

Izlavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) iz gramoznic ob reki Dravi pod jezom Markovci, Slovenija

Akcija C.1.4



Avtorji / Authors: Diana Marguč, Luka Mrzelj

Soavtorji / Co-authors: Aljaž Jenič, Maša Čarf

Ljubljana, 14. 2. 2023

www.natura2000.si



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR





Projekt: LIFE-IP NATURA.SI: LIFE Integriran projekt za okrepljeno upravljanje Nature 2000 v Sloveniji LIFE17 IPE/SI/000011

Naloga in akcija: Akcija C.1.4
Nosilec projekta: Ministrstvo za okolje in prostor
Dunajska 48
SI-1000 Ljubljana

Izvajalec projekta: Zavod za ribištvo Slovenije
Spodnje Gameljne 61 a
SI-1211 Ljubljana Šmartno

Odgovorni predstavnik izvajalca: mag. Aljaž Jenič, univ. dipl. biol.
Avtorji poročila: Diana Marguč, univ. dipl. biol.
Luka Mrzelj, dipl. biol. (UN)

Soavtorji: mag. Aljaž Jenič, univ. dipl. biol.
mag. Maša Čarf, univ. dipl. biol.

Kartografija: mag. Aljaž Jenič, univ. dipl. biol.

Slike: Zavod za ribištvo Slovenije (razen, kjer je navedeno drugače)

Terensko delo: Vit Kukulja, mag. biol. in ekol. z naravovar.
Diana Marguč, univ. dipl. biol.
Luka Mrzelj, dipl. biol. (UN)
mag. Aljaž Jenič, univ. dipl. biol.
mag. Maša Čarf, univ. dipl. biol.
dr. Daša Zabrc, univ. dipl. biol.
Rok Hamzić, univ. dipl. inž. grad.
Urban Žurbi
Valentina Pernat, mag. biol. in ekol. z naravovar.
Dragan Poje
Andrej Jelenc
Luka Žohar
Andrej Peternel, mag. ekol. in biod.
Klemen Gabrijel
Luka Modic

Številka: 410-3/2019-46
Datum: 14. 2. 2023

Direktor: Rado Javornik, univ. dipl. inž. kmet.

Kazalo vsebine

Kazalo slik	V
Kazalo preglednic	VII
Abstract	1
Povzetek	1
1 UVOD	2
1.1 Trnavec (<i>Faxonius limosus</i>)	2
1.2 Območje razširjenosti trnavca	5
2 MATERIALI IN METODE DE LA	7
2.1.1 Elektroizlov z brodenjem	7
2.1.2 Elektroizlov s čolna	8
2.1.3 Lov z roko	9
2.1.4 Postavitev umetnih skrivališč	9
2.1.5 Mehansko odstranjevanje makrofitov	11
2.1.6 Lov z vršami	11
2.1.7 Meritve fizikalno kemijskih lastnosti vode v gramoznicah	12
2.1.8 Meritve trnavcev	12
2.1.9 Označevanje samcev	13
2.1.10 Obdelava podatkov	14
3 REZULTATI	15
3.1 Primerjava metod	15
3.2 Analiza populacijskih parametrov trnavca	15
3.2.1 Število ujetih osebkov in razmerje med spoloma za celotno območje gramoznic	15
3.2.2 Število ujetih osebkov, razmerje med spoloma in velikost osebkov v posameznih gramoznicah	18
3.3 Primerjava populacijskih parametrov med letoma 2017 in 2022	22
3.3.1 Ponovna najdba signalnega raka na področju gramoznic	26
3.3.2 Ovire na terenu	26
.....	27
4 DISKUSIJA	28

4.1	Primerjava metod	28
4.1.1	Analiza populacijskih parametrov trnavca v letu 2022	30
4.1.2	Število ponovno ujetih osebkov	32
4.1.3	Število osebkov, razmerje med spoloma in velikost ujetih osebkov med leti	33
4.1.4	Signalni rak – druga zabeležena najdba pod jezom Markovci	33
4.1.5	Izvajanje predvidenih vzdrževalnih del	34
4.1.6	Ozaveščanje in predstavitev projekta	34
5	SKLEPI IN ZAKLJUČKI	36
6	LITERATURA.....	38

Kazalo slik

Slika 1: Označeni samec trnavca iz Gramoznice 5.	2
Slika 2: Določanje spola pri trnavcu – samec z gonopodiji (levo) in samica z annulus ventralis (desno).....	3
Slika 3: Razširjenost raka trnavca v Sloveniji.....	4
Slika 4: Prikaz vodostaja v gramoznicah v različnih obdobjih leta 2022	5
Slika 5: Prostorski prikaz vseh gramoznic in reke Drave na območju vzorčenja trnavca.....	6
Slika 6: Primer nočnega elektroizlova z nahrbtnim agregatom.....	7
Slika 7: Primer dnevnega elektroizlova z nahrbtnim agregatom.....	8
Slika 8: Primer dnevnega elektroizlova s čolna v Gramoznici 1.	8
Slika 9: Izvajanje elektroizlova s čolna na Gramoznici 1.	9
Slika 10: Primer lova z roko v Gramoznici 7.	9
Slika 11: Primer postavitve zidakov v Gramoznici 5 (levo) in pregledovanje ART pasti (desno).	10
Slika 12: Primer pregledovanja zidaka votlaka v Gramoznici 7(levo) in ulov (desno).	10
Slika 13: Primer odstranjevanja makrofitov z grabljenjem.	11
Slika 14: Postavitev vrš v Dravo na meji z Gramoznico 7.	11
Slika 15: Biometrični znaki izmerjeni pri samicah z jajčeci na zadku (Vir: Sint in sod., 2005).	12
Slika 16: Primer priprave na štetje jajčec posamezne samice.....	13
Slika 17: Primer označenega osebka trnavca z metodo luknjanja.....	13
Slika 18: Razmerje med spoloma ujetih osebkov trnavca na celotnem območju gramoznic v letu 2022 (roza – samice, modro – samci).....	16
Slika 19: Osebka trnavca (levo še z gonopodiji; desno po sterilizaciji z odstranjenimi gonopodiji) z vidno razvito žensko genitalno odprtino na bazi tretjega para hodilk – obojespolnika.	17
Slika 20:Število ujetih osebkov in razmerje med spoloma v posameznem mesecu leta 2022. Napor (N) predstavlja število terenskih dni.	17
Slika 21: Parjenje trnavca.....	18
Slika 22: Prikaz števila samic in samcev, ujetih v posamezni gramoznici v letu 2022. Obojespolniki na sliki zaradi majhnega števila osebkov niso prikazani.	19
Slika 23: Razmerje med spoloma ujetih osebkov trnavcev v posameznih gramoznicah v letu 2022. N predstavlja skupno število ujetih trnavcev v posamezni gramoznici.	20
Slika 24: Prikaz števila ujetih osebkov trnavca v posameznih gramoznicah, vključno s ponovno ujetimi samci.	21

