva (npr v angliji: Society for Acclimatisation of Animals, Birds, Fishes, Insects and Vegetables), ki so v svetu iskala koristne ali okrasne vrste rastlin in različne živalske skupine ter jih naseljevala v domačem okolju (Podgornik in Jenič 2014). Danes je naseljevanje tujerodnih vrst, katerih pogosta posledica so biološke invazije, prepoznano kor ena večjih groženj biodiverziteti (Vitousek in sod. 1997, Sala in sod. 2000, Britton in sod. 2010), zato se za njihovo zaščito usmerja v oblikovanje strategij in načrtov za obvladovanje, preprečevanje širjenja in odstranjevanje invazivnih tujerodnih vrst. Oblikovanje takšnih ukrepov je velik izziv, saj je obvladovanje tujerodnih vrst po tem, ko so v okolju vzpostavile reproduktivne populacije izjemno težavno ali celo neizvedljivo.

V letu 2014 je bila na ravni Evropske Unije sprejeta Uredba št. 1143/2014 Evropskega parlamenta in Sveta o preprečevanju in obvladovanju vnosa in širjenja invazivnih tujerodnih vrst. Uredba je namenjena reševanju problematike invazivnih tujerodnih vrst na celosten način, z namenom zaščite domorodnih vrst in ekosistemov ter blaženju njihovega vpliva na človekovo zdravje in gospodarstvo. Uredba predvideva tri tipe ukrepanj: preprečevanje, zgodnje odkrivanje, hitro odstranjevanje in upravljanje (EU, Environment, http://ec.europa.eu/environment/nature/invasivealien/index_en.htm).

1.1. Cilj in namen naloge

Cilj naloge je izdelati strokovna izhodišča za izdelavo strokovnih predlogov za programe ukrepov za obvladovanje in odstranitev vodnih invazivnih tujerodnih vrst v skladu z Uredbo EU 1143/2014 o preprečevanju in obvladovanju vnosa in širjenja tujerodnih vrst za psevdorazboro (*Pseudorasbora parva*), signalnega raka (*Pacifastacus leunisculus*) in trnavca (*Orconectes limosus*).

Namen naloge je pregled lokacij prisotnosti zgoraj navedenih ciljnih tujerodnih vrst iz obstoječih baz podatkov, ki jih vodi in dopolnjuje Zavod za ribištvo Slovenije ter pregled podatkov o biologiji vrste, poteh vnosa, izvedenih preventivnih ukrepih za preprečitev vnosa in obstoječega obvladovanja ter predlog ukrepov za obvladovanje ali odstranitev vrste.



2. PSEVDORAZBORA *Pseudorasbora parva* (Temminck in Schlegel, 1846)

2.1. Morfologija

Telo vretenasto, rahlo bočno sploščeno, v prvi tretjini nekoliko dvignjeno. Luske so velike in temno obrobljene. Glava je koničasta, usta so majhna, nadstojna. Spodnja čeljust nekoliko nad zgornjo, na čeljustih drobne roževinaste tvorbe v obliki zobcev. Škržni trni zakrneli, goltni zobje enoredni. Telo je srebrno sive barve, hrbet je rjav. Bočno poteka od vrha gobca do baze repne plavuti proga, ki je pri spolno zrelih osebkih močnejše obarvana. Samci so večji od samic, imajo nekoliko večje in bolj zaokrožene plavuti, ki so v času drstitve temno obarvane (Povž in Sket 1990, Povž in Sket 1999, Veenvliet in Kus Veenvliet 2006).



Slika 1: *Pseudorazbora* (foto: ZZRS).

2.2. Biologija

Pseudorazbora v povprečju zraste 8-8,5 cm, največ do 11 cm. Živi do tri leta. Spolno dozori v 1. letu starosti. Drsti se od maja do septembra. Na območju njene domorodnosti, v porečju reke Amur, se drst prične, ko temperatura vode doseže 15-19 °C. Za Evropo nekateri avtorji (Giurca in Angelescu 1971, Baruš in sod. 1984) navajajo, da se drst prične prej; med aprilom in junijem (Witkowski 2011).

Ob drstitvi so samci modrikasto sivo obarvani in imajo nekaj velikih drstnih izrastkov. Samice se običajno drstijo 3-4 krat v sezoni. Samec očisti površino drstnega mesta (kamen ali rastlina), samice ikre prilepijo na podlago, nato jih samci varujejo dokler se ne izvali zarod (Kottelat in Freyhof 2007). Samica ne odloži vseh iker naenkrat, pač pa v skupinah (Povž in Sket 1993). Pseudorazbora je glede na ekološke značilnosti indiferentna drstnica, kar pomeni,



da ikre odlaga na najrazličnejše substrate. Samica ikre odloži na rastline, pesek, kamenje, lupine mehkužcev in druge vrste substrata (Witkowski 2011).

Hrani se z majhnimi raki, žuželkami, rastlinskim materialom (Kottelat in Freyhof 2007) ter zooplanktonom (Povž 2015). Največji delež hrane v želodcih psevdorazbor iz raziskave v severozahodni Grčiji so predstavljali bentoški raki (npr. Gammaridae, Asellidae), ličinke bentoških nevretenčarjev in zooplankton (Rosecchi in sod. 1993).

2.3. Habitat

Naseljuje najrazličnejše habitate, najštevilčnejša je v močno zaraščenih manjših potokih in kanalih, ribnikih ter manjših jezerih (Kottelat in Freyhof 2007).

2.4. Razširjenost

Območje domorodnosti

Psevdorazbora je domorodna vrsta na območju od porečja reke Amur do porečja reke Zhu Jiang (Sibirija, Koreja, Kitajska) (Kottelat in Freyhof 2007), natančneje v porečjih rek Amur, Jang-ce, Huang-ho, na japonskem otočju (Kjušu, Sikoku južnem in osrednjem delu otoka Honšu), zahodnih in južnih predelih korejskega polotoka in Tajvanu (porečje reke Minkiang) (Bănărescu 1999, Berg 1949, Witkowski 2011).

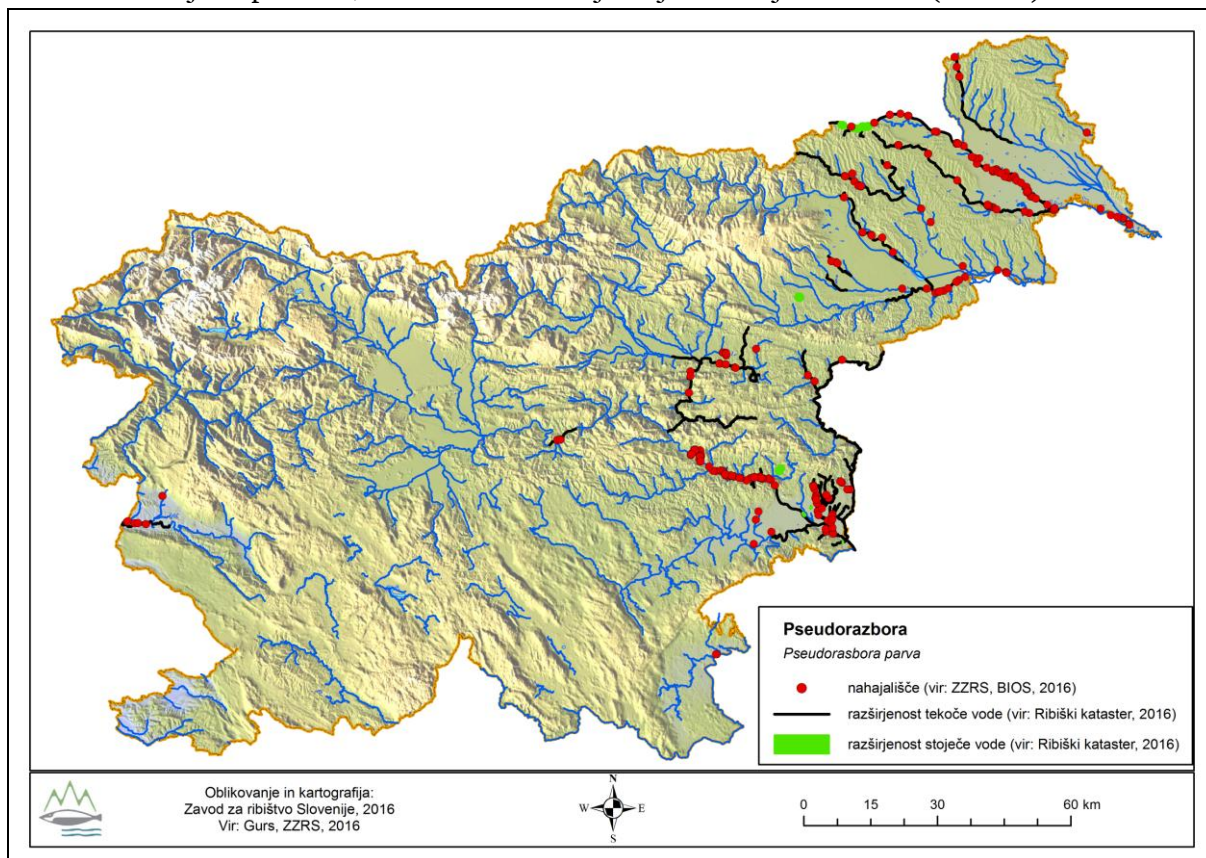
Območje tujerodnosti

Vnešena je bila tako v države Evrope kot tudi v države Azije izven območja avtohtonosti (Welcomme, 1988). V obdobju petdesetih let se je razširila preko skoraj celotne Evrope, v osrednjo Azijo in severno Afriko (Gozlan in sod. 2010a, Witkowski 2011).

Danes je razširjena po celotni Evropi. V vzhodni Evropi naseljuje porečje reke Donave do porečja reke Kuban, vzhodno od Volge. V osrednji, zahodni in južni Evropi je dosegla Francijo (Sena, Rona, Loara), Nizozemsko, Dansko, Nemčijo, Avstrijo, Poljsko, Češko, Anglijo, Italijo (južno do Ombrone), Španijo, Grčijo, Madžarsko, Srbijo, Makedonijo, Hrvaško, Slovenijo. Vrsta je dosegla tudi Turčijo in v severni Afriki Alžirijo (Kottelat in Freyhof, 2007, Witkowski 2011). Znotraj Evropske unije je vrsta prisotna tudi v Belgiji, Bolgariji, Romuniji, Slovaški, Švedski in Litvi. (*Pseudorasbora parva*, IAS workshop, <https://circabc.europa.eu>).

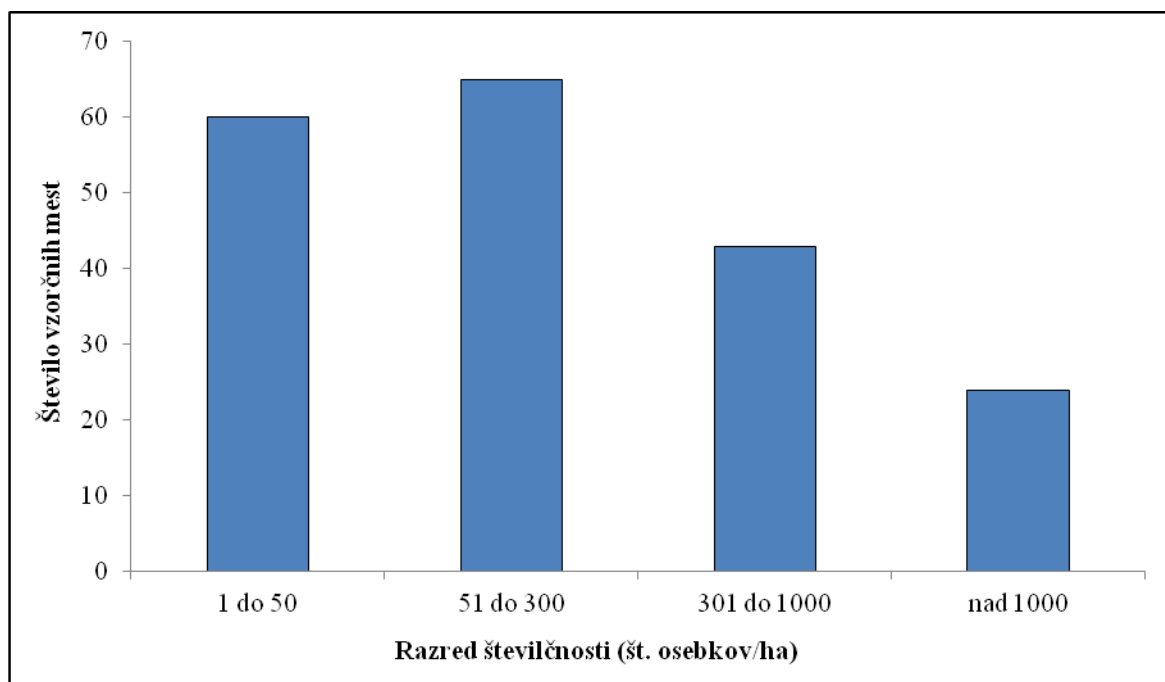
2.5. Razširjenost in številčnost v Sloveniji

Po podatkih ZZRS je pseudorazbora v Sloveniji prisotna v Muri, v spodnjem delu Save, Savinje, Krke, Vipave in Dravinje. Prisotna je tudi v Sotli in nekaterih pritokih, Ščavnici in nekaterih manjših pritokih, Polskavi ter v vsaj dvajsetih stoječih vodah (Slika 2).

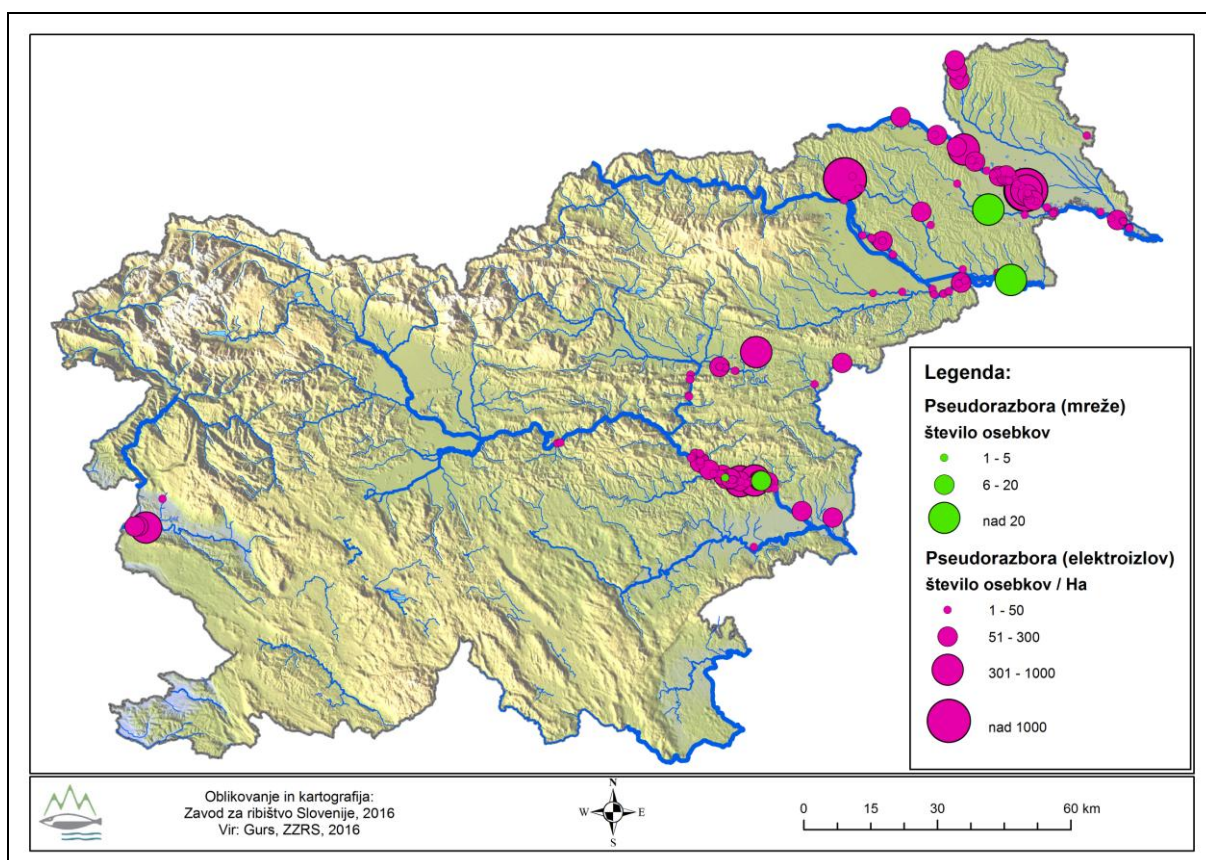


Slika 2: Razširjenost (vir: Ribiški kataster, 2016) in najdišča (vir: ZZRS Bios, 2016) pseudorazbore v Sloveniji.