Slika 25: Skupno število ujetih osebkov trnavca v posameznih gramoznicah v posameznem mesecu leta 2022.	22
Slika 26: Število ujetih osebkov trnavca od leta 2017 do leta 2022.	23
Slika 27: Razmerje med spoloma ujetih osebkov trnavca v obdobju 2017 – 2022.	24
Slika 28: Dolžinsko frekvenčni histogram dolžine (CLR) ujetih osebkov trnavca leta 2017 (levo) in leta 2018 (desno).	25
Slika 29: Dolžinsko frekvenčni histogram dolžine (CLR) ujetih osebkov trnavca leta 2019 (levo) in 2020 (desno).	25
Slika 30: Dolžinsko frekvenčni histogram dolžine (CLR) ujetih osebkov trnavca leta 2021 (levo) in 2022 (desno).	25
Slika 31: Podrta drevesa, ki segajo v vodo v Gramoznici 1.	26
Slika 32: Prikaz omejenega dostopa do delov gramoznic zaradi podrtih dreves.	27
Slika 33: Predstavitev izvajanja akcije izvajanje akcije odstranjevanja trnavca na območju gramoznic ob Dravi na Triindvajsetem mednarodnem astakološkem simpoziju.	35

Kazalo preglednic

Preglednica 1: Primerjava učinkovitosti uporabljenih metod vzorčenja.	15
Preglednica 2: Število odstranjenih in izpuščenih osebkov trnavca glede na spol.....	16
Preglednica 3: Povprečne vrednosti dolžine glavoprsja z rostrumom (CLR) za ujete samce in samice trnavca v posameznem letu.....	24

Abstract

A substantial population of Invasive Spiny-cheek crayfish (*Faxonius limosus*) is located in gravel pits near the Drava River, close to Nova vas pri Markovcih. So far, this is the only known location of this invasive species in Slovenia. Within the LIFE-IP NATURA.SI project (LIFE17 IPE/SI/000011) the Fisheries Research Institute of Slovenia is implementing methods to control the Spiny-cheek crayfish population in order to prevent the spread of the population to Dravinja River, where the Natura 2000 native qualifying species Stone crayfish (*Austropotamobius torrentium*) is present. Control measures consist of electro-fishing by wading, electro-fishing from a boat, crayfish trapping, manual capturing (turning stones, inspecting burrows), setting artificial refuge traps (bricks with holes, pipe traps) and macrophytes removal. Fieldwork was performed from January to November, during both daytime and nighttime. Every collected specimen was sexed, weighed and measured. In 2022, we captured 3320 specimens of which we eliminated 2468. Females and males with CLR length (cephalotorax with rostrum) below 35 mm were disposed of, while 555 larger males were marked and released back. In year 2022 the largest number of crayfish were caught since the start of crayfish control on this site. Of all the captured specimens 1534 were females and 1783 were males, three specimen showed signs of intersexuality – demonstrated all the male sexual signs, as well as one female gonopod opening on the base of the third pair of pereopods. Females accounted for 46 % and males for 54 % of the captured specimens. By capturing brooding females, we eradicated more than 6127 crayfish eggs. The sex ratio over the years, since the project is ongoing has changed in favor of males. Of all the captured males 17 % of them were recaptured.

Povzetek

Zavod za ribištvo Slovenije v okviru projekta LIFE-IP NATURA.SI (LIFE17 IPE/SI/000011) izvaja ukrep izlova invazivne tujerodne vrste raka trnavca (*Faxonius limosus*) z namenom zmanjšanja populacijske gostote in s tem omejevanja aktivnega razširjanja trnavca na območje Nature 2000 Dravinja s pritoki (SI3000306), kjer je kvalifikacijska vrsta navadni koščak (*Austropotamobius torrentium*). Izlov poteka s kombinacijo različnih metod, ki so elektroizlov z brodenjem, elektroizlov s čolnom, lov z roko (obračanje kamnov, pregledovanje rovov), postavljanje vrš, umetnih skrivališč (zidaki votlaki, cevi različnih velikosti) in odstranjevanje makrofitov. Terensko delo v letu 2022 je potekalo od januarja do novembra, in sicer tako podnevi kot ponoči. Vsakemu ujetemu osebkju smo določili spol, maso in dolžino glavoprsja z rostrumom (CLR). Vse samice in samce, katerih CLR je bil manjši od 35 mm, smo usmrtili. Od vseh ujetih samcev smo 555 samcev s CLR večjim ali enakim 35 mm označili in izpustili nazaj v gramoznico ulova. Skupno smo v letu 2022 ujeli 3320 osebkov, od tega smo odstranili 2468 trnavcev. V letu 2022 smo do sedaj ujeli največ osebkov trnavca. Od ujetih osebkov je bilo 1534 samic in 1783 samcev; pri treh osebkjih z vsemi moškimi spolnimi znaki smo opazili žensko genitalno odprtino na bazi tretje hodičke, kar je morfološki znak za obojespolnika. Ujete samice so v populaciji predstavljale 46 % delež, samci pa 54 % delež ulova. Označeni samci so predstavljali 17 % ulova med vsemi samci. S odstranjevanjem samic z jajčeci smo dodatno odstranili več kot 6127 potencialnih odraslih rakov. Razmerje med spoloma se skozi leta izvajanja projekta LIFE-IP NATURA.SI zaradi vračanja samcev nagiba v prid samcem. V letu 2022 je bilo razmerje še vedno v prid samcem, vendar se je delež ujetih samic v primerjavi z predhodnima letoma (2020 in 2021) povečal.