Ocene številčnosti pseudorazbor na posameznih vzorčnih mestih v Sloveniji znašajo med 10 in 15.298 osebkov/ha, največkrat so v razredu med 51 in 300 osebkov/ha (Slika 3), mediana znaša 129 osebkov/ha. Največje številčnosti (nad 5.000 osebkov/ha) smo zabeležili večinoma v severovzhodni Sloveniji (Pesnica, Mura in nekatere mrtvice, nekateri manjši potoki) ter v Savi na območju akumulacije HE Blanca. Največjo številčnost v Sloveniji do sedaj smo zabeležili v Pesnici. Ocene številčnosti so izračunane na podlagi podatkov, ki jih je ZZRS zbral tekom ihtioloških vzorčenj po Sloveniji; lokacije na katerih smo ocenjevali številčnost zajemajo (z izjemo nekaterih lokacij na akumulacijah Save) skoraj izključno tekoče vodotoke. Podatke o številčnosti pseudorazbore v stojećih vodnih telesih in akumulacijah z metodo izlavljanja z mrežami prikazujemo posebej (zelena barva, Slika 4), saj gre za drugačno metodo vzorčenja kot je elektroribolov, zato podatki med seboj niso neposredno primerljivi. V stojećih vodnih telesih in akumulacijah rek smo največ osebkov pseudorazbore ujeli v Ormoškem in Gajševskem jezeru (BIOS, ZZRS 2016).



Slika 3: Razredi številčnosti (št. osebkov/ha) psevdorazbore na vzorčnih mestih v Sloveniji



Slika 4: Ocene številčnosti psevdorazbore (število osebkov/ha) na vzorčnih mestih, kjer smo vzorčili z elektroribolovom in število ujetih osebkov na vzorčnih mestih, vzorčenih z mrežami (vir: BIOS, 2016).



2.6. Poti vnosa

Pseudorazbora je bila v Evropo vnešena z rastlinojedimi ribami, ki so bile namenjene vzreji (beli amur, srebrni tolstolobik, sivi tolstolobik) iz Kitajske (Witkovski 2011).

V Donavsko porečje je bila prvič vnešena leta 1961 v Romunijo, skupaj z zarodom belega amurja (*Ctenopharyngodon idella*) iz osrednjega dela reke Jang-ce ter v Rusijo in Ukrajino iz porečja reke Amur, od koder je naselila večino Evrope, bodisi z aktivno invazijo, kot izpuščena vaba pri ribolovu, ali nenamerno skupaj z zarodom vrst namenjenih vzreji.

V Sloveniji je bila prvič zabeležena leta 1986 v potoku Jesenk pri Celju (pritok Hudinje), kamor so jo verjetno iz Hrvaške prinesli ribiči skupaj s krapji (Povž in Ocvirk 1990), nadalje je bila pseudorazbora najdena tudi v mrtvici pri Gornji Radgoni, v ribnikih pri Račah in v Čatežu (Povž in Sket 1993). Pseudorazbora se je, najverjetneje kot posledica nenačrtovanih vnosov s poribljavanjem ter z disperzijo iz stoječih vod v tekoče, hitro razširila in je danes predvsem v potokih in gramoznicah severovzhodne Slovenije (Slika 2) dokaj pogosta, nekaj osebkov je bilo ujetih tudi v Vipavi. Verjetno so tudi v Vipavo pseudorazbore prišle nenamenoma z drugimi ribami (Jenič in Podgornik, 2014).

2.7. Vpliv na domorodne vrste rib in vodne habitate

Pseudorazbora je ena izmed najuspešnejših invazivnih vrst, ki so v zadnjih letih naselile evropske celinske vode. Razlogi za uspešno naselitev in uspevanje v novih habitatih so povezani z biološkimi značilnostmi vrste, kot so široka toleranca okoljskih pogojev, zgodnja spolna zrelost, visoka stopnja reprodukcije, drstenje večkrat v sezoni, skrb za zarod ter zmožnost preživetja in uspevanja v degradiranih habitatih (Lemmens s sod., 2015).

Zaradi zgoraj naštetih razlogov so pseudorazbore uspešne pri naseljevanju novih okolij. V Sloveniji podatkov o vplivih pseudorazbor na domorodne vrste ni, saj ciljne raziskave vplivov do sedaj niso bile izvedene. Glede na podatke iz literature imajo na domorodne vrste rib in njihove habitate lahko negativne vplive, ki jih predstavljamo v nadaljevanju.

Medvrstna kompeticija

Ker so nekatere dobrine v naravi omejene, vrste med seboj tekmujejo za njihovo izkoriščanje. Najpogostejše vrste tekmujejo za drstni prostor (npr. z agresivnim vedenjem) ali za hrano (Jenič in Podgornik, 2014). Pseudorazbore spolno dozori pri enem letu, se drstijo večkrat v sezoni ter skrbijo za zarod. Te biološke značilnosti vrsti omogočajo, da na območjih, ki jih naseli, hitro razvije veliko število mladice in visoke populacijske gostote (Britton in sod. 2007). Posledica velike številčnosti v okolju z omejenimi viri neizogibno pomeni medvrstno kompeticijo za hrano, drstni substrat in življenjski prostor (Decklerck in sod. 2002, Britton in sod. 2007, Lemmens 2015). Raziskava Brittona in sod. (2007) je pokazala, da v stoječih



habitatih, kjer so se psevdorazbore namnožile v takšnem številu, da so postale dominantna vrsta, ovirajo ali celo zavirajo razvoj mladice domorodnih vrst rib, kar je posledica močne medvrstne kompeticije med izjemno številčnimi mladimi psevdorazbore in mladimi domorodnih vrst (Britton in sod. 2007).

Zaradi medvrstne kompeticije psevdorazbora povzroča tudi škodo v ribogojstvu. Znani so primeri negativnih vplivov psevdorazbore na produkcijo krapa v krapjih vzrejnih ribnikih (Musil in sod. 2014). Psevdorazbore se hranijo z zooplanktonom; velika gostota psevdorazbor v stoječih vodah (npr. vzrejnih ribnikih) zaradi velikega, usmerjenega plenilskega pritiska, močno negativno vpliva na zooplankton, še posebej na vrste, ki predstavljajo pomembne komponente naravne hrane krapu (*Cyprinus carpio*) (Faina 1983, Sibbing in sod. 1986, Sibbing in sod. 1988, Lammens in Hoogenboezen 1991, Musil in sod. 2014). Intenzivna predacija zooplanktonskih organizmov povzroči krapu neugodne prehranske razmere, kar ima za posledico zmanjšanje njegove produkcije (Musil in sod. 2014). Britton in sodelavci (2010) so ugotovili, da se prehranska niša psevdorazbore prekriva z domorodnima vrstama rib, rdečeoko (*Rutilus rutilus*) in krapom (*Cyprinus carpio*), zato so predvsem v stoječih vodnih habitatih, kjer se namnožijo, psevdorazbore močan kompetitor za hrano prehransko podobnim vrstam.

Plenjenje

Psevdorazbore se med drugim hranijo tudi z ribjimi ikrami, zato lahko v okoljih, kjer se vzpostavijo številčne populacije, na domorodne vrste negativno vpliva plenjenje iker domorodnih vrst (Rosecchi in sod. 1993). V literaturi npr. obstajajo podatki o prehranjevanju psevdorazbor z ikrami smuča (Stein in Herl 1986).

Križanje

Ena izmed posledic vnosa tujerodnih vrst je lahko njihovo križanje z domorodnimi vrstami. Križanje domorodnih in tujerodnih vrst predstavlja velik okoljski problem, saj zmanjšuje genetsko integriteto (Gozlan in sod. 2006) in kondicijsko stanje domorodne vrste (Crivelli 1995, Podgornik in Jenič 2014). Podatkov o križanju psevdorazbor z domorodnimi vrstami v naravnem okolju ni. Obstajajo le podatki laboratorijskih poskusov oploditve iker belice (*Leucaspis delineatus*) s spermo psevdorazbore (Gozlan in sod. 2006). Oploditev in izvalitev iker je sicer potekla uspešno, vendar se križanci niso razvili dlje od prve larvalne stopnje. Ti rezultati sicer nakazujejo na možnost potencialnega križanja psevdorazbore z domorodno vrsto, vendar nedvoumnih dokazov za križanje v naravi ni.

Prenos bolezni in parazitov

Velik problem naseljevanja s tujerodnimi ribami so lahko tudi tuje bolezni. Z ribami namreč lahko prinesemo tudi različne prenašalce bolezni in parazite, ki se razširijo na domorodne



vrste. Ker se te vrste prvič srečajo z novimi boleznimi in paraziti, na njih niso prilagojene, zato imajo lahko še mnogo večji vpliv kot sicer.

Pseudorazbora je gostitelj smrtonosnega intracelularnega eukariotičnega patogena, podobnega patogenu *Sphaerothecum destruens*, ki napada atlantskega lososa (*Salmo salar*). Zaradi okužbe s patogenom, ki ga prenaša pseudorazbora, pride do upada populacij domorodnih vrst rib zaradi smrtonosnosti patogena, le-ta pa tudi popolnoma inhibira drst okuženih rib. Močan negativen vpliv pseudorazbore zaradi prenosa bolezni je bil zaenkrat dokazan za domorodno evropsko belico (*Leucaspis delineatus*) (Gozlan in sod. 2006).

Spremembe v ekosistemu

Nekatere vrste rib lahko močno spremenijo okolje, v katerega so naseljene. Spremembe v delovanju ekosistema, ki jih lahko povzroči tujerodna vrsta rib, se odražajo na kroženju hranil, fizičnih spremembah habitata, naravni sukcesiji, spremembah prehranjevalnih spletov, itd.

V sistemih stoječih voda, kjer se pseudorazbore močno namnožijo, njihova prisotnost lahko dolgoročno spremeni razporeditev in količino hrane (Hanazato in Yasuno 1989). Zaradi namnožitve se izrazito poveča pritisk na zooplankton kar vodi v spremembo interakcij med trofičnimi nivoji v ekosistemu. Zaradi močnega upada populacij vrst zooplanktona se poveča produkcija fitoplanktona, ki postane dominantna skupina planktona. Zaradi porušenega razmerja med zooplanktonom in fitoplanktonom se nekatere domorodne vrste rib pričnejo prehranjevati na drugih trofičnih nivojih (Britton in sod. 2010).

V Sloveniji vplivi pseudorazbore na domorodne vrste rib zaenkrat niso bili ciljno raziskovani. V literaturi so bili nakazani in dokazani zgoraj opisani negativni vplivi te vrste, ki se nanašajo večinoma na stoječa vodna telesa, kjer je največkrat odsotna naravna predatorska združba rib. Takšni habitati so na primer gramoznice in vzrejni ribniki.

V Sloveniji se je pseudorazbora iz stoječih voda razširila tudi v vodotoke, kjer večinoma številčno ne prevladuje nad ostalimi vrstami v združbi. Razlog za to je lahko prisotnost plenilcev v ribji združbi naravnih vodotokov oziroma posledica njihovih populacijskih gostot. V stojećih vodnih telesih, naseljenih s pseudorazboro je bilo dokazano, da naselitev plenilskih vrst rib (npr. ščuke), lahko številčnost pseudorazbor močno zmanjša ali jih celo popolnoma odstrani (Musil in sod. 2014, Lemmens in sod. 2015). Po opažanjih ribičev (ustni podatki) je vrsta, ki uspešno pleni pseudorazboro v stojećih vodah tudi navadni ostriž (*Perca fluviatilis*).



2.8. Dosedanji ukrepi obvladovanja in odstranjevanja

V Sloveniji

V Sloveniji po naših podatkih do sedaj poskusi obvladovanja vnosa ciljno za psevdorazboro niso bili izvajani. Dosedanji ukrepi izhajajo iz zakonodaje, ki se nanaša na problematiko tujerodnih vrst rib. Primarno tujerodne vrste obravnava Zakon o ohranjanju narave (ZON – UPB2, Ur. list št. 96/2004), ki obravnava naselitev, doselitev, gojenje tujerodnih vrst, zadrževanje v ujetništvu in trgovino s tujerodnimi vrstami.

Obstoječi ukrepi, ki izhajajo iz določil Zakona o ohranjanju narave:

- Prepoved naseljevanja tujerodnih vrst živali in rastlin, razen izjemoma, če se v postopku presoje tveganja za naravo ugotovi, da poseg ne bo ogrozil naravnega ravnovesja ali sestavin biotske raznovrstnosti. Prav tako so izjeme pri naselitvi tujerodnih vrst, ki jih je dovoljeno loviti. To naselitev dovoli pristojno ministrstvo, v soglasju z ministrom, pristojnim za ohranjanje narave na podlagi izvedene presoje tveganja. Prav tako je izjema doseljevanje tujerodnih vrst (tujerodne vrste, ki že živijo v določenem ekosistemu); le-to se lahko izvede na podlagi predhodne presoje tveganja in ob soglasju ministrstva, pristojnega za ohranjanje narave.
- Gojenje tujerodnih vrst, ki lahko ogrožajo domorodne vrste se dovoli z dovoljenjem ministrstva, na podlagi predhodno izvedene presoje tveganja za naravo.

Glede zadrževanja tujerodnih vrst v ujetništvu in trgovine z živimi živalmi so omejitve manj stroge in se nanašajo predvsem na ustreznost bivalnih razmer živali in njihove oskrbe.