1 UVOD

Zavod za ribištvo Slovenije (v nadaljevanju ZZRS) v okviru projekta LIFE-IP NATURA.SI (LIFE17 IPE/SI/000011) izvaja akciji A.1.2 » Analiza izhodiščnega stanja vrst in habitatnih tipov« in C.1.4 »Konkretni ohranitveni ukrepi na vodah Štajerske«, del katerih so ukrepi za izlov invazivnega tujerodnega raka trnavca (*Faxonius limosus*) na območju gramoznic ob reki Dravi, Nova vas pri Markovcih. Cilj navedenih akcij je zaščititi avtohtono vrsto raka koščaka (*Austropotamobius torrentium*) v reki Dravinji, katere sotočje z reko Dravo se nahaja le 500 m od območja razširjenosti zaenkrat še edine znane populacije trnavca.

ZZRS v okviru projektnih aktivnosti poizkuša s kombinacijo različnih metod izloviti čim več osebkov trnavca iz gramoznic in z zmanjšanjem populacije preprečiti širjenje te vrste v Dravinjo. V letnem poročilu je predstavljena vrsta, območje izlova in uporabljene metode izlova. Podani so podatki o učinkovitosti posamezne metode, velikosti populacije, spolnem razmerju in velikostnih razredih trnavca. Analizirali smo tudi uspeh izlova trnavca v posameznih letih. Izpostavljamo tudi nekatere najbolj kritične probleme, s katerimi se srečujemo na terenu. Del aktivnosti izlavljanja trnavca je bil izveden v okviru naloge »Priprava strokovnih podlag pri uveljavitvi ukrepov za odstranitev in obvladovanje vodnih invazivnih tujerodnih vrst«, ki jo financira Ministrstvo za okolje in prostor in predstavlja lastni delež ZZRS pri izvajanju akcije C1.4 projekta LIFE IP NATURA.SI.

1.1 Trnavec (*Faxonius limosus*)

Trnavec (*Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817), do nedavnega *Orconectes limosus*), izvira iz severovzhodnega dela Severne Amerike. Trnavec je manjši rak, ki zraste do 12 cm (Crandall in sod., 2017). Telo je svetlo do temno rjavo ali olivno zeleno obarvano, na segmentih zadka ima značilne rdeče do rjavkaste prečne proge. Na straneh sprednjega dela koša trnavca so številni trni (od tod izvira ime vrste), preostali del koša je razmeroma gladek. Konice škarij so oranžno obarvane (Kus Venvlieet, 2013).



Slika 1: Označeni samec trnavca iz Gramoznice 5.

Za rake deseteronožce je značilen gonohorizem, kar pomeni, da ima vsak posameznik svoj spol - npr. samec ali samica (Yazicioglu in sod., 2017). Za trnavca je bila v laboratorijskih razmerah pri samicah potrjena tudi apomiktična partenogeneza, kar pomeni, da se samica lahko razmnožuje brez oploditve samca – v tem primeru so vsi potomci njeni kloni (Burič in sod., 2013; Burič in sod., 2011). Spol se pri raku trnavcu določi s pomočjo primarnega in sekundarnega pleopoda. Pri samcih sta ta dva pleopoda preoblikovana v proti abdomnu segajoči podolgovati strukturi – dva para gonopodijev. Samice nimajo preoblikovanih pleopodov, imajo pa med četrtilim in petim parom hodilk na trebušni strani glavoprsja prisotno kamrico - *annulus ventralis*, kamor shranjujejo samčeve spermatofore (Slika 2). Gonopori oz. genitalne odprtine se pri samicah nahajajo na bazi tretjega para hodilk, pri samcih pa na bazi petega para hodilk (Kozák in sod., 2015).



Slika 2: Določanje spola pri trnavcu – samec z gonopodiji (levo) in samica z *annulus ventralis* (desno).

Spolno zrelost lahko trnavec doseže že v prvem letu starosti. Paritveno obdobje navadno nastopi jeseni in lahko traja vse do konca pomladi (Burič in sod., 2013; Holdich in Black, 2007). Trnavec je hitro rastoča vrsta z visokim reproduktivnim potencialom (»R- strateg«) (Burič in sod., 2013; Kozak in sod., 2015). Povprečna življenjska doba je od 2 do 4 leta (Alridge, 2016).

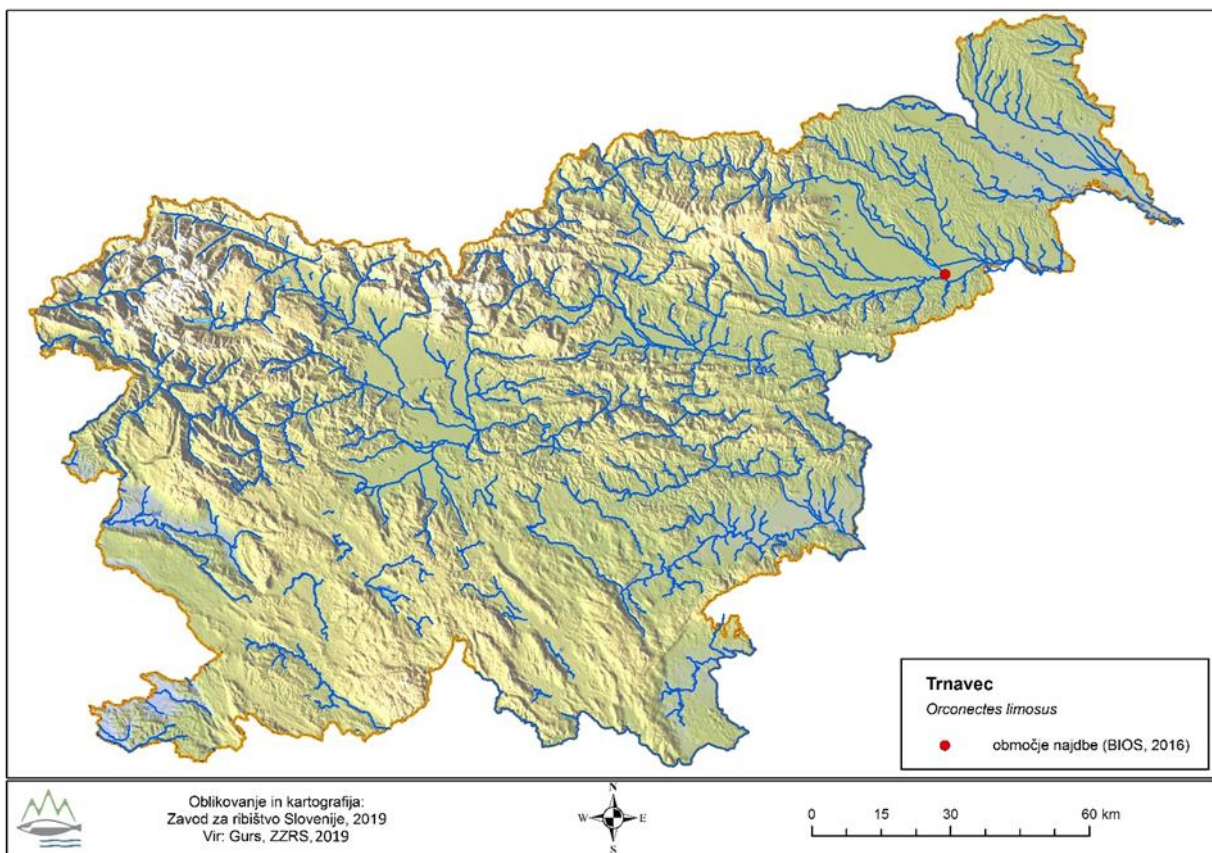
Trnavec naseljuje nižinske reke, potoke, kanale, tudi ribnike in jezera, najdemo ga celo v brakičnih vodah (Kus Venvlieet, 2013). Gre za generalista in prehranskega oportunisto s široko ekološko valenco. Odrasli osebki dobro prenašajo nizke temperature, sušne razmere in onesnaženja. V račinah lahko odrasli osebki v dormantnem stanju preživijo tudi daljša sušna obdobja (Alridge, 2016). Trnavec je vsejed, uživa rastlinsko hrano, detrit in hrano živalskega izvora (Vojtkovská in sod., 2014; Tricarico, 2019).

Zaradi kompeticije z drugimi vrstami in prenašanja bolezni lahko ta vrsta negativno vpliva na okolje, kar se odraža v spremembi trofičnih nivojev, ekosistema in habitatov, s tem pa posledično ogroža avtohtone vrste in zmanjšuje naravno biotsko raznovrstnost (Burič in sod., 2009, Kozak in sod., 2007). Trnavec s kopanjem račin povzroča erozijo brežine, kar lahko vpliva na spremembo hidromorfologije. Vrsta lahko ima negativen vpliv tudi na ribogojstvo in ribištvo (Hirsch in sod., 2015). Za prehrano človeka trnavec ni zanimiva vrsta (Šmietana in sod., 2020).

V letu 2019 je bila na območju gramoznic pri enem od petih testiranih osebkov trnavca potrjena okužba z račjo kugo (*Aphanomyces astaci*) (Mrzelj in sod., 2020). Gre za bolezen, ki je našim avtohtonim rakom lahko zelo nevarna, zato trnavec kot prenašalec predstavlja veliko grožnjo domorodnim potočnim rakom.

Trnavec je vključen na seznam invazivnih tujerodnih vrst po uredbi (EU) št. 1143/2014 Evropskega parlamenta in Sveta o preprečevanju in obvladovanju vnosa in širjenja invazivnih tujerodnih vrst ter izvedbeni uredbi št. 2016/1141, ki zadevata Evropsko unijo. Uredba št. 1143/2014 je namenjena blaženju posledic vpliva tujerodnih vrst na slabšanje biotske raznovrstnosti. Za vse vrste Uredbe veljajo najstrožji ukrepi za preprečitev širjenja. Prepovedano je vnašanje v Evropsko unijo, razmnoževanje, gojenje, prevažanje, kupovanje, prodajanje, uporabljanje, izmenjevanje, posedovanje ali izpuščanje v okolje (Kus Venvliet in Venvliet, 2016).

Trnavec je bil v Evropo vnešen leta 1890, in sicer na Poljsko; do danes je potrjen že v 25 evropskih državah (Tricarico, 2022). Leta 2015 je bil prvič odkrit tudi v Sloveniji, in sicer v gramoznicah ob Dravi. Najdena je bila številčna populacija z osebki različnih velikostnih razredov (Govedič in sod., 2015). Izvorna populacija in način vnosa vrste še danes ostajata neznanka, sklepa se na namerno naselitev (Govedič, 2017). Do danes so gramoznice ob Dravi edina znana lokacija najdbe trnavca v Sloveniji (Slika 3).