Tujerodne vrste v nekaterih členih obravnava Zakon o sladkovodnem ribištvu. Cilj zakona je med drugim prispevati k preprečevanju vnosa tujerodnih ribjih vrst v celinske vode in njihovega širjenja. V Zakonu ni opredeljenih ukrepov za obvladovanje širjenja in vnosa tujerodnih vrst rib, z izjemo zapisane prepovedi prenašanja vrst med Donavskim in Jadranskim porečjem. Uredba o ribjih vrstah, ki so predmet ribolova v celinskih vodah RS (Ur. list RS št. 46/2007) določa lovne ribje vrste, med katerimi so tudi vse tujerodne vrste rib in rakov, ki niso zavarovane s predpisi s področja ohranjanja narave. S spremembo Pravilnika o ribolovnem režimu leta 2010 (Ur. list RS št. 75/2010) je bilo vneseno tudi določilo, da najmanjše lovne mere in varstvene dobe ne veljajo za tujerodne vrste rib, če so v ribiškogojitvenem načrtu opredeljene kot invazivne vrste in je to določeno v ribiškogojitvenem načrtu. V Pravilniku o komercialnih ribnikih (Ur. list RS št. 113/2007) je zapisano, da se v komercialne ribnike lahko vlaga le ribe, ki so lokalno prisotne in vrste rib,



za katere ni treba pridobiti dovoljenja za gojitev (ki ne ogrožajo domorodnih vrst rib in ekološkega potenciala, v skladu s predpisi ohranjanja narave).

Obstoječi ukrepi, ki izhajajo iz predpisov s področja sladkovodnega ribištva:

- Prepoved prenašanja živih rib iz vodnega območja Donave v vodno območje Jadranskega morja in obratno (ZSRib);
- Dovoljen ribolov tujerodnih vrst rib in rakov (Uredba o ribjih vrstah, ki so predmet ribolova v RS);
- Dovoljen celoletni ribolov vseh velikostnih kategorij tujerodnih vrst rib (Pravilnik o ribolovnem režimu);
- Prepoved vlaganja lokalno neprisotnih rib, za katere je treba pridobiti dovoljenje za gojenje (Pravilnik o komercialnih ribnikih).

Kot primer izvedenih konkretnih ukrepov odstranjevanja tujerodnih vrst rib, lahko navedemo projekt LIFE WETMAN (LIFE09NAT/SI/000374), ki se je zaključil v letu 2015. Eden izmed ciljev je bil odstranjevanje tujerodnih vrst rib iz izbranih pilotnih območij. Na pilotnem območju Mura – Petišovci je bila ena izmed ciljnih vrst za odstranjevanje tudi pseudorasbora, vendar z vzorčenji mrtvic na območju med leti 2011 in 2015, prisotnosti pseudorazbore nismo potrdili (Podgornik in sod. 2014).

V tujini

Iz objavljenih raziskav v tujini (Britton in Brazier 2006, Britton in sod. 2008, 2009, 2010, Musil in sod. 2014, Lemmens in sod. 2015) so znani poskusi in primeri odstranjevanja pseudorasbore iz stoječih vodnih teles v Evropi (predvsem v Veliki Britaniji) zaradi preprečevanja širitve vrste v naravne vodotoke na območju. Objavljenih raziskav ali primerov poskusov odstranjevanja pseudorasbore iz odprtih vod nismo zasledili. Dosedanje poskuse odstranjevanja pseudorasbore v Evropi lahko strnemo v tri načine: uporaba piscicida, izsušitev vodnega telesa in vlaganje plenilcev.

Uporaba piscicida

Kot uspešna metoda za odstranjevanje pseudorasbore iz stoječih vodnih teles (ribogojnice, ribniki) se je izkazala uporaba piscicida rotenona (Britton in Brazier 2006), ki povzroči akutno zastrupitev rib. Uporaba rotenona je problematična, saj njegovo delovanje prizadane vse vrste rib, ki naseljujejo vodno telo, zato je treba pred tretiranjem domorodne vrste iz vodnega telesa odstraniti. Ta metoda je tako primerna le za umetna vodna telesa (ribogojne objekte, ribnike), ki so ločena od naravnih vodotokov (ni stalne povezave med stoječim vodnim telesom in vodotokom) in jih naseljuje malo domorodnih vrst, po možnosti umetno naseljenih oz. vzdrževanih (npr. vzrejni ribniki, komercialni ribniki) in se jih da za časa tretiranja z rotenonom iz vodnega telesa odstraniti ter po deaktivaciji rotenona ponovno naseliti. Takšen protokol odstranjevanja so uspešno izvedli v Veliki Britaniji; po odstranitvi



pseudorazbor iz vzrejnih ribnikov se je povečala produkcija ploščiča in rdečeoke (Britton in Brazier 2006). Pri uporabi rotenona je pomembna predvsem laboratorijsko natančno določena letalna doza, ki je odvisna od abiotских dejavnikov vodnega telesa (npr. tip prisotnega substrata). Rotenon se v različnih okoljih različno hitro deaktivira, zato so pri uporabi rotenona nujno potrebni laboratorijski testi in natančna določitev protokola tretiranja, da je uporaba uspešna in varna. Uporaba rotenona je bila zaenkrat uspešna v majhnih, izoliranih sistemih, kjer je njegovo delovanje omejeno le na lokalne populacije pseudorazbor (Lemmens in sod. 2015). Kljub temu ima ta metoda kar nekaj slabosti, saj ni vrstno specifična, njeno izvajanje zahteva obsežno delo in precejšnje stroške (Britton in sod. 2008, Lemmens in sod. 2015). Uporaba rotenona ima kratkotrajni, enkratni učinek in zato posledično ne omogoča trajnostne zaščite ekosistema pred novimi invazijami (Lemmens in sod. 2015).

Izsušitev vodnega telesa

V Veliki Britaniji so pseudorazbore uspešno odstranili iz dveh manjših jezer z izušitvijo. Vodo so iz jezer s pomočjo vodnih črpalk izčrpali na kmetijska zemljišča. Med izpraznjenjem jezera so bile vse ribe v jezerih (vložene so bile zaradi ribištva) uničene (tudi zaradi okužbe s tujerodnimi patogeni). Dno jezera je bilo izpostavljeno sušenju dva tedna, nato tretirano z apnom (kalcijevim oksidom) zaradi odstranjevanja patogenih mikroorganizmov iz sedimenta. Pri tem se je pH vrednost sedimenta dvignila v močno bazično območje, ki je pomenilo letalno vrednost. Jezeri so pustili prazni še 4 mesece. Polnili sta se le s padavinami in iz naravnih izvirov v jezerih. Po zapolnitvi jezer so vzorčenja pokazala odsotnost pseudorazbor v jezera so ponovno vložili ribe in jezera povezali z vodotokom. Celoten proces od začetka odstranjevanja (izušitve) in ponovno vzpostavljeno funkcionalnostjo ekosistema je potekal skoraj eno leto (Britton in sod. 2008). Čeprav je bil ta poskus odstranjevanja z izušitvijo uspešen, Lemmens in sodelavci (2015) poročajo o neuspešnih poskusih odstranitve pseudorazbor po izušitvi stoječih vodnih teles. V njihovi raziskavi je šlo za sistem ribnikov, povezanih z dvema potokoma. Ob ponovni polnitvi ribnikov z vodo iz potoka, so na vtok namestili rešetke, ki naj bi preprečevale naselitev rib iz vodotoka v ribnike. Kljub nameščenim rešetkam, so pseudorazbore ribnike ponovno naselile, najverjetneje iz okoliških vodotokov. Po mnenju avtorjev so bile odprtine na rešetkah, ki so se za ta namen uporabile prevelike, da bi preprečile vdor juvenilnih pseudorazbor nazaj v ribnike. Mladice pseudorazbore so izjemno majhne, zato njihovega širjenja ni mogoče omejiti z uporabo rešetak. Poleg tega so tudi v ribnikih, ki niso bili popolnoma izsušeni - ostalo je nekaj posameznih luž - vsaj nekaj pseudorazbor najverjetneje preživel.

Tako kot uporaba rotenona, je tudi metoda z izušitvijo vodnega telesa metoda s trenutnim učinkom in ne preprečuje novih invazij, še posebej če so pseudorazbore prisotne v vodotokih, ki ta vodna telesa napajajo.



Vlaganje plenilcev

V raziskavi Lemmensa in sodelavcev (2015) so pokazali, da je vlaganje domorodne plenilske vrste ščuke (*Esox lucius*) v stoječih vodnih telesih (ribnikih) močno zmanjšalo številčnost in biomaso psevdorazbor, medtem ko na domorodne vrste niso zabeležili negativnega vpliva. Ena izmed možnih razlag je neprilagojenost tujerodnih vrst na domorodne plenilce. Prav tako so rezultati te raziskave pokazali, da stalna prisotnost ščuke znatno poveča biološko odpornost domorodne ribje združbe na invazijo psevdorazbor. O uspešni odstranitvi psevdorazbor iz ribnikov z vlaganjem mladih ščuk (osebki v prvem letu starosti ali 0⁺) poročajo tudi Musil in sodelavci (2014). Psevdorazbore so iz ribnikov po vlaganju ščuk izginile še v istem letu. Biomanipulacija z vlaganjem plenilskih vrst rib se je kot uspešna izkazala v manjših in plitvejših stoječih vodnih telesih, kjer razgibanost prostora ni tako pestra kot v večjih in globljih jezerskih ekosistemih. Mlade ščuke se zadržujejo v litoralnem delu jezera, v predelih, poraščenih z vodno vegetacijo. V večjih jezerih, kjer je obširnejši pelagial se psevdorazbora tako lahko izogne predacijskemu pritisku ščuke z zadrževanjem v pelagialnem delu jezera, zato je metoda biomanipulacije v takšnih vodnih telesih lahko manj uspešna. Kljub temu je, v primerjavi z do sedaj znanimi metodami zatiranja psevdorazbor edina trajnostna metoda, ki ekosistem ščiti pred novimi invazijami. Je tudi izvedljiva, stroškovno ugodna in nekontroverzna (Musil in sod. 2014).

2.9. Ukrepi

Ocenjujemo, da je pri nas najpogostejši način vnosa psevdorazbore v celinske vode predvsem nenamerni prenos iz toplovodnih ribogojnic in vzrejnih ribnikov z ribami za vlaganje. V vzrejnih objektih ni prisotne naravne ribje združbe (ni plenilcev), so bogati s hrano in predstavljajo habitat, kjer se psevdorazbore zlahka namnožijo do visokih številčnosti. Ob praznjenjih teh objektov (npr. ob čiščenju) se, zaradi namestitve neustreznih tehničnih preprek, ki ribam preprečujejo vstop in izstop iz objektov (npr. rešetke s preširokimi odprtini), razširijo v vodotoke, s katerimi so ribniki povezani. Ribniki so z vodotoki večinoma povezani na dva načina, glede na to ali ribnik leži na osi vodotoka ali izven nje. V prvem primeru voda direktno vteka in izteka, medtem ko je v drugem primeru ribnik z vodotokom povezan z odvzemnim in izpustnim kanalom. Stoječa vodna telesa namenjena ribogojstvu ali ribištvu se periodično, zaradi čiščenja, izprazni. Pri tem se na iztok iz ribnika namesti rešetke, ki preprečujejo pobeg ali plavljenje rib iz ribnika v vodotok. Ribe, ki ostanejo v ribniku se izlovi in začasno (do ponovne polnitve ribnika) premesti v druge objekte. Pri praznjenju naj bi se uporabljale rešetke z režami premera velikosti 0,8 cm. Kljub temu, da so reže zelo ozke psevdorazboram ne preprečujejo prehajanja. Z rešetkami omenjenih dimenzij je tako po našem mnenju na iztoku stoječega vodnega telesa možno ustaviti le širjenje odraslih psevdorazbor, medtem ko je širjenje zaroda in mladice s tem ukrepom nemogoče preprečiti. Z namestitvijo rešetak z manjšimi režami bi postalo praznjenje objektov stoječih voda neizvedljivo, saj bi se rešetke z ožjimi režami hitro zapolnile s sedimentom in plavjem, ki z vodo odteka v vodotok. Zato bi bilo treba več pozornosti



posvetiti preučevanju novih možnih tehničnih rešitev preprečevanja uhajanja rib iz ribnikov v vodotoke. Ena od možnosti preprečevanja je npr. uporaba električne bariere namesto rešetk, kot se to ponekod že uporablja v hladnovodnem ribogojstvu.

V Sloveniji se je psevdorazbora razširila tudi v vodotoke in je v nekaterih stalno prisotna (Slika 2). Odstranitev naturaliziranih populacij iz vodotokov je nemogoča. Trenutno poznani izvedeni ukrepi popolne odstranitve psevdorazbor so bili uspešni le v majhnih, plitkih, stoječih vodnih telesih (Britton in sod. 2008, 2009, 2010, Lemmens in sod. 2015). Ukrepe je zato treba usmeriti v preprečevanje nadaljnjega razširjanja vrste in v zmanjševanje populacij.

V letu 2015 je bil sprejet Program upravljanja rib v celinskih vodah RS za obdobje do leta 2021, ki določa cilje in ukrepe upravljanja z ribami v Sloveniji. Je krovni dokument za izdelavo podrobnejših načrtov ribiškega upravljanja v Sloveniji (Načrti ribiških območij, Ribiškogojitveni načrti). V Programu je obravnavana tudi problematika tujerodnih vrst rib s ciljem »zmanjšanje oziroma odstranjevanje populacij« ter določeni ukrepi pri tem:

- prepoved poribljavanj oz. načrtnih vnosov tujerodnih vrst rib (izjema sta šarenka in gojeni krap) v celinske vode;
- poostren nadzor pri poribljavanju nepostrvjih vrst iz ribnikov s polikulturo;
- sproščen ribolovni režim na tujerodne vrste rib;
- obvezen uplen invazivnih tujerodnih vrst rib;
- večji nadzor nad ribogojnicami, predvsem toplovodnimi, kjer se tujerodne in invazivne vrste same razmnožujejo in širijo v odprte vode;
- nadzor nad poribljavanji in prenosi;
- izločanje invazivnih vrst z ribolovom, ob praznjenjih ribnikov, ob ribiških tekmovanjih, ob intervencijskih odlovih, ob vzorčenjih rib za ihtiološke raziskave.

Program določa, da se ukrepi za zmanjševanje populacij tujerodnih, predvsem invazivnih vrst rib ter ukrepi za preprečevanje njihovega širjenja podrobneje določijo v ribiškogojitvenih načrtih. Ribiškogojitveni načrti, ki bodo sledili Programu upravljanja rib so v izdelavi. Z njihovim sprejetjem se bodo začeli izvajati tudi ukrepi, določeni za tujerodne vrste rib.

Za odkrivanje novih najdišč tujerodnih vrst ali celo novih prisotnih vrst so pomembni podatki naključnih najdb, ki niso vezane na raziskave in strokovno delo (najdbe ribičev in druge zainteresirane javnosti), zato je treba vzpostaviti dostopen in enostaven način enotnega zbiranja podatkov o najdbah tujerodnih vrst, na primer v obliki spletne aplikacije.

V letu 2016 sta Ribiška zveza Slovenije in Center za kartografijo favne in flore začela s projektom »Ujemite naravo!«, v okviru katerega imata namen postaviti sistem širokega zbiranja podatkov o enostavno prepoznavnih vrstah rib, potočnih rakov in školjk s pomočjo vključevanja ljudi v t.i. koncept ljudske znanosti (Citizen Science) in sodelovanje med različnimi javnostmi in strokovnjaki. Ena od ciljnih skupin so ribiči, ki se zaradi svojih interesov in želja zadržujejo ob vodah po vsej Sloveniji, njihova vsakdanja prisotnost pa lahko



dobi dodatno vrednost, v kolikor se jih vključi v organizirano beleženje opažanj o domorodnih in tujerodnih vrstah rib, potočnih rakov in školjk.

Program upravljanja rib v celinskih vodah RS za obdobje do leta 2021 (sprejet v letu 2015) obravnava tudi cilje, usmeritve in ukrepe nadgradnje evidenc v sladkovodnem ribištvu v smislu izboljšave zbiranja podatkov o stanju ribjih populacij v Sloveniji. Eden izmed ukrepov je tudi nadgradnja aplikacije Ribkat in povezava vseh obstoječih aplikacij v sladkovodnem ribištvu v enoten sistem. Takšna povezava obstoječih aplikacij bi omogočila zbiranje podatkov o prisotnosti invazivnih tujerodnih vrst na enem mestu in s tem omogočila tudi lažjo sledljivost razširjanja vrst.

Poleg ukrepov, ki so določeni v načrtih ribiškega upravljanja za prihodnje načrtovalsko obdobje predlagamo še dodatne ukrepe, ki jih navajamo v nadaljevanju.

Ukrepi zgodnjega odkrivanja

- Redni monitoring stanja psevdorazbore (razširjenost in številčnost), ki je namenjen zgodnjim odkrivanjem prisotnosti in širjenja tujerodnih vrst v posameznih vodotokih ali v posameznih odsekih vodotokov po Sloveniji. Monitoring naj obsega tako ihtiološka vzorčenja kot zbiranje podatkov iz drugih virov (redna vzorčenja ZZRS, podatki ribiških družin,...). Monitoring naj se izvaja kot:
 - kvalitativni monitoring psevdorazbore vzporedno z drugimi kvalitativnimi ihtiološkimi monitoringi in raziskavami;
 - kvantitativni monitoring v okviru rednih kvantitativnih monitoringov rib;
 - specifični monitoring na določenem območju (v primeru izvajanja ukrepov);
- Redno poročanje ZZRS o novih najdiščih vodnih tujerodnih živalskih vrst na podlagi podatkov, pridobljenih iz tekočih ihtioloških raziskav ter drugih raziskav in monitoringov vodnih organizmov.
- Vzpostavitev sistema za enotno zbiranje podatkov o naključnih najdbah tujerodnih vrst za širšo javnost ter spodbujanje javljanja najdb tujerodnih vrst.
- Redno javljanje (npr. ribiških družin, ribogojcev, imetnikov vodnih pravic za komercialne ribnike...) najdb psevdorazbore na ZZRS.



Ukrepi za obvladovanje

Ukrepi za obvladovanje vključujejo smrtonosne ali nesmrtonosne fizične, kemične ali biološke ukrepe, ki so namenjeni odstranitvi invazivne tujerodne vrste, nadzoru nad njeno populacijo ali preprečevanju njenega širjenja. Po potrebi so med ukrepi za obvladovanje posegi v sprejemni ekosistem namenjeni povečanju njegove odpornosti proti sedanjim in prihodnjim invazijam. V okviru ukrepov obvladovanja, namenjenih odstranitvi invazivne tujerodne vrste, nadzoru nad njeno populacijo ali preprečevanju njenega širjenja, se lahko začasno dovoli uporabo že naseljene invazivne tujerodne vrste v komercialne namene, če je to natančno utemeljeno in je uveden ustrezen nadzor za preprečitev nadaljnjega širjenja (Uredba EU št. 1143/2014).

Za obvladovanje obstoječih populacij psevdorazbore predlagamo naslednje ukrepe:

- Načrtovanje in izvedba pilotnih poskusov odstranitve psevdorazbor predvsem iz stoječih vodnih teles. S tem se preveri možnosti odstranjevanja in izdelava smernice oz. priporoči ukrepe za tretiranje ribogojnih objektov in ostalih vodnih teles, kjer so psevdorazbore prisotne.
- Spodbujanje odstranjevanja psevdorazbor v ribogojnicah.
- Preučitev uvedbe novih tehničnih rešitev za preprečevanje prehajanja rib iz ribogojstvu in ribištvu namenjenih objektov stoječih voda v odprte vode (npr. električne bariere) in spodbujanje posodobitev teh objektov.
- Prepoved poribljavanj z ribami, ki prihajajo iz ribogojnic s psevdorazboro.
- Obvezno izločanje invazivnih vrst z ribolovom, ob praznjenjih ribnikov, ob ribiških tekmovanjih, ob intervencijskih odlovih in ob vzorčenjih rib za ihtiološke raziskave.
- Letno poročanje o prisotnosti in novih najdiščih tujerodnih vrst rib v letnih poročilih (LPO) ribiških družin (Ribkat).
- Letno poročanje o prisotnosti in biomasi tujerodnih vrst rib v vodnih telesih v zasebnem upravljanju (ribogojnice, vzrejni ribniki, komercialni ribniki, gramoznice) v pristojne katastre (Centralni register objektov akvakulture in komercialnih ribnikov, MKGP).
- Vzpostavitev rednega inšpekcijskega nadzora (okoljska, kmetijska, ribiška inšpekcija) nad toplovodnimi ribogojnicami in redno pregledovanje prisotnosti psevdorazbore.



- Vzpostavitev sistema obvezne prisotnosti nadzorne službe pri praznjenju toplovodnih ribogojnih obratov in ribnikov;

Ukrepi preprečevanja novih naselitev

- Za preprečevanje nenamernega prenosa psevdorazbore z opremo (npr. vedrih, v mrežah itd.) pregledovanje opreme za izlove rib pri izvajanju ihtioloških vzorčenj (raziskovalci) ali intervencijskih odlovov (izvajalci ribiškega upravljanja).
- Ozaveščanje uporabnikov vodnega okolja o ukrepih, ki jih je treba preventivno izvajati za preprečevanje raznašanja vodnih invazivnih tujerodnih vrst: pregledovanje in sušenje opreme, prepoved prenašanja živih organizmov, vode in vodnega materiala (npr. substrat, plavje) med vodnimi telesi.
- Izobraževanje ciljne in širše laične javnosti (uporabnikov vodnega okolja – ribiči, čolnarji, izvajalci vodnih športov) o vplivih tujerodnih vrst rib na vodno okolje in možnih načinih prenašanja.
- Izobraževanje ribičev o prepoznavanju, vplivu in problematiki tujerodnih vrst rib in ostalih vodnih invazivnih vrst.
- Izobraževanje ribogojcev o prepoznavanju in vplivu vodnih tujerodnih invazivnih vrst in vključitev teh vsebin v izobraževalni program za pridobitev naziva ribogojec.
- Izobraževanje okoljskih in ribiških inšpektorjev o prepoznavanju, vplivu in problematiki tujerodnih vrst rib in ostalih vodnih invazivnih vrst rib.

3. SIGNALNI RAK *Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852)

3.1. Morfologija

Signalni rak običajno doseže 15-17 cm telesne dolžine. Barva telesa je med svetlo in temno rjavo, včasih do opečnate. Na pregibu škarij ima značilno belo do svetlo modro liso. Spodnja stran škarij je rdečkasta. Rostrum je po vsej dolžini enako širok ali trapezoiden, osrednji greben je viden in brez trnov. Površina škarij je drobno zrnata, na otip skoraj gladka. Vratna brazda je brez trnov. Ima dva para postorbitalnih trnov (Govedič 2006).



Slika 5: Signalni rak (foto: ZZRS).

3.2. Biologija

Razmnoževanje poteka v zimskih mesecih. Samica nosi jajca na spodnji strani repa, dokler se mladiči ne izležejo. Samice z jajci lahko najdemo od februarja do junija. Posamezni osebki živijo tudi 20 let. Signalni raki so aktivni predvsem ponoči, podnevi se skrivajo v rovih, ki jih skopljejo pod kamni ali v brežinah. So vsejedci, hranijo se z algami, vodnimi rastlinami, nevretenčarji, pa tudi ostanki večjih živali (Kus Veenvliet in Veenvliet 2008).



3.3. Habitat

Naseljuje različne habitate: velike reke, potoke, jezera in ribnike (Kus Veenvliet in Veenvliet 2008). Ustrezajo mu podobni življenjski pogoji kot jelševcu (Govedič 2006).

3.4. Razširjenost

Območje domorodnosti

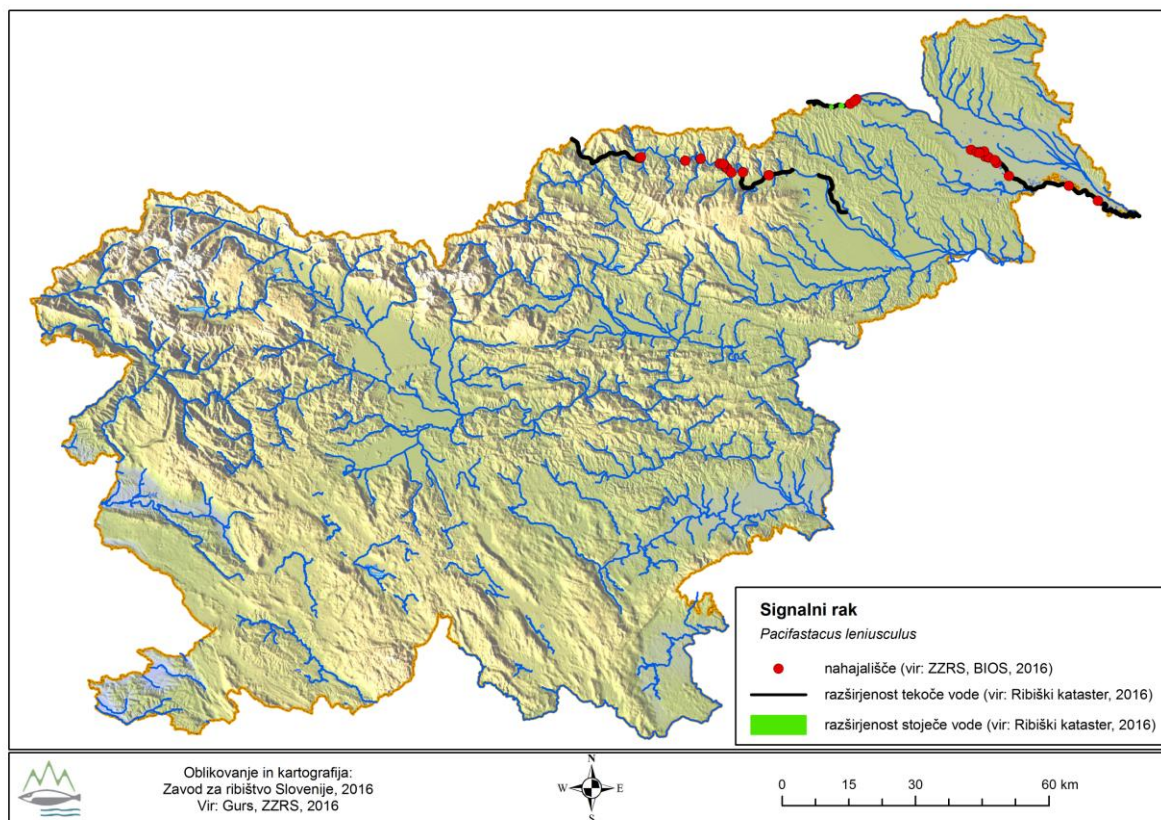
Domovina signalnega raka je zahodni del Severne Amerike in Kanada (Kus Venvliet in Venvliet 2008, Schuster in sod. 2010).

Območje tujerodnosti

V devetnajstem in dvajsetem stoletju je bil naseljen po vsej Evropi ter tudi v nekatere severno ameriške države (Schuster in sod. 2010, IUCN). V Evropo so ga iz Severne Amerike v Italijo prinesli že okoli leta 1850 (Jaklič in Vrezec 2013). Danes je prisoten v Avstriji, Belgiji, na Cipru, Danskem, Finskem, Franciji, Nemčiji, Grčiji, Italiji, Japonskem, Latviji, Litvi, Luksemburgu, Nizozemski, Poljski, Portugalskem, Rusiji, Španiji, na Švedskem, v Švici in v Veliki Britaniji (Schuster in sod. 2010, IUCN).

3.5. Razširjenost in stanje v Sloveniji

V Sloveniji je signalni rak razširjen v Muri in Dravi (Slika 6). V Muri je prisoten v celotnem spodnjem toku reke, najden je bil tudi v nekaterih njenih pritokih pri Ceršaku (Govedič in sod. 2011). V reki Dravi je signalni rak prisoten v najmanj dveh tretjinah slovenskega dela, oziroma je uspešno poselil območje med Mariborom in Dravogradom (Govedič in sod. 2015).



Slika 6: Razširjenost signalnega raka v Sloveniji (Vir: BIOS 2016).

3.6. Poti vnosa

Signalni raki so bili v 70-tih letih prejšnjega stoletja namerno naseljeni v Avstrijo, kot zamenjava za jelševece, ki so izumrli zaradi bolezni račje kuge. V desetletjih po naselitvah so se populacije signalnega raka na avstrijskem Koroškem hitro povečevale (Weinländer in Füreder 2009).

V začetku tega stoletja so se razširili v Slovenijo, najprej po reki Muri, nato še po reki Dravi (Bertok in sod. 2003, Govedič in sod. 2011). V obeh primerih je šlo za širjenje naturalizirane populacije iz Avstrije (Füreder 2009, Vrezec in Brancelj 2012). Signalni rak je bil v Sloveniji prvič najden v reki Muri, na avstrijsko – slovenski meji, leta 2003 (Govedič 2006) in v Dravi leta 2007. Na Hrvaškem so signalni raki dosegli sotočje Mure in Drave in je pričakovati, da se bodo začeli širiti gorvodno po reki Dravi v smeri proti Sloveniji (Hudina in sod. 2009) (Kus Venvliet in Venvliet 2016).

Glavna pot vnosa in širjenja signalnega raka v Slovenijo je širjenje naturalizirane populacije iz Avstrije in Hrvaške (Vrezec in Brancelj 2012). Osebkı znotraj vodotokov aktivno migrirajo tako v gorvodni kot v dolvodni smeri, mladi osebkı se širijo tudi pasivno, s plavljenjem ob višjih pretokih (Bubb in sod. 2004, Bernardo in sod. 2011). V povezavi z vnosom tujerodnih vrst se ponekod omenja tudi vnos vrst kot posledica uporabe žive vabe pri ribolovu. Vse



domorodne vrste rakov so v Sloveniji zavarovane, zato se za ribolov rakov kot vabe, ni uporabljalo. V skladu s Pravilnikom o komercialnih ribnikih (Ur. list RS št. 113/07 in 100/12) je pri ribolovu v komercialnih ribnikih prepovedano kot vabo uporabljati žive vretenčarje, uporabe živih nevretenčarjev pa ne prepoveduje, zato je s pojavom tujerodnih vrst rakov, teoretično ta pot vnosa v Slovenijo možna, čeprav se po naših informacijah v praksi ne uporablja.