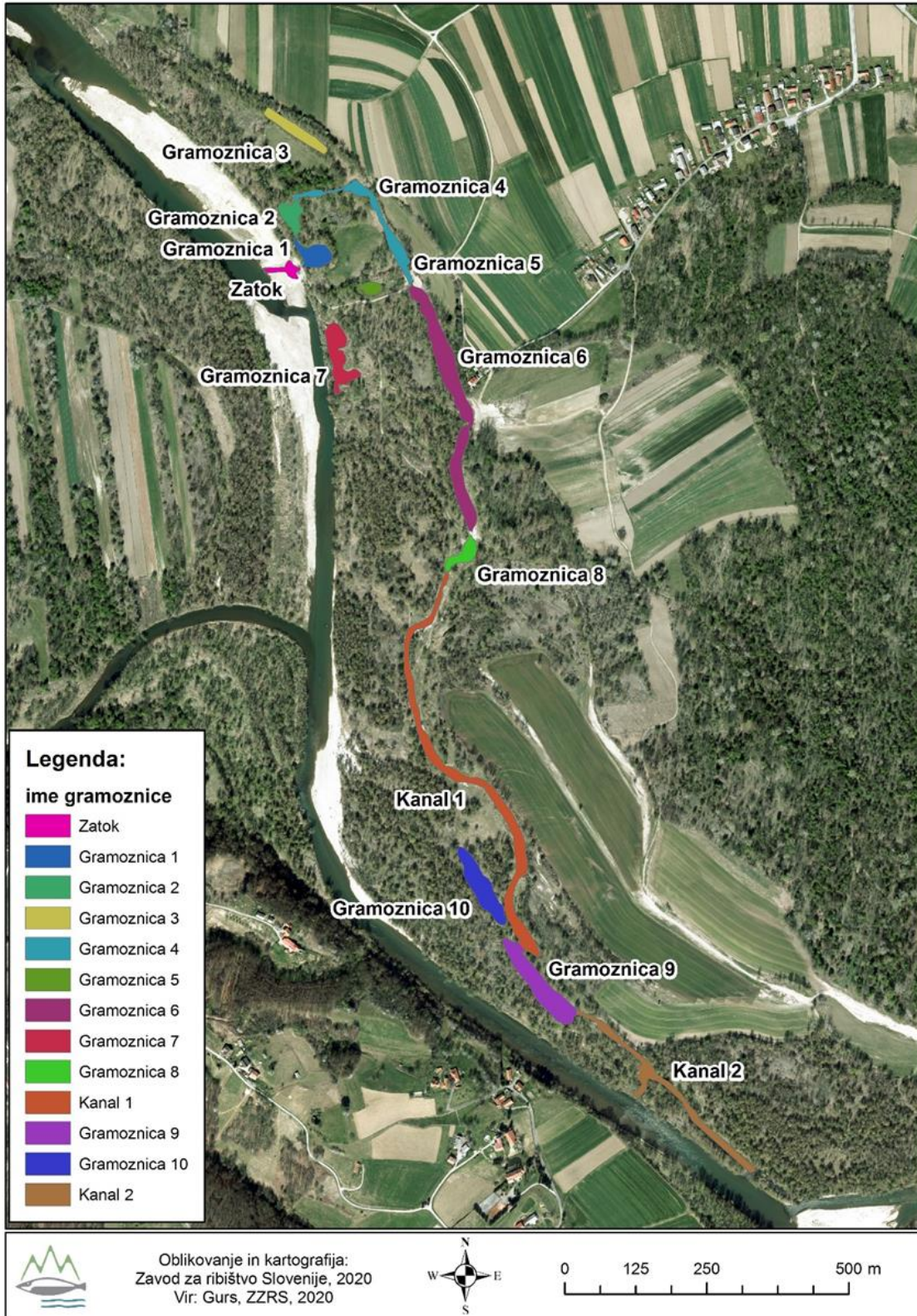
Slika 3: Razširjenost raka trnavca v Sloveniji.

1.2 Območje razširjenosti trnavca

Trnavec je v Sloveniji prisoten v gramoznicah ob reki Dravi v Novi vasi pri Markovcih. Obravnavane gramoznice ležijo na levem bregu reke Drave pod Ptujskim jezerom. V omenjenem akumulacijskem jezeru je prisoten tudi invazivni tujerodni signalni rak (*Pacifastacus leniusculus*). V nadaljevanju so na sliki prikazana poimenovanja in lokacije posameznih gramoznic (Slika 5). Večji del populacije trnavca se nahaja v Zatonu ter Gramoznicah 1, 2, 4, 5, in 7. Občasno se trnavec pojavlja tudi v vodnih telesih dolvodno od Gramoznice 8. Natančnejši opisi posameznih gramoznic so podani v poročilih o izvajanju akcij A.1.2 in C.1.4 v preteklih letih (Mrzelj in sod., 2019; Marguč in sod., 2020 in Kukolja in sod., 2021). Opazili smo, da se gramoznice z leti zasipajo in s tem plitvijo. V mesecu januarju leta 2022 so bile gramoznice nekaj časa zamrznjene. V letu 2022 je bila opazna močnejša razrast makrofitov v primerjavi s predhodnimi leti. V poletnih mesecih istega leta je bilo malo padavin z dolgim obdobjem nadpovprečno visokih temperatur, kar je vodilo v upad vodostajev v gramoznicah (Slika 4).



Slika 4: Prikaz vodostaja v gramoznicah v različnih obdobjih leta 2022
(levo: zimsko stanje; desno: poletno stanje).



Slika 5: Prostorski prikaz vseh gramoznic in reke Drave na območju vzorčenja travca.

2 MATERIALI IN METODE DE LA

Akcijo C.1.4 smo na območju gramoznic izvajali z intenzivnim terenskim delom, ki zahteva uporabo kombinacije različnih metod:

- elektroizlov z brodenjem (bencinski in baterijski nahrbtnni agregat),
- elektroizlov s čolnom,
- lov s pomočjo ekoloških pasti (zidaki votlaki in ART pasti - Artificial refuge traps),
- mehansko odstranjevanje rakov z grabljenjem makrofitov,
- lov z vršami,
- lov z roko.

Terensko delo smo v letu 2022 izvajali med januarjem in novembrom. Opravili smo 50 terenskih dni, od tega je bilo 6 terenskih dni izvedenih na območju vodnih teles dolvodno od Gramoznice 8 (glej Slika 5). Izvajali smo tako dnevna kot nočna vzorčenja. Pri vsakem vzorčenju smo zabeležili datum in trajanje vzorčenja.