3.7. Vpliv na domorodne vrste in vodne habitate

Raki spadajo med najbolj pogosto vnesene tujerodne vrste vodnih nevretenčarjev v okolja, kjer niso domorodni. Zaradi velikosti, zmožnosti hitre namnožitve, dolge življenjske dobe in vsejedosti lahko tujerodni raki dramatično spremenijo sestavo združb v ekosistemu in njegove funkcije (Hudina in sod. 2011). Signalni rak sodi med ene najbolj invazivnih tujerodnih vrst v Evropi. Zaradi velikih negativnih vplivov na domorodne vrste je bil leta 2016 uvrščen na seznam invazivnih tujerodnih vrst, ki zadevajo Unijo (EC 2016) (Kus Venvlieet in Venvlieet 2016). V okoljih, kjer so se signalni raki namnožili so najbolj poznani vplivi na domorodne vrste rakov (Vrezec in Brancelj 2012) ter z vključevanjem v trofično verigo, spreminjanje ekosistemov. Signalni raki s tekmovanjem za hrano, življenjski prostor in zaradi prenašanja račje kuge bistveno vplivajo na domorodne vrste rakov in so marsikje že povzročili lokalno izumiranje potočnih rakov (Weinländer in Füreder 2009).

Medvrstne interakcije – izpodrivanje domorodnih vrst

Signalni rak naseljuje enake habitate kot domorodne vrste rakov: jelševca (*Astacus astacus*), koščak (*Austropotamobius torrentium*) in koščenec (*Austropotamobius pallipes*) (Kus Venvlieet in Venvlieet 2016). V Veliki Britaniji je izginotje domorodne vrste, koščenca (*A. pallipes*) povezano z namnožitvijo signalnih rakov (Kemp in sod. 2003, Bubb in sod. 2006, Dunn in sod. 2009) in medvrstno kompeticijo, čeprav mehanizem kompeticijskega izključevanja med vrstama ni jasen (Dunn in sod. 2009). Raziskave Crawforda in sod. (2006) so potrdile, da je na območjih, kjer so se signalni raki namnožili, diverziteta in številčnost vrst bentoških nevretenčarjev drastično upadla. To nakazuje na dejstvo, da je signalni rak kompetitivnejši pri izkoriščanju virov hrane kot domorodne vrste. Signalni rak je zaradi izrazitejšje teritorialnosti bolj uspešen pri zasedanju in branjenju skrivališč kot domorodne vrste rakov. Velika številčnost signalnih rakov zato lahko spremeni demografsko strukturo domorodnih vrst rakov, saj zaradi izpodrivanja večjih, odraslih osebkov domorodnih vrst rakov, le-te bolj izpostavi predaciji. Na primeru koščenca (*A. pallipes*) je bilo ugotovljeno, da so bili v življenjskih prostorih, ki sta jih naseljevali obe vrsti, številčnejši majhni osebki koščenca (Dunn in sod. 2009).

Poleg negativnih vplivov na domorodne vrste rakov, so raziskave pokazale tudi vpliv na domorodne vrste rib. Ugotovljen je bil negativen vpliv na številčnost juvenilnih atlantskih



lososev, ki se skrivajo v enakih skrivališčih kot signalni raki (Griffiths in sod. 2004). Signalni rak lahko v vodah, kjer se pojavlja v velikih gostotah, poje ikre na drstiščih tako salmonidnih kot ciprinidnih vrst rib (Govedič 2006), kar ima neposreden vpliv na ribje združbe. Peay s sodelavci (2008) je ugotovil, da je bila številčnost juvenilnih salmonidov v potokih s prisotnim signalnim rakom manjša, kot v potokih z domorodnim rakom. Signalni raki imajo lahko negativne vplive na gospodarstvo, saj lahko povzročijo upad uspešnosti vzreje komercialno zanimivih vrst rib (Kus Venvlieet in Venvlieet 2016). Negativni vplivi signalnega raka so znani tudi na dvoživke (Nyström in sod. 2001).

Prenos bolezni in parazitov

Eden največjih prepoznanih negativnih vplivov signalnega raka na domorodne vrste je prenašanje bolezni račje kuge, ki jo povzroča oomiceta *Aphanomyces astaci* (Vrezec in Brancelj 2012). Bolezen je severnoameriškega izvora in je bila v Evropo vnesena s severnoameriškimi vrstami potočnih rakov leta 1850. Račja kuga je povzročila masovne pomore domorodnih rakov v Evropi konec 19. in v začetku 20. stoletja. V Sloveniji so bili izbruhi račje kuge z masovnimi pomori na bolezen neodpornih domorodnih rakov v obdobju med letoma 1880 in 1909. Račja kuga se je razširila iz Podonavja v porečja Drave, Mure, Kolpe, Krke in Save. Povzročitelj račje kuge ne more preživeti daljšega obdobja brez račjega gostitelja, zato postanejo potoki čez čas zopet sterilni (Souty-Grosset in sod. 2006, Vrezec in Brancelj 2012) in je mogoča uspešna ponovna naselitev jelševca (Budihna 1996, Bertok in sod. 2003, Govedič in sod. 2007, Vrezec in Brancelj 2012). Po letu 1909 izbruh bolezni račje kuge v Sloveniji ni bil več potrjen (Vrezec in Brancelj 2012).

V murski populaciji signalnega raka je bila zopet potrjena prisotnost oomicete *A. astaci*, zato vdor signalnega raka (in ostalih tujerodnih vrst rakov) predstavlja nov rezervoar povzročitelja račje kuge (Vrezec in Brancelj 2012). Med leti 2009 in 2011 so bile z molekularnimi metodami pregledane izbrane populacije vseh petih vrst potočnih rakov, ki so bile v tistem času znane v Sloveniji. Prisotnost povzročitelja račje kuge je bila potrjena pri signalnem raku iz reke Mure ter pri koščaku iz Borovnišnice pri Ljubljani (Kušar in sod. 2013, Govedič in sod. 2015). Na podlagi rezultatov je bilo ugotovljeno, da gre za nov, koevoluirani sev oomicete *A. astaci*, ki se za domorodno vrsto, koščaka ni izkazal smrten. Novi sev predstavlja še večjo grožnjo za širjenje bolezni na ostale, neokužene populacije, saj se lahko širi tudi preko domorodnih vrst (Govedič in sod. 2015). Čeprav sev za domorodne vrste ni akutno smrten, imajo latentno okuženi raki kljub temu znižano odpornost in so bolj občutljivi na druge okoljske strese ter imajo tudi višjo stopnjo smrtnosti pri morebitni okužbi z drugimi sevi kuge (Jusilla in sod. 2015, Govedič in sod. 2015).

Spremembe v ekosistemu

Obsegajo tako fizično spreminjanje vodotokov kot obrežja kot tudi neposredne vplive na favno in floro. Tujerodne vrste potočnih rakov predstavljajo grožnjo za ekosisteme celinskih voda v Evropi, saj lahko kot omnivorni plenilci bistveno vplivajo na spremembe vodnih združb. (Vrezec in Brancelj 2012). Kjer se pojavljajo velike populacije signalnih rakov, lahko



povzročajo tudi spremembe habitata, saj pojedjo vse vodno rastlinje in alge. To lahko posredno vpliva tudi na druge vodne organizme (Kus Venvlieet in Venvlieet 2016). Poleg degradacije vodnih makrofitov, zaradi kopanja račin v brežine pride tudi do degradacije in destabilizacije brežin. S tem neposredno vplivajo na sediment in njegov transport v vodotoku (Johnson in sod. 2010, Harvey in sod. 2011).

Signalni raki zaradi plenjenja negativno vplivajo na številčnost združb vodnih nevretenčarjev (Crawford in sod. 2006), ki so hrana tako domorodnim vrstam rakov kot ribam.

V Sloveniji v trenutnem stanju največjo grožnjo predstavlja širjenje signalnega raka v pritoke, kjer sta prisotni domorodne vrste rakov – jelševca in koščaka. Ukrepe je zato treba usmeriti v preprečevanje razširjanja invazivne vrste ter v zmanjševanje njenih populacij.

3.8. Dosedanji ukrepi obvladovanja in odstranjevanja

V Sloveniji

V primeru naselitve signalnega raka v Sloveniji ni šlo za namerno naselitev, temveč za pasivno širjenje iz sosednjih držav po vodotoku navzdol, zato obvladovanje vnosa z obstoječimi zakonodajnimi ukrepi ni bilo mogoče preprečiti. V Sloveniji po naših podatkih do sedaj poskusi obvladovanja vnosa in odstranjevanja ciljno za signalnega raka niso bili izvajani.

Primarno tujerodne vrste obravnava Zakon o ohranjanju narave (ZON – UPB2, Ur. list RS št. 96/2004), ki obravnava naselitev, doselitev, gojenje tujerodnih vrst, zadrževanje v ujetništvu in trgovino s tujerodnimi vrstami.

Obstoječi ukrepi, ki izhajajo iz določil Zakona o ohranjanju narave:

- Prepoved naseljevanja tujerodnih vrst živali in rastlin, razen izjemoma, če se v postopku presoje tveganja za naravo ugotovi, da poseg ne bo ogrozil naravnega ravnovesja ali sestavin biotske raznovrstnosti. Prav tako so izjeme pri naselitvi tujerodnih vrst, ki jih je dovoljeno loviti. To naselitev dovoli pristojno ministrstvo, v soglasju z ministrom, pristojnim za ohranjanje narave na podlagi izvedene presoje tveganja. Prav tako je izjema doseljevanje tujerodnih vrst (tujerodne vrste, ki že živijo v določenem ekosistemu); le-to se lahko izvede na podlagi predhodne presoje tveganja in ob soglasju ministrstva, pristojnega za ohranjanje narave.
- Gojenje tujerodnih vrst, ki lahko ogrožajo domorodne vrste se dovoli z dovoljenjem ministrstva, na podlagi predhodno izvedene presoje tveganja za naravo.



Glede zadrževanja tujerodnih vrst v ujetništvu in trgovine z živimi živalmi so omejitve manj stroge in se nanašajo predvsem na ustreznost bivalnih razmer za živali in njihove oskrbe.

V predpisih s področja sladkovodnega ribištva tujerodne vrste rakov obravnava Uredba o ribjih vrstah, ki so predmet ribolova v celinskih vodah RS (Ur. list RS št. 46/2007). Uredba določa lovne vrste, med katerimi so našteje tudi tujerodne vrste rakov, oziroma vrste, ki niso zavarovane s predpisi ohranjanja narave.

V tujini

V nadaljevanju predstavljamo nekatere v literaturi objavljene izvedene poskuse kontrole in odstranjevanja invazivne vrste (povzeto po Freeman in sod. 2009).

Fizično odstranjevanje

Znane metode za fizično odstranjevanje so ročno pobiranje rakov, lov z vršami, lov z mrežami in elektroribolov. Te metode so se izkazale kot uspešne pri odstranjevanju signalnih rakov, vendar so časovno potratne, zahtevajo obsežno terensko delo in niso dovolj učinkovite za popolno odstranitev vzpostavljenih populacij.

Lov z mrežami

Do sedaj je iz literature znana uporaba treh metod lova signalnih rakov z mrežami, in sicer dve z uporabo vlečnih mrež in lov s kogoli. Metoda lova z mrežami se ni izkazala kot zelo učinkovita pri lovu rakov, saj so bili z njimi večinoma zajeti manjši osebki.

Lov z vršami

Za lov signalnih rakov se pogosto uporabljajo različne izvedbe vrš, t.j. mrežastih pasti v katerih je nameščena vaba. Oblikovane so tako, da omogočajo rakom vstop, izstopa pa ne. Stalno nastavljene vrše oz. pogost lov z vršami se je izkazal kot uspešno orodje za zmanjševanje populacijske gostote signalnega raka (Holdich in Domaniewski 1995, Rogers in Holdich 1998, Freeman in sod. 2009, Moorhouse in MacDonald 2011). Deset let stalnega lova signalnih rakov z vršami v reki Clyde je pokazalo, da se v tem obdobju z enakim lovnim naporom lovi manj osebkov, povprečna dolžina osebkov je značilno manjša in raki spolno dozorevajo pri manjših velikostih (Freeman in sod. 2011). V tem obdobju se s konstantnim lovom populacije sicer ni odstranilo, vendar se je bistveno zaježila njena rast. V kolikor se za izdelavo vrše uporabi mrežo majhnih odprtín, je le-ta primerna tako za lov odraslih kot juvenilnih osebkov. Reeve (2001) poroča, da naj bi v ulovu vrš prevladovali samci. Moorhouse in MacDonald (2011) ugotavljata, da je lov z vršami primeren ukrep za zmanjševanje in vzdrževanje nizke populacijske gostote signalnih rakov ter posledično, z odstranjevanjem predvsem velikih osebkov, upočasnitev njihove ekspanzije. Največji osebki namreč prepotujejo največje razdalje.



Elektoribolov

Poskusi odstranjevanja signalnih rakov so bili izvajani tudi z metodo elektoribolova. Metoda se za lov večjega števila rakov ni izkazala kot zelo uspešna. Uporabljala se je v kombinaciji z drugimi metodami, predvsem z vršami.

Ročno pobiranje

V raziskavi Dana in sod. (2009) je bila za poskus odstranitve signalnih rakov uporabljena tudi metoda ročnega pobiranja rakov iz umetno narejenih skrivališč. Metoda se je izkazala kot uspešna predvsem s kombinacijo metode lova z vršami. Kombinacija obeh metod je privedla do bistvenega zmanjšanja gostote signalnih rakov v raziskavi. Odstranjevali so predvsem odrasle osebk, ki zasedejo skrivališča, s čimer so neposredno vplivali na produkcijo potomcev. Fertilitet samic je namreč neposredno povezana s telesno velikostjo (Mason 1975, Soderback 1995, Dana in sod. 2009).

Kemično odstranjevanje

Kemična sredstva, ki so bila uporabljena v poskusih odstranjevanja rakov lahko razdelimo v dve skupini, in sicer na biocide in feromone (Freeman in sod. 2009). Biocide lahko nadalje razdelimo v dve skupini: na kemična sredstva, ki delujejo na fiziologijo rakov in sredstva, ki spremenijo okoljske parametre tarčne vrste na način, da okolje ni več primerno za življenje tarčne vrste (npr. zvišanje ali znižanje pH, koncentracije kisika ipd.).

Biocidi

V literaturi je poznan terenski poskus za odstranjevanje signalnih rakov s kombinacijo različnih tretiranj v različnih vodnih telesih na Škotskem. Poskus je vključeval uporabo deoksigenacije vode ter aplikacijo piretrina (Peay in sod. 2006). Poskus se je izkazal za uspešnega po nekaj ponovitvah tretiranja. Slabost te metode je, da so biocidi neselektivni in smrtni tudi za domorodne vrste rakov in rib.

Feromoni

Feromonski atraktanti lahko povečajo uspeh lova z vršami ker rake privabljajo na predele, kjer je lov z vršami zaradi npr. zahtevnega terena drugače otežen (Rogers in Holdich 1998, Freeman in sod. 2009). Feromoni v vršah delujejo predvsem na samce (Stebbing in sod. 2003). Po eni strani določeni feromoni, s katerimi privabljamo npr. signalne rake, hkrati delujejo kot repelent za npr. domorodnega koščenca (Stebbing in sod. 2005). Metoda je dobra tudi za zaznavanje vrste na območjih z nizkimi populacijskimi gostotami (Stebbing in sod.



2003). Kljub uporabosti metode je postopek pridobivanja spolnih feromonov dolgotrajen in zapleten, metode hitrejša izolacije so še v razvoju (Freeman in sod. 2009).

Biološka kontrola

Biološko kontrolo lahko širše definiramo kot uporabo ene vrste za obvladovanje druge ali bolj natančno kot delovanje parazitov, patogenov ali predatorjev za vzdrževanje populacijskih gostot drugih organizmov na manjših vrednostih kot bi se sicer pojavljale brez njihove prisotnosti (Debach 1964, Freeman in sod. 2009). S signalnimi raki se prehranjujejo nekatere vrste rib, kot so lipan (*Thymallus thymallus*), ščuka (*Esox lucius*), navadni ostriž (*Perca fluviatilis*), potočna postrv (*Salmo trutta*) in jegulja (*Anguilla anguilla*). Glede na terenska opazanja se z njimi prehranjujejo tudi veliki kleni (ZZRS, terenski podatki). Glede učinkovitosti plenilskih vrst rib na gostoto populacije signalnega raka so mnenja nasprotujoča. Intenzivno naj bi signalne rake plenila jegulja, medtem ko v jezerih, kamor so številčneje vlagali salmonide, ostriže in krapa, na populacijsko gostoto rakov ni bilo zabeleženih vplivov (Freeman in sod. 2009). Analiza vsebine prebavil ostrižev iz jezer na Švedskem je pokazala, da so bili signalni raki njihov glavni plen (Nyström 2006). Laboratorijski poskusi Blakea in Harta (1995) so pokazali, da so bili navadni ostriži pri plenjenju juvenilnih signalnih rakov uspešnejši kot jegulje. Čeprav nedvoumnih dokazov, da bi imelo uvajanje plenilcev neposredni vpliv na gostoto signalnih rakov zaenkrat ni, ti poskusi kažejo, da do neke mere vlaganje plenilcev in upravljanje z ribjimi združbami na območju prisotnosti signalnih rakov, v kombinaciji z drugimi metodami (npr. lov z vršami) lahko prispeva k zmanjšanju številčnosti populacije signalnih rakov (Freeman in sod. 2009).

Uničenje habitata

V objavljenih raziskavah zasledimo tudi poskuse z uničenjem habitata, naseljenega s signalnimi raki, pri čemer so bili poskusi izvedeni v stoječih vodnih telesih (Freeman in sod. 2009). Izušitve in izpraznitve stoječih vodnih teles z namenom odstranitve signalnih rakov niso imele efekta, saj so signalni raki preživeli izušitev v račinah. Poznani so tudi primeri iz rečnega ekosistema, kjer so bili signalni raki, kljub presušitvi struge, najdeni pod večjimi kamni (Perrow in sod. 1997, Freeman in sod. 2009).

3.9. Ukrepi

Kljub temu, da v objavljeni literaturi zasledimo številne poskuse odstranjevanja signalnih rakov, zaenkrat nobena od uporabljenih metod ali kombinacije metod pri odstranjevanju ni bila uspešna. V Sloveniji situacijo dodatno zapleta dejstvo, da so se signalni raki razširili iz sosednje Avstrije, ki bo kljub naporom na območju Slovenije ostajala donor osebkov za ponovno vzpostavljanje populacije, zato je treba o ukrepih razmišljati na meddržavnem nivoju, saj bodo edino tako zasnovani ukrepi uspešni tudi v Sloveniji.



Ukrepov za popolno odstranitev populacij signalnih rakov ni. Ukrepe je treba usmeriti predvsem v zmanjševanje populacij in preprečevanje širjenja. Neposredni ukrepi za preprečevanje vnosa so možni večinoma le za namerne vnose. Širjenje naturalizirane populacije je možno teoretično omejevati z ukrepi zmanjševanja populacije oz. z intenzivnim odstranjevanjem odraslih, reproduktivnih osebkov, ki so sposobni večjih premikov (Moorhouse in MacDonald 2011). Glede na iz tujine znane poskuse odstranjevanja rakov menimo, da je najprimernejši ukrep vzpostavitev rednega izlavljanja signalnih rakov z ustreznimi metodami (npr. vršami) v okviru večjega, dolgoletnega projekta z zagotovljenim financiranjem in ciljem zmanjšanja populacije in preprečevanja širjenja signalnega raka na območju Mure in Drave, kjer je vrsta prisotna. Izvajalec ukrepov v okviru takšnega projekta mora(jo) biti ustrezna(e) inštitucija(e).

Kot trajnostni ukrep na območju reke Mure in Drave, ki bi pripomogel k zmanjševanju populacije signalnega raka na ključnih območjih je uvedba lova na tujerodne vrste rakov z učinkovitimi lovnimi orodji, tudi kot del ribiškega upravljanja v ribiških okoliših, kjer je prisoten signalni rak (naprimer žičnati krožniki). Po trenutno veljavni področni zakonodaji (Pravilnik o ribolovnem režimu v ribolovnih vodah, Ur. list RS št. 99/2007) je lov rakov dolvoljen le z ribiško palico, ki za lov rakov ni učinkovita metoda. Zakonodajo je treba zato spremeniti na način, da bodo v njej opredeljene tudi učinkovite metode za lov na tujerodne vrste rakov, kot so naprimer lov na rake z žičnatimi krožniki in vršami. Na ta način bi lahko ribiči z lovom na tujerodne rake prispevali k zmanjšanju populacij tujerodnih vrst rakov v Sloveniji, saj bi odstranjevanje potekalo tudi preko ribolova. Za preprečevanje novih namernih vnosov je ključnega pomena tudi ozaveščanje ciljne javnosti o problematiki in vplivih vnosa signalnega raka na domorodne vrste.

Za odkrivanje novih nahajališč tujerodnih vrst ali celo novih prisotnih vrst so pomembni podatki naključnih najdb, ki niso vezane na raziskave in strokovno delo (najdbe ribičev in druge zainteresirane javnosti), zato je treba vzpostaviti dostopen in enostaven način enotnega zbiranja podatkov o najdbah tujerodnih vrst, naprimer v obliki spletne aplikacije.

V letu 2016 sta Ribiška zveza Slovenije in Center za kartografijo favne in flore začela s projektom »Ujemite naravo!«, v okviru katerega imata namen postaviti sistem širokega zbiranja podatkov o enostavno prepoznavnih vrstah rib, potočnih rakov in školjk s pomočjo vključevanja ljudi v t.i. koncept ljudske znanosti (Citizen Science) in sodelovanje med različnimi javnostmi in strokovnjaki. Ena od ciljnih skupin so ribiči, ki se zaradi svojih interesov in želja zadržujejo ob vodah po vsej Sloveniji, njihova vsakdanja prisotnost pa lahko dobi dodatno vrednost, v kolikor se jih vključi v organizirano beleženje opažanj o domorodnih in tujerodnih vrstah rib, potočnih rakov in školjk.

Program upravljanja rib v celinskih vodah RS za obdobje do leta 2021 (sprejet v letu 2015) obravnava tudi cilje, usmeritve in ukrepe nadgradnje evidenc v sladkovodnem ribištvu v smislu izboljšave zbiranja podatkov o stanju ribjih populacij v Sloveniji. Eden izmed ukrepov je tudi nadgradnja aplikacije Ribkat in povezava vseh obstoječih aplikacij v sladkovodnem



ribištvu v enoten sistem. Takšna povezava obstoječih aplikacij bi omogočila zbiranje podatkov o prisotnosti invazivnih tujerodnih vrst na enem mestu in s tem omogočila tudi lažjo sledljivost razširjanja vrst.

Poleg ukrepov, ki so že določeni v načrtih ribiškega upravljanja, predlagamo še dodatne ukrepe, ki so navedeni spodaj.

Ukrepi zgodnjega odkrivanja

- Izdelava predloga monitoringa signalnega raka na naseljenih območjih z opredelitvijo metod in primernega časovnega okvirja.
- Letno izvajanje kvalitativnega in kvantitativnega monitoringa na širšem območju Drave in Mure, vključno s pritoki v skladu z izdelanim predlogom monitoringa.
- Vzpostavitev sistema za enotno zbiranje podatkov o naključnih najdbah tujerodnih vrst za širšo javnost ter spodbujanje javljanja najdb tujerodnih vrst.

Ukrepi za obvladovanje

- Vzpostavitev in izvajanje rednega, vsakoletnega, celoletnega izlavljanja signalnih rakov na naseljenih območjih (Mura, Drava).
- Spodbujanje aktivnosti morebitnih novih projektov na območju Drave in Mure s ciljnim aktivnostmi usmerjenimi v odstranjevanje signalnih rakov in/ali v aktivnosti ozaveščanja.
- Sprostitev lova na rake pri ribolovu in neomejen uplen izključno tujerodnih vrst rakov z uporabo lovniških tehnik, ki se uporabljajo za lov rakov in vključitev ukrepa v Ribiško gojitvene načrte na območju prisotnosti vrste.
- Vzpostavitev meddržavnega sodelovanja pri obvladovanju populacije signalnega raka.

Ukrepi za preprečevanje novih naselitev

- Vzpostavitev intenzivnega inšpekcijskega nadzora za redno kontroliranje obratov, ki bi potencialno lahko signalne rake zadrževali v živem stanju (trgovine, gostinski obrati, obrati akvakulture).
- V zakonodaji (Pravilnik o komercialnih ribnikih) izrecno preprovesti uporabo tujerodnih vrst rakov za vabo pri ribolovu.



- Pregledovanje, sušenje in razkuževanje opreme za izlove rib pri izvajanju ihtioloških vzorčenj in vzorčenj domorodnih vrst rakov (raziskovalci), intervencijskih odlovov (izvajalci ribiškega upravljanja) za preprečevanje nenamernega prenosa povzročitelja račje kuge ali manjših živih osebkov z opremo (mreže, vrše, vedra).
- Vzpostavitev informativnih tabel, ki prikazujejo problematiko vnosa tujerodnih vrst rakov za domorodne vrste in habitate ter druge aktivnosti ozaveščanja, ki vključujejo aktivno prizadevanje uporabnikov vodnega okolja za preprečevanje nenamernega širjenja osebkov in/ali povzročitelja račje kuge (pregledovanje, čiščenje, sušenje, razkuževanje opreme).
- Organizacija izobraževalnih dogodkov za prepoznavanje tujerodnih vrst rakov in predstavitev problematike za ribiče.
- Izobraževanje ribogojcev o prepoznavanju, vplivu in možnih načinih odstranjevanja tujerodnih vrst.
- Izobraževanje okoljskih in ribiških inšpektorjev o prepoznavanju in vplivu tujerodnih vrst.
- Ozaveščanje uporabnikov vodnega okolja o ukrepih, ki jih je treba preventivno izvajati za preprečevanje raznašanja vodnih invazivnih tujerodnih vrst: pregledovanje in sušenje opreme, prepoved prenašanja živih organizmov, vode in vodnega materiala (npr. substrat, plavje) med vodnimi telesi.
- Izobraževanje ciljne in širše laične javnosti (uporabniki vodnega okolja – ribiči, čolnarji, izvajalci vodnih športov) o vplivih tujerodnih vrst rib na vodno okolje in možnih načinih prenašanja.



4. TRNAVEC *Orconectes limosus* (Rafinesque, 1817)

4.1. Morfologija

Telo meri do 12 cm. Telo je svetlo rjavo, temno rjavo ali olivno zeleno. Na zgornji strani trebušnih segmentov in na njihovih stranskih izrastkih so rdeče proge. Na straneh sprednjega dela koša (na "licih") so številni trni (od tod ime vrste), preostali del koša je razmeroma gladek. Koš trupa se na hrbtu ne stika. Na konicah klešč imajo oranžne lise, ki so bolj izrazite pri mladih osebkih (Kus Venvlieet 2013).



Slika 7: Trnavec (Vir: Bioportal, CKFF).

4.2. Biologija

Parjenje poteka jeseni, vendar samica v tem času še ne odloži jajc. Samčeve spermatofore nosi v posebni votlini na ventralnem delu telesa. Razmnoževanje se nadaljuje spomladi, ko pride do oploditve jajc (Buřič 2009). Znana naj bi bila tudi opažanja obdobja drugega parjenja spomladi. Osebki trnavca spolno dozori v prvem letu. Povprečna življenjska doba je dve leti, nekateri osebki lahko živijo tudi do 4 leta (Alridge 2016).

4.3. Habitat

Trnavec naseljuje nižinske reke, potoke in kanale, pa tudi ribnike in jezera, ponekod ga najdemo tudi v brakičnih vodah (Kus Venvlieet 2013). Odrasli osebki so tolerantni na nizke temperature, sušne razmere in onesnaženja. V račinah, izkopanih v brežine lahko v dormantnem stanju preživijo tudi presušitve življenjskega prostora (Alridge 2016). V času suše lahko krajše obdobje preživi na kopnem (Kus Venvlieet 2013).



4.4. Razširjenost

Območje domorodnosti

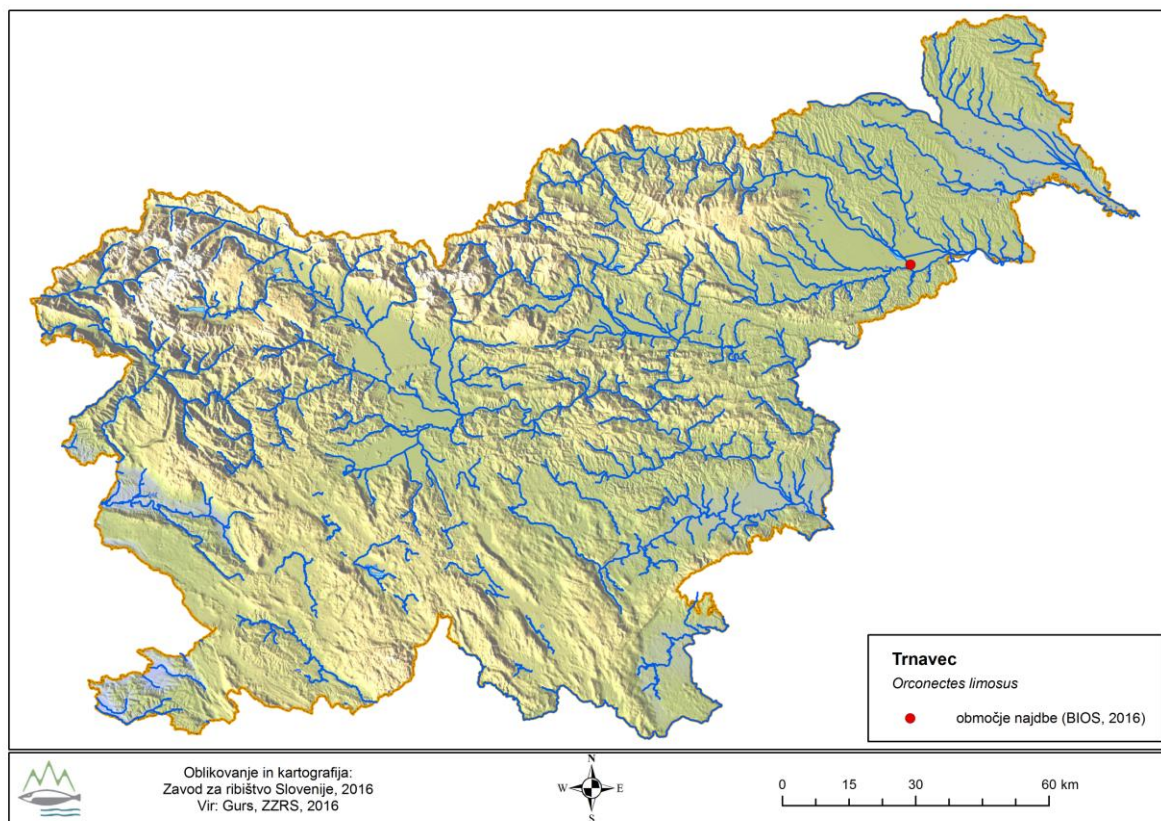
Domovina trnavca je severovzhodni del Severne Amerike (Kus Venvlieet 2013).