2.1.1 Elektroizlov z brodenjem

Odlov rakov smo izvajali z metodo elektroribolova z brodenjem z nahrbtnnim elektroagregatom (Slika 6; Slika 7). Gre za standardno metodo vzorčenje rib, ki se je dobro obnesla tudi za vzorčenje rakov (Peay in sod., 2014). Električna ribe in rake omami do te mere, da jih lahko ujamemo. V nadaljevanju to metodo imenujemo elektroizlov z brodenjem.

Uporabljali smo bencinske agregate z direktnim enosmernim tokom, redkeje tudi pulzni baterijski agregat. Posamezno vzorčenje je predstavljal en obhod gramoznice. V primeru dveh elektroribičev je vsak izvajal svoje vzorčenje. Elektroizlov smo izvajali na prebrodljivih območjih gramoznic. Pri nočnem lovu smo uporabljali naglavne in ročne luči. Zaradi varnosti smo vzorčenja izvajali v paru.



Slika 6: Primer nočnega elektroizlova z nahrbtnnim agregatom.



Slika 7: Primer dnevnega elektroizlova z nahrbtnim agregatom.

2.1.2 Elektroizlov s čolna

Metoda elektroizlova s čolna nam omogoča lažji dostop do delov gramoznic globljih od 0,7 m. Prav tako je ta metoda uporabna v plitvejših muljastih predelih, kjer se teren udara in je brodenje onemogočeno. Med izvajanjem te metode se zaradi manjšega stika s podlago v primerjavi z brodenjem voda bistveno manj skali, kar nam omogoča boljše vidno zaznavo rakov.

Vzorčenje z elektroizlovom s čolna smo v letu 2022 izvedli v Gramoznici 1, Gramoznici 7 in Gramoznici 8. Pri tej metodi smo katodo namestili na bok ali na premec čolna. Uporabili smo stacionarni elektroagregat ali dva nahrbtna agregata. Izlovna ekipa na čolnu je štela štiri člane. Na zadnjem delu čolna sta dva člana izlovne ekipe veslala, upravljala stacionarni elektroagregat in zapisovala podatke. Na premcu sta stala dva elektroribiča, ki sta vsak na svoji strani z ročnima anodama s sakom, priključenima na stacionarni ali nahrbtni agregat, lovila vzdražene rake (Slika 8). Ujete rake sta elektroribiča odlagala v plastične kadi.



Slika 8: Primer dnevnega elektroizlova s čolna v Gramoznici 1.

Širino in globino izlova (pasu) določa obseg električnega polja in se spreminja glede na prevodnost vode, globino v času vzorčenja in substrat. Zaradi poenostavitve območja delovanja električnega polja in glede na izkušnje z elektroizlovom rakov v preteklih letih ocenjujemo, da lahko zajamemo rake na oddaljenosti vsaj 2 metra od čolna. Največja globina ob čolnu, pri kateri še lahko zajamemo rake, znaša okoli 2,2 m.



Slika 9: Izvajanje elektroizlova s čolna na Gramoznici 1.

2.1.3 Lov z roko

Vzorčenje območja z ročnim pobiranjem rakov je zajemalo obračanje kamnov (Slika 10), pregledovanje račin (rovov) ter pregledovanje organskega materiala v vodnih habitatih, ki rakom služijo kot skrivališča. Metoda je uporabna v plitvejših predelih gramoznic, do globine, kamor lahko vzorčevalec seže z roko.



Slika 10: Primer lova z roko v Gramoznici 7.

2.1.4 Postavitev umetnih skrivališč

V decembru 2021 smo prvič bolj sistematično postavili umetna skrivališča v obliki zidakov votlakov in preprostih ART pasti (Artificial refuge traps, v nadaljevanju ART pasti), ki smo jih izdelali s pritrditvijo različno velikih cevi na žičnato mrežo (prirejeno po Green in sod., 2018) . Med sezono

2022 smo število ekoloških pasti v gramoznicah še povečali. Največje število votlakov je bilo postavljeno v gramoznicah z visoko gostoto rakov. Ekološke pasti smo v letu 2022 postavili tudi v Gramoznico 9 in 10 ter Kanal 1 in 2.

Posamezno vzorčenje je zajemalo pregledovanje vseh zidakov votlakov in ART pasti (Slika 11), nameščenih v posamezni gramoznici. Za pregledovanje umetnih pasti sta predvsem zaradi teže zidakov potrebna dva vzorčevalca, tako da lahko eden past dvigne, drugi pa z mrežico ujeme v ekološko past ujete trnavce. Posamezne trnavce, ki jih ni odplavilo iz zidaka, smo morali izbežati iz pasti.



Slika 11: Primer postavitve zidakov v Gramoznici 5 (levo) in pregledovanje ART pasti (desno).



Slika 12: Primer pregledovanja zidaka votlaka v Gramoznici 7(levo) in ulov (desno).

2.1.5 Mehansko odstranjevanje makrofitov

Makrofite smo mehansko odstranjevali iz gramoznic z grabljenjem. Ob hitrem potegu makrofitov z grabljami so se raki, ki so živeli med njimi v rastlinje zapletli. S potegom makrofitov na brežino smo lahko zapletene rake enostavno ročno pobrali. Zabeležili smo čas grabljenja. Večino odstranjenih makrofitov sta predstavljali tujerodni vrsti zahodna račja zel in vodna kuga.



Slika 13: Primer odstranjevanja makrofitov z grabljenjem.

2.1.6 Lov z vršami

Za lov tnavca z vršami smo postavljali črne okrogle vrše, kot vabo pa smo uporabili ribje brikete (BioMar). Vrše smo v vodi pustili nastavljene eno noč in jih naslednje jutro pobrali. En vzorec je v tem primeru predstavljal ulov ene vrše. Zabeležili smo datum in čas postavitve in pobiranja posamezne vrše. Ob postavitvi smo s GPS napravo določili koordinate lokacije vrše in zapisali globino vode, kamor smo vršo postavili.