Območje tujerodnosti

Vrsta je bila prvič vnesena v Nemčijo, od koder se je z namernimi vnosi ter širjenjem po vodotokih razširila po številnih državah Evrope. Danes na območju, kjer je tujerodna, poseljuje Avstrijo, Belgijo, Francijo, Nemčijo, Madžarsko, Italijo, Litvo, Luksemburg, Črno goro, Nizozemsko, Poljsko, Rusijo, Švico in Veliko Britanijo. Dosegla je tudi Severno Afriko, kjer je bila zabeležena v Maroku (Adams, Schuster in Taylor 2010).

4.5. Razširjenost in stanje v Sloveniji

Trnavec je bil v Sloveniji prvič najden v gramoznicah ob reki Dravi leta 2015. Najdena je bila številčna populacija, z različnimi velikostnimi razredi (Govedič in sod. 2015). Do danes je to edina lokacija najdbe trnavcev v Sloveniji.



Slika 8: Razširjenost trnavca v Sloveniji (Vir: BIOS, 2016).

4.6. Poti vnosa

Trnavec je prva tujerodna vrsta raka, ki je bila iz Amerike načrtno vnesena v Evropo (Hamr 2002, Holdich 2002), in sicer v Nemčijo leta 1890. Sledile so sekundarne introdukcije prav tako v Nemčiji ter na Poljskem in v Franciji z namenom nadomestitve izgub domorodnih jelševcev zaradi račje kuge (Holdich in Black 2007). Iz mest vnosa se je trnavec širil tako spontano kot tudi nenamerno npr. z ribiškimi mrežami (kamor se je ujel nenamerno; Holdich 2006) in z vlaganji rib ali namerno kot ribja hrana ali vaba za ribe (Holdich in Black 2007).

Leta 2004 je bil zabeležen na Hrvaškem, kamor se je razširil z Madžarske po reki Donavi. Širjenje se nadaljuje gorvodno po reki Dravi (Kus Venvlieet 2013). V Sloveniji je bil najden leta 2015 in sicer v gramoznicah ob Dravi (Govedič 2015, 2017). O tem, kako je v gramoznice prišel ni znanih podatkov. Glede na dejstvo, da se lokacija najdbe trnavca v Sloveniji nahaja 300 km gorvodno od znanega območja razširjenosti (Hrvaška) sklepamo, da gre za namerno naselitev (Govedič 2017).



4.7. Vpliv na domorodne vrste in vodne habitate

Tako kot signalni rak, tudi trnavec sodi med invazivne vrste in predstavlja grožnjo tako za domorodne vrste kot za ekosisteme, v katerih se naseli (Alridge 2016). Čeprav vplivi trnavca na domorodne vrste in ekosisteme v strokovni literaturi niso objavljeni v takšnem obsegu kot za signalnega raka, so kljub temu znani nekateri negativni vplivi. Ker gre za vrsto z visokim reprodukcijskim potencialom, sposobnostjo hitrega širjenja in zelo prilagodljivega vsejeda, lahko v primeru razširitve vrste v okolja, ki jih poseljujejo domorodne vrste, pričakujemo negativni vpliv na domorodne vrste rakov zaradi negativnih medvrstnih razmerij kot sta medvrstna kompeticija in plenilstvo. Vrsta je tako kot signalni rak tudi prenašalec povzročitelja račje kuge. Ker je vsejed in koplje značilne račine v mehko brežino, lahko pričakujemo v habitatih, kjer se pojavlja v visokih gostotah, enake negativne vplive na ekosistem kot v primeru signalnega raka.

Medvrstne interakcije – izpodrivanje domorodnih vrst

Iz Severne Amerike je znan primer, ko je trnavec izpodrinil domorodno vrsto *Oronectes virilis* (Hamr 2002). Ugotovitve iz Nemčije in Avstrije so, da trnavec tam poseljuje velike reke in izlivne dele pritokov ter naj ne bi poseljeval manjših potokov, ki so habitat tamkajšnjih domorodnih vrst (Bohl 1999, Pöckl 1999) in naj ne bi predstavljal tako velike grožnje domorodnim vrstam kot signalni rak.

Prenos bolezni in parazitov

Trnavec je tako kot signalni rak prenašalec račje kuge, ki je za domorodne vrste rakov praviloma smrtna (Holdich in Black 2007).

Spremembe v ekosistemu

Vpliv visokih gostot trnavcev na ekosistem še ni jasen (Holdich in Black 2007). Znano je, da se prehranjujejo tudi z makrofiti, zato bi ob namnožitvi lahko prišlo do porušanja prehranjevalne verige oz. do trajnih sprememb habitatov (Alridge 2016). Podobno kot signalni raki tudi trnavci kopljejo račine v brežino (Holdich in Black 2007), zato bi ob namnožitvi lahko pričakovali negativne vplive na hidromorfologijo vodotokov.

Trnavec je na območju Slovenije zaenkrat potrjen le v stoječih vodnih telesih (gramoznicah) ob Dravi. Ali se je iz stoječih vodnih teles že razširil v reko Dravo, ni znano. Ključnega pomena pri oblikovanju ukrepov je zato preverba stanja na širšem območju reke Drave in izlivnega dela Dravinje; izlivni del Dravinje se namreč nahaja v bližini najdišča trnavca. V Dravinji je prisoten domorodni koščak (*Austropotamobius torrentium*), zato je razširitev



trnavca v Dravinjo velika grožnja tej domorodni vrsti rakov. Ključnega pomena je zato čim hitrejša ukrepanje za preprečevanje razširjanja trnavca na območju reke Drave.

4.8. Dosedanji ukrepi obvladovanja in odstranjevanja

Ciljno se za vrsto v Sloveniji še ni izvajalo ukrepov obvladovanja ali odstranjevanja. Obvladovanje vnosa se izvaja le preko zakonodajnih mehanizmov, ki pokriva problematiko tujerodnih vrst; primarno je to Zakon o ohranjanju narave. Tudi v tujini kot obstoječe ukrepe obvladovanja vnosa vrste zasledimo ukrepe kot so prepoved prodaje, gojenja ter prepoved uporabe vrste za ribiško vabo (Holdich in Black 2007). Kljub obstoječim zakonodajnim mehanizmom se vnosi novih tujerodnih vrst vrstijo naprej zato je jasno, da le-ti, brez izvajanja intenzivnega inšpekcijskega nadzora niso dovolj.

V strokovni in znanstveni literaturi objavljenih primerov ciljnega poskusa odstranjevanja trnavca nismo našli. Holdich in Black (2007) sta ugotovila, da so pri lovu vrše slabo učinkovite, saj se je v njih ujelo relativno malo osebkov. Po njunem mnenju je edina takoj učinkovita metoda, ki bi preprečila razširjanje vrste, uporaba biocida, ki je okoljsko sporna in uporabna le v stoječih vodnih telesih.

4.9. Ukrepi

V Sloveniji izkušenj s konkretnimi ukrepi za odstranjevanje ali omejevanje širjenja vrst nimamo, saj do sedaj niso bili ciljno izvajani. Kljub temu je v primeru trnavca nujno hitro ukrepanje, saj vrsta, v primeru da se razširi v Dravo in pritoke (še posebej Dravinjo), predstavlja veliko grožnjo domorodnim vrstam rakov. Če se naslonimo na znane metode, s katerimi so bili izvajani poskusi odstranjevanja tujerodnih vrst rakov v tujini, so za odstranitev rakov do sedaj znani naslednji ukrepi:

- odstranjevanje z vršami in mrežami;
- odstranjevanje z uporabo biocidov;
- odstranjevanje z vlaganjem plenilcev;
- ročni lov rakov;
- uničenje habitata.

V primeru območja ob Dravi, bi bila najbolj zaželeno rešitev odstranitev raka iz gramoznic, kjer je po trenutno znanih podatkih prisoten. Pri tem se srečamo s številnimi omejitvami. Najbolj učinkovit ukrep bi bil zasutje vodnih teles, ki je na tem območju problematično zaradi uničenja habitatov, ki povečujejo habitatsko pestrost Drave za ribe in ostale vrste in habitatne tipe. Kljub številnim poskusom odstranitve rakov, se je za popolno odstranitev iz stoječih vodnih teles kot uspešna izkazala le metoda z uporabo biocida, ki je sporna zaradi neselektivne toksičnosti za ostale vodne organizme. Gramoznice, ki jih poseljuje trnavec so



hidrološko povezane z Dravo, zato bi tretiranje s strupom imelo vpliv tudi na organizme v Dravi; kakšne bi bile posledice v tem primeru ne vemo.

Kot izvedljiv in okoljsko nesporen ukrep vidimo trajno postavitv vrš in intenzivno izlavljanje osebkov (celoletni izlovi, več let). Ali bi bil tak ukrep dovolj učinkovit za popolno odstranitev trnavcev ne vemo, vendar bi prispeval vsaj k zmanjšanju populacije in s tem pripomogel k preprečitvi njegovega širjenja iz obstoječih nahajališč. Sočasno bi bilo smiselno preučiti tudi možnost naselitve plenilskih vrst rib oziroma povečati njihovo populacijo (za zmanjševanje števila mladih osebkov raka). Vsekakor bi bilo treba v primeru trnavca vsaj izvesti pilotne poskuse eradikacije vrste, v obliki večletnega projekta z zagotovljenim financiranjem, saj so poskusi eradikacije vselej povezani z intenzivnim in obsežnim terenskim delom. Glede na dejstvo, da gre za najdbo tujerodne vrste znotraj Natura 2000 območja je potencial za črpanje finančnih sredstev tudi v evropskih finančnih mehanizmi. Kakorkoli že, je treba finančni vir zagotoviti čimprej in hitro. Ker gre v primeru eradikacije za usmerjene strokovne dejavnosti, mora(jo) ukrepe izvajati ustrezna(e) strokovna(e) inštitucija(e). Vzporedno z izvajanjem ukrepa izlavljanja trnavca, je ključnega pomena vzpostavitev monitoringa razširjenosti in številčnosti populacije trnavca, s katerim bi se sledilo morebitnemu razširjanju ter trendu številčnosti populacije.

Na ključnih območjih je treba izvesti ukrepe ozaveščanja ciljne javnosti, kot je naprimer postavitv informativnih tabel s prikazom problematike vnašanja trnavcev v vodne habitate. Kot trajnostni ukrep na območju reke Drave, ki bi pripomogel k zmanjševanju populacije trnavcev na ključnih območjih je uvedba lova na tujerodne vrste rakov z učinkovitimi lovniimi orodji, tudi kot del ribiškega upravljanja v ribiških okoliših (naprimer žičnati krožniki). Po trenutno veljavni področni zakonodaji (Pravilnik o ribolovnem režimu v ribolovnih vodah, Ur. list RS št. 99/2007) je lov rakov dovoljen le z ribiško palico, ki za lov rakov ni učinkovita metoda. Zakonodajo je treba zato spremeniti na način, da bodo v njej opredeljene tudi učinkovite metode za lov tujerodnih vrst rakov, kot so naprimer lov rakov z žičnatimi krožniki in vršami. Na ta način bi lahko ribiči z lovom na tujerodne rake prispevali k zmanjšanju populacij tujerodnih vrst rakov v Sloveniji, saj bi odstranjevanje potekalo tudi preko ribolova. Za preprečevanje novih namernih vnosov je ključnega pomena tudi ozaveščanje ciljne javnosti o problematiki in vplivih vnosa trnavca na domorodne vrste.

Za odkrivanje novih najdišč tujerodnih vrst ali celo novih prisotnih vrst so pomembni podatki naključnih najdb, ki niso vezane na raziskave in strokovno delo (najdbe ribičev in druge zainteresirane javnosti), zato je potrebno vzpostaviti dostopen in enostaven način enotnega zbiranja podatkov o najdbah tujerodnih vrst, naprimer v obliki spletne aplikacije.

V letu 2016 sta Ribiška zveza Slovenije in Center za kartografijo favne in flore začela s projektom »Ujemite naravo!«, v okviru katerega imata namen postaviti sistem širokega zbiranja podatkov o enostavno prepoznavnih vrstah rib, potočnih rakov in školk s pomočjo vključevanja ljudi v t.i. koncept ljudske znanosti (Citizen Science) in sodelovanje med



različnimi javnostmi in strokovnjaki. Ena od ciljnih skupin so ribiči, ki se zaradi svojih interesov in želja zadržujejo ob vodah po vsej Sloveniji, njihova vsakdanja prisotnost pa lahko dobi dodatno vrednost, v kolikor se jih vključi v organizirano beleženje opažanj o domorodnih in tujerodnih vrstah rib, potočnih rakov in školjk.

Program upravljanja rib v celinskih vodah RS za obdobje do leta 2021 (sprejet v letu 2015) obravnava tudi cilje, usmeritve in ukrepe nadgradnje evidenc v sladkovodnem ribištvu v smislu izboljšave zbiranja podatkov o stanju ribjih populacij v Sloveniji. Eden izmed ukrepov je tudi nadgradnja aplikacije Ribkat in povezava vseh obstoječih aplikacij v sladkovodnem ribištvu v enoten sistem.

Poleg ukrepov, ki so že določeni v načrtih ribiškega upravljanja, predlagamo še dodatne ukrepe, ki so navedeni spodaj.

Ukrepi zgodnjega odkrivanja

- Izdelava predloga monitoringa trnavca na naseljenih območjih z opredelitvijo metod in primernega časovnega okvirja.
- Letno izvajanje kvalitativnega in kvantitativnega monitoringa na širšem območju razširjenosti (Drava in pritoki) v skladu z izdelanim predlogom monitoringa.
- Vzpostavitev sistema za enotno zbiranje podatkov o naključnih najdbah tujerodnih vrst za širšo javnost (npr. nadgradnja sistema Ribkat in povezava morebitnih obstoječih sistemov v enotno bazo) ter spodbujanje javljanja najdb tujerodnih vrst.

Ukrepi za obvladovanje

- Vzpostavitev in izvajanje rednega, vsakoletnega, celoletnega izlavljanja trnavca na območjih prisotnosti (Drava).
- Spodbujanje aktivnosti morebitnih novih projektov na območju Drave s ciljnim aktivnostmi usmerjenimi v odstranjevanje trnavca in/ali v aktivnosti ozaveščanja.
- Sprostitev lova rakov pri ribolovu in neomejen uplen izključno tujerodnih vrst rakov z uporabo lovniških tehnik, ki se uporabljajo za lov rakov in vključitev ukrepa v Ribiško gojitvene načrte na območju prisotnosti vrste.
- Vzpostavitev meddržavnega sodelovanja pri obvladovanju populacije trnavca.