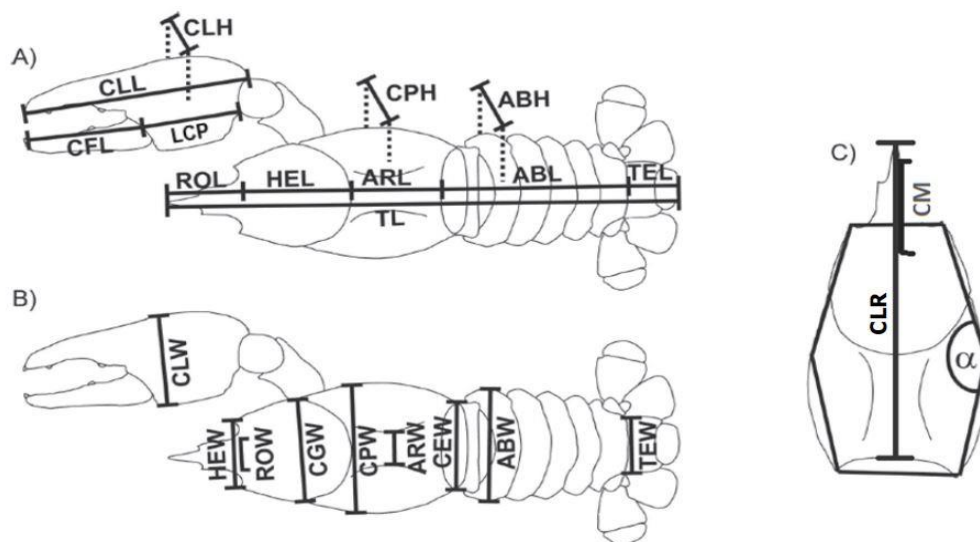
Slika 14: Postavitev vrš v Dravo na meji z Gramoznico 7.

2.1.7 Meritve fizikalno kemijskih lastnosti vode v gramoznicah

Fizikalno kemijske lastnosti smo merili enkrat dnevno v posamezni gramoznici, kjer smo izvajali vzorčenje. Na globini 10 cm smo z merilcem (Hach Lange HQ40d Multi meter) izmerili osnovne fizikalno-kemijske parametre: temperaturo vode (°C), pH vode, koncentracijo raztopljenega kisika v vodi (mg/L), nasičenost vode s kisikom (%) ter električno prevodnost vode (μS/cm). Meritve smo v posamezni gramoznici vedno opravili na istem mestu, pri čemer smo izbirali senčne lokacije, z namenom večje primerljivosti meritev temperature in koncentracije kisika.

2.1.8 Meritve trnavcev

Vsakemu ujetemu osebkju smo določili spol, maso (g) in s pomočjo digitalnega kljunastega merila dolžino glavoprsja z rostrumom (CLR). Samicam z pritrjenimi jajčeci na zadku smo poleg CLR izmerili tudi druge biometrične znake (Slika 15). Na terenu smo jajčeca s samičinega zadka s pomočjo pincete odstranili in razporedili po dnu petrijevke; skupaj s identifikacijsko številko (ID) samice smo jajčeca slikali in jih kasneje prešteli (Slika 16). S tehtanjem samice pred in po odstranitvi jajčec smo določili skupno maso jajčec posamezne samice.



SEX	M=male, F=female	CPH	carapace height
DOZR	dorzale spine left (number)	CPW	carapace width
DOZR	dorzale spine right (number)	HEL	head length
ABH	abdomen height	HEW	head width
ABL	abdomen length	LCP	distance between claw palm and base of cheiliped
ABW	abdomen width	ROL	rostrum length
ARL	areolar length	ROW	rostrum width
ARW	areolar width	TEL	telson length
CEW	width at teh hind edges of the carapace	TEW	telson width
CL	claw fingre length	TL/CLR	total length
CGW	width at the cervical groove	TH	thorax length
CLH	claw height	CM	crista mediana (length)
CLL	claw length	WE	weight
CLW	claw width	α	lateral curvature of the carapace

Slika 15: Biometrični znaki izmerjeni pri samicah z jajčeci na zadku (Vir: Sint in sod., 2005).



Slika 16: Primer priprave na štetje jajčec posamezne samice.

2.1.9 Označevanje samcev

Zaradi vzdrževanja kompeticije in teritorialnosti smo dominantne samce s CLR večjim ali enakim 35 mm vračali nazaj v gramoznice. Pred vrnitvijo v naravo smo jih označili in sterilizirali z mehanskim odstranjevanjem gonopodijev.

Uporabili smo dva načina označevanja samcev, in sicer neinvazivno metodo z markerjem in invazivno metodo z luknjanjem uropodov in telzona (metoda po Zang Guan, 1997).

Pri neinvazivni metodi so posamezno oznako sestavljale črka in številke. Črka je predstavljala gramoznico, v kateri je bil osebek ujet, številka pa zaporedno številko ujetih samcev. Označevali smo jih s srebrnim vodoodpornim markerjem (Edding 780 creative).

Invazivna metoda označevanja samcev poteka z luknjanjem uropodov in telzona; takšno označevanje je bolj obstojno, saj se obdrži do tri letitve (Slika 17). Z unikatno kombinacijo luknjic na 20 mestih dobimo 1350 kombinacij, z dodatnimi zarezi v konice bočnih segmentov zadka pa še 10800 unikatnih kombinacij oznak.



Slika 17: Primer označenega osebka trnavca z metodo luknjanja.

2.1.10 Obdelava podatkov

Terenske podatke smo s popisnih listov vnesli v Biološko zbirko podatkov Zavoda za ribištvo Slovenije (BIOS, ZZRS, 2022). Do podatkov smo dostopali s programom MS Access. Za prenos podatkov iz GPS naprave ter njihov pregled smo uporabljali program Base Camp (Garmin). Pridobljene podatke smo analizirali oz. prikazali z uporabo programov Excel in ArcGIS.