Ukrepi za preprečevanje novih naselitev

- Vzpostavitev intenzivnega inšpekcijskega nadzora za redno kontroliranje obratov, ki bi potencialno lahko trnavce zadrževali v živem stanju (trgovine, gostinski obrati, obrati akvakulture).
- V zakonodaji (Pravilnik o komercialnih ribnikih) izrecno preprovesti uporabo tujerodnih vrst rakov za vabo pri ribolovu.
- Pregledovanje, sušenje in razkuževanje opreme za izlove rib pri izvajanju ihtioloških vzorčenj in vzorčenj domorodnih vrst rakov (raziskovalci), intervencijskih odlovov (izvajalci ribiškega upravljanja) za preprečevanje nenamernega prenosa povzročitelja račje kuge ali živih osebkov z opremo (mreže, vrše, vedra).
- Vzpostaviti informativnih tabel, ki prikazujejo problematiko vnosa tujerodnih vrst rakov za domorodne vrste in habitate ter druge aktivnosti ozaveščanja, ki vključujejo aktivno prizadevanje uporabnikov vodnega okolja za preprečevanje nenamernega širjenja osebkov in/ali povzročitelja račje kuge (pregledovanje, čiščenje, sušenje, razkuževanje opreme).
- Organizacija izobraževalnih dogodkov za prepoznavanje tujerodnih vrst rakov in predstavitev problematike za ribiče.
- Izobraževanje ribogojcev o prepoznavanju, vplivu in možnih načinih odstranjevanja tujerodnih vrst.
- Izobraževanje okoljskih in ribiških inšpektorjev o prepoznavanju in vplivu tujerodnih vrst.
- Ozaveščanje uporabnikov vodnega okolja o ukrepih, ki jih je treba preventivno izvajati za preprečevanje raznašanja vodnih invazivnih tujerodnih vrst: pregledovanje in sušenje opreme, prepoved prenašanja živih organizmov, vode in vodnega materiala (npr. substrat, plavje) med vodnimi telesi.
- Izobraževanje ciljne in širše laične javnosti (uporabniki vodnega okolja – ribiči, čolnarji, izvajalci vodnih športov) o vplivih tujerodnih vrst rib na vodno okolje in možnih načinih prenašanja.



5. LITERATURA

Adams S., Schuster G.A., Taylor C.A. 2010. *Orconectes limosus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T153764A4541724. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-3.RLTS.T153764A4541724.en>. Preneseno 25.10. 2016.

Alridge D. 2016. Spinycheek Crayfish, *Oronectes limosus*.

Bernardo J.M., Costa A.M., Bruxelas S., Teixeira A. 2011. Dispersal and coexistence of two non – native crayfish species (*Pacifastacus leniusculus* and *Procambarus clarkii*) in NE portugal over a 10 –year period. Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems (2011) 401, 28.

Blake M.A., Hart P.J.B. 1995. The vulnerability of juvenile signal crayfish to perch and eel predation. Freshwater Biology. 33 (2): 233 -244.

Britton J.R., Brazier M. 2006. Eradicating the invasive topmouth gudgeon, *Pseudorasbora parva*, from recreational fishery in northern England. Fisheries Management and Ecology. 13: 329-335.

Britton J.R., Davies G.D., Brazier M., Pinder A.C. 2007. A case study on the population ecology of a topmouth gudgeon (*Pseudorasbora parva*) population in the UK and the implications for native fish communities. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. 17: 749-759.

Britton J.R., Brazier M., Davies G.D., Chare S.I. 2008. Case studies on eradicating the Asiatic cyprinid *Pseudorasbora parva* from fishing lakes in England to prevent their riverine dispersal. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. 18: 867 -876.

Britton J.R., Davies G.D., Brazier M. 2009. Eradication of the invasive *Pseudorasbora parva* results in increased growth and production of native fishes. Ecology of Freshwater Fish. 18: 8-14.

Britton R.J., Gareth D.D., Brazier M. 2010. Towards the successful control of the invasive *Pseudorasbora parva* in the UK. Biological Invasions, 12: 125 -131.

Britton R.J., Davies G.D. 2010. Trophic interactions and consequent impacts of the invasive fish *Pseudorasbora parva* in a native aquatic foodweb: a field investigation in the UK. Biological Invasions 12: 1533-1542.



Britton J.R., Gozlan R.E., Copp G.H. 2010. Managing non-native fish in the environment. Fish and Fisheries.

Buřić M. 2009. Biology of spiny-cheek crayfish (*Orconectes limosus*, Rafinesque, 1817) under conditions of the Czech Republic and the study of factors influencing its invasive spreading.

Crawford L., Yeomans W.E., Adams C.E. 2006. The impact of introduced signal crayfish *Pacifastacus leniusculus* on stream invertebrate communities. Aquatic conservation: Marine and Freshwater ecosystems.

Crofts S.M. 2012. Biosecurity for anglers – planning for the future. Check – Clean – Dry.

Dana E.D., López-Santiago J., García-de-Lomas J., García-Ocaña D.M., Gámez V., Ortega F. Long-term management of the invasive *Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852) in a small mountain stream. Aquatic Invasions (2010) Volume 5, Issue 3: 317-322

Dunn J.C., McClymont E.H., Christmas M., Dunn. A.M. 2009. Competition and parasitism in the native White Clawed Crayfish *Austropotamobius pallipes* and the invasive signal crayfish *Pacifastacus leniusculus* in the UK. Biological Invasions. 11: 315- 324.

Freeman M.A., Turnbull J.F., Yeomans W.E., Bean C.W. 2009. Prospects for management strategies of invasive crayfish populations with an emphasis on biological control. Aquatic Conservation: Marine and freshwater Ecosystems 20: 211 -223.

Govedič M. 2006. Potočni raki Slovenije. Razširjenost, ekologija, varstvo. Življenje okoli nas. Center za kartografijo favne in flore. 26 str.

Govedič M., Bedjanič M., Vrezec, A., Šalamun A. 2011. Dodatne raziskave kvalifikacijskih vrst Natura 2000 ter vzpostavitev in izvajanje monitoringa ciljnih vrst rakov v letu 2010 in 2011 (končno poročilo). Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju. 87 str.

Govedič M., Vrezec A., Jaklič M., Lešnik A., Grobelnik V., Šalamun A., Ambrožič Š., 2015. Vzpostavitev in izvajanje monitoringa koščaka (*Austropotamobius torrentium*) in koščenca (*Austropotamobius pallipes*) v letih 2014 in 2015. Končno poročilo. Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju, 56 str. Naročnik: Ministrstvo za okolje in prostor, Ljubljana.

Govedič M. 2017. First record of the spiny-cheek crayfish (*Oronectes limosus*) in Slovenia – 300 km upstream from its known distribution in the Drava River. Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems. 2017, 418, 7.



Gozlan R.E., St.Hilaire S., Feist S., Kent M.L. 2005. Biodiversity: Disease threat to European fish. *Nature*. Vol 435, str. 1046.

Gozlan R.E., Beyer K. 2006. Hybridization between *Pseudorasbora parva* and *Leucaspis delineatus*. *Folia Zoologica* 55: 53-60.

Griffiths S.W., Collent P., Armstrong J.D. 2004. Competition for shelter among over – wintering signal crayfish and juvenile Atlantic salmon. *Journal of Fish Biology*. 65: 436 -447.

Hamr P. 2002. *Oronectes*. V : Holdich DM : Biology of freshwater crayfish. Blackwell Science. Oxford. 585 -608.

Hanazato T., Yasuno M. 1989. Zooplankton community structure driven by vertebrate and invertebrate predators. *Oecologia*, Vol. 81, No. 4 (1989), pp. 450-458

Harvey GL., Moorhouse T.P., Clifford N.J., Henshaw A.J., Johnson M.F., MacDonald D.W., Reid I., Rice S.P. Evaluating the role of invasive aquatic species as drivers of fine sediment – related river management problems: The case of the signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*). *Progress in Physical Geography* 35(4): 517 -533.

Holdich DM. 2002. Distribution of crayfish in Europe and some adjoining countries. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 367(4):611-650.

Holdich D., Black J. 2007. The spiny – cheek crayfish *Oronectes limosus* (Rafinesque, 1817)(Crustacea: Decapoda: Cambaridae), digs into UK. *Aquatic Invasions* 2(1): 1-15.

Hudina S., Lucić A., Žganec K., Janković S. 2011. Characteristics and movement patterns of a recently established invasive *Pacifastacus leniusculus* population in the river Mura, Croatia. *Knowledge and management of Aquatic Ecosystems*. 403.

Jenič A., Podgornik S. 2014. Ocena velikosti in distribucija tujerodnih vrst rib. Končno poročilo o projektni nalogi. Zavod za ribištvo Slovenije, Spodnje Gameljne, 104 str.

Johnson M., Rice S., Reid I. Topographic disturbance of subaqueous gravel substrates by signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*). *Geomorphology* 123: 269 – 278.

Kottelat M., Freyhof J. 2007. *Handbook of European Freshwater Fishes*. Switzerland: Steven Simpson Books, 646 s.

Kus Veenvliet, J. & P. Veenvliet, 2008. Signalni rak *Pacifastacus leniusculus*, Informativni list 14, Spletna stran tujerodne-vrste.info/informativni-listi/INF14-signalni-rak.pdf, Projekt Thuja. Datum dostopa: 25.10. 2016.



Kus Veenvliet, J. 2013. Trnavec (*Orconectes limosus*). Kratki opisi tujerodnih vrst. Spletna stran: <http://www.tujerodne-vrste.info/tujerodnevrste/tujerodne-zivali/prepoznavanje-tujerodnih-zivali/>

Kus Veenvliet J., Veenvliet P., 2016. Signalni rak *Pacifastacus leniusculus*, Informativni list 14, posodobljena različica 2, pridobljeno dne 25.10. 2016 od <http://www.tujerodne-vrste.info/wpcontent/uploads/INF14-signalni-rak.pdf>.

Lemmens P., Mergeay J., Vanhove T., Meester L., Declerck S.A.J. 2015. Supression of invasive topmouth gudgeon *Pseudorasbora parva* by native pike *Esox lucius* in ponds. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. 25: 41-48.

Moorhouse T.P., MacDonald D.W. 2011. The effect of manual removal on movement distances in populations of signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*). Freshwater Biology.

Musil M., Novotná K., Potužák J., Hůda J., Pechar L. 2014. Impact of topmouth gudgeon (*Pseudorasbora parva*) on production of common carp (*Cyprinus carpio*) – question of natural food structure. Biologia, 69/12: 1757 -1769.

Nyström P. Stenroth P., Holmqvist N., Berglund O., Larsson P., Granéli W. 2006. Crayfish in lakes and streams: individual and population responses to predation, productivity and substratum availability. Freshwater Biology 51: 2096 – 2113.

Owen M.G. 2014. European code of conduct on recreational fishing and invasive alien species – final. Convention on the conservation of European wildlife and natural habitats. Strasbourg, december 2014.

Peay S., Hiley P.D., Martin I. 2006. Biocide treatment of ponds in Scotland to eradicate signal crayfish. Bulletin de Francis de Pêche et de la Pisciculture 380-381: 1363 -1379.

Peay S., Guthrie N., Spees J., Nilsson E., Bradley P. 2008. The impact of signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) on the recruitment of salmonid fish in a headwater stream in Yorkshire, England. Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems.12: 394 – 395.

Pinder A.C., Gozlan R.E., Britton J.R. 2005. Dispersal of the invasive topmouth gudgeon, *Pseudorasbora parva* in the UK: a vector for an emergent infectipus disease. Fisheries Management and Ecology 12: 411- 414.

Podgornik S. 2014. Varstvo in upravljanje sladkovodnih mokrišč v Sloveniji – Wetman 2011-2015. Zavod za ribištvo Slovenije. 23 str.

Povž M. 1986. Naseljevanje in preseljevanje sladkovodnih rib v Sloveniji. Ribič. Letnik XLV. Str. 252.



Povž M. 1987. Nova ribja vrsta v Sloveniji. Pseudorasbora (*Pseudorasbora parva* Schlegel, 1842). Ribič. Letnik XLVI. Str.136.

Povž M., Ocvirk A. 1990. Freshwater fish introductions and transplantations in Slovenia. Ichthyos 9: 1-9.

Povž M., Sket B. 1990. Naše sladkovodne ribe. Založba Mladinska Knjiga, Ljubljana. 370 s.

Povž, M., Sket B. 1999: Sladkovodne ribe. V: Kryštufek, B. & F. Janžekovič (ur.): Ključ za določevanje vretenčarjev Slovenije. DZS, Ljubljana, 211-260.

Povž M. 2015. Sladkovodne ribe in piškurji v Sloveniji. Zavod Umbra. 106-107.

Pöckl M. 1999. Distribution of crayfish in Austria with special reference to introduced species. Freshwater Crayfish 12: 733-750.

Pravilnik o komercialnih ribnikih, Uradni list RS, št. 113/2007.

Pravilnik o ribolovnem režimu v ribolovnih vodah, Uradni list RS, št. 99/2007.

Pravilnik o spremembah in dopolnitvah Pravilnika o ribolovnem režimu v ribolovnih vodah. Uradni list RS, št. 61/2006.

Program upravljanja rib v celinskih vodah RS za obdobje do leta 2021.

Rossechi E., Crivelli A.J., Catsadorakis G. 1993. The establishment and impact of *Pseudorasbora parva*, an exotic fish species introduced into lake Mikri Prespa (north-western Greece). Aquatic conservation: Marine and Freshwater Ecosystems Vol.3, 223-231.

Schuster, G.A., Taylor, C.A., Cordeiro, J. 2010. *Pacifastacus leniusculus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010:e.T153648A4526314. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-3.RLTS.T153648A4526314.en>. Preneseno 25.10. 2016.

Skov C., Nilsson A. 2007. Evaluating stocking of YOY pike *Esox lucius* as a tool in the restoration of shallow lakes. Freshwater Biology. 52: 1834-1845.

Stebbing P.D., Watson G.J., Bentley M.G., Fraser D., Jennings R., Rushton S.P., Sibley P.J. 2003. Reducing the threat: the potential use of pheromones to control invasive signal crayfish. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* **370-371** : 219-224 .

Stebbing P.D., Watson G.J., Bentley M.G., Fraser D., Jennings R., Sibley P.J. 2005. Evaluation of the capacity of pheromones for control of invasive non-native crayfish: part 2. English Nature Research Reports Number 633.



Thuja, spletna stran, <http://www.tujerodne-vrste.info>.

Uredba o ribjih vrstah, ki so predmet ribolova v celinskih vodah RS, Uradni list RS, št. 46/2007.

Uredba (EU) št. 1143/2014 Evropskega parlamenta in sveta z dne 22. oktobra 2014 o preprečevanju in obvladovanju vnosa in širjenja invazivnih tujerodnih vrst (Uradni list EU, L317, Zvezek 57)

Veenvliet P., Kus Veenvliet J. 2006. Ribe slovenskih celinskih voda; priročnik za določanje. Zavod Symbiosis, Grahovo, 168 s.

Vrezec A., Brancelj A. 2012. Tujerodne vrste živali. Neobiota Slovenije. Končno poročilo. 183-191.

Weinländer M., Füreder L. 2009. The continuing spread of *Pacifastacus leniusculus* in Carinthia (Austria). Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems. 17: 394-395.

Witkowski A. 2011. NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – *Pseudorasbora parva*. Pridobljeno iz: Online Database of the European Network on Invasive Alien Species – NOBANIS www.nobanis.org, preneseno 25.10. 2016.

Zakon o ohranjanju narave, Uradni list RS, št. 96/2004.

Zakon o sladkovodnem ribištvu, Uradni list RS, št. 61/2006.