3 REZULTATI

3.1 Primerjava metod

Trnavca smo izlavljali s kombinacijo različnih metod. Največ vzorčenj smo izvedli z metodo postavitve umetnih skrivališč ter z elektroizlovom z brodenjem, posledično smo s tema metodama ujeli največ osebkov. Povprečno smo največ trnavcev v posameznem vzorčenju ujeli z mehanskim odstranjevanjem makrofitov, sledita elektroizlov s čolna in elektroizlov z brodenjem. Glede na porabljen čas se je za najučinkovitejšo metodo v letu 2022 izkazalo mehansko odstranjevanje makrofitov, zelo učinkovita sta bila tudi elektroizlov s čolna in postavljanje umetnih skrivališč, sledil je elektroizlov z brodenjem. Najmanj vzorčenj smo izvedli z vršami in lovom z roko; na ta način smo ujeli najmanj osebkov.

Preglednica 1: Primerjava učinkovitosti uporabljenih metod vzorčenja.

	Št. vzorčenj	Št. ujetih osebkov	Povprečje osebkov na vzorčenje	Skupni čas vzorčenja (h)	Št. ujetih osebkov/h
Lov z roko	12	6	0,5	1,72	3,5
Elektroizlov z brodenjem	231	1689	7	100,54	16,8
Postavitev vrš	6	0	0	4	0,0
Elektroizlov s čolna	22	181	8	8,16	22,2
Mehansko odstranjevanje makrofitov	18	277	15	10,78	25,7
Postavitev umetnih skrivališč	239	1167	5	52,95	22,0

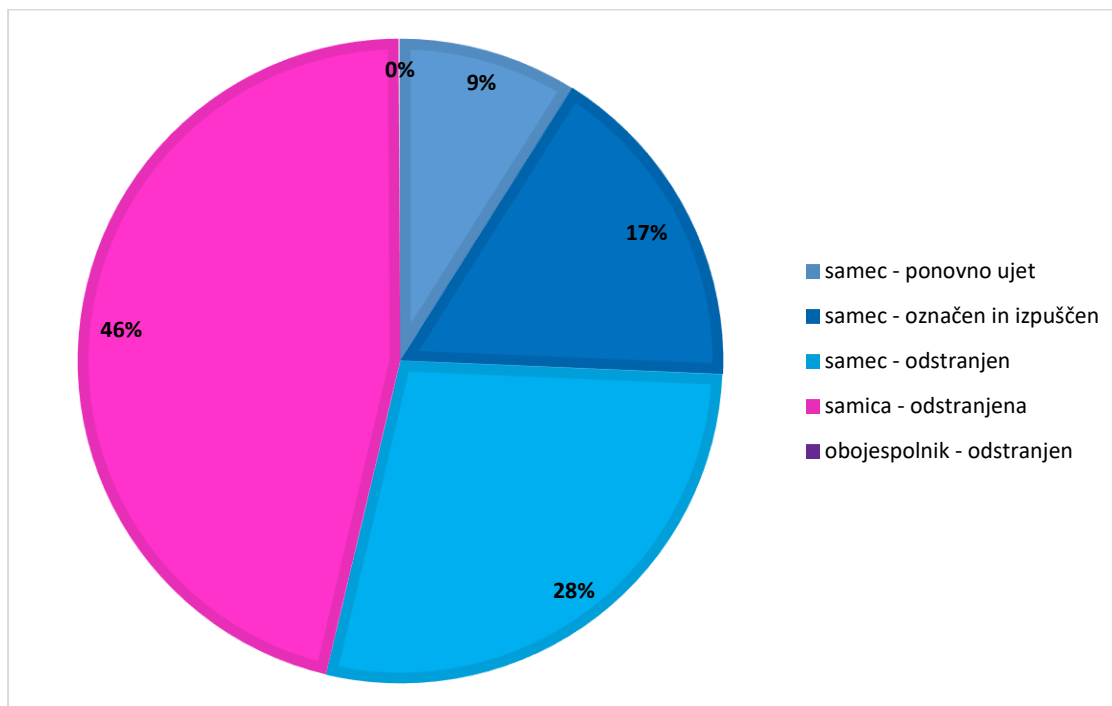
3.2 Analiza populacijskih parametrov trnavca

3.2.1 Število ujetih osebkov in razmerje med spoloma za celotno območje gramoznic

Skupno smo v letu 2022 izvedli 526 vzorčenj tekom 50 terenskih dni, s katerimi smo ujeli 3320 osebkov raka trnavca in odstranili več kot 6100 jajčec. Vzorčenje celotnega območja gramoznic smo izvajali od januarja do novembra. Med vsemi ujetimi trnavci je bilo 1783 (54 %) samcev in 1534 samic (46 %) ter 3 osebkovi z razvitimi vsemi moškimi spolnimi znaki in eno žensko genitalno odprtino na bazi tretjega para hodilk – na Slika 18 prikazani kot obojespolniki. V letu 2022 smo ujeli, označili in v naravo vrnili 555 samcev trnavca, 297-krat smo ujeli že označen osebek, kar skupno predstavlja 17 % vseh ujetih samcev oz. 9 % vseh ujetih trnavcev. Med temi označenimi osebki so se pojavljali tudi označeni osebki iz prejšnjega leta. Deleži (Slika 18) predstavljajo, koliko samcev je bilo odstranjenih, koliko označenih in izpuščenih ali ponovno ujetih. Obojespolniki predstavljajo delež >0,001 %. Iz gramoznic smo odstranili vse obojespolnike in samice ter 931 ujetih samcev, kar pomeni da smo v letu 2022 odstranili 2468 osebkov trnavca. Če ne upoštevamo ponovno ujetih samcev, delež samic v ulovu predstavlja 51 %.

Preglednica 2: Število odstranjenih in izpuščenih osebkov trnavca glede na spol.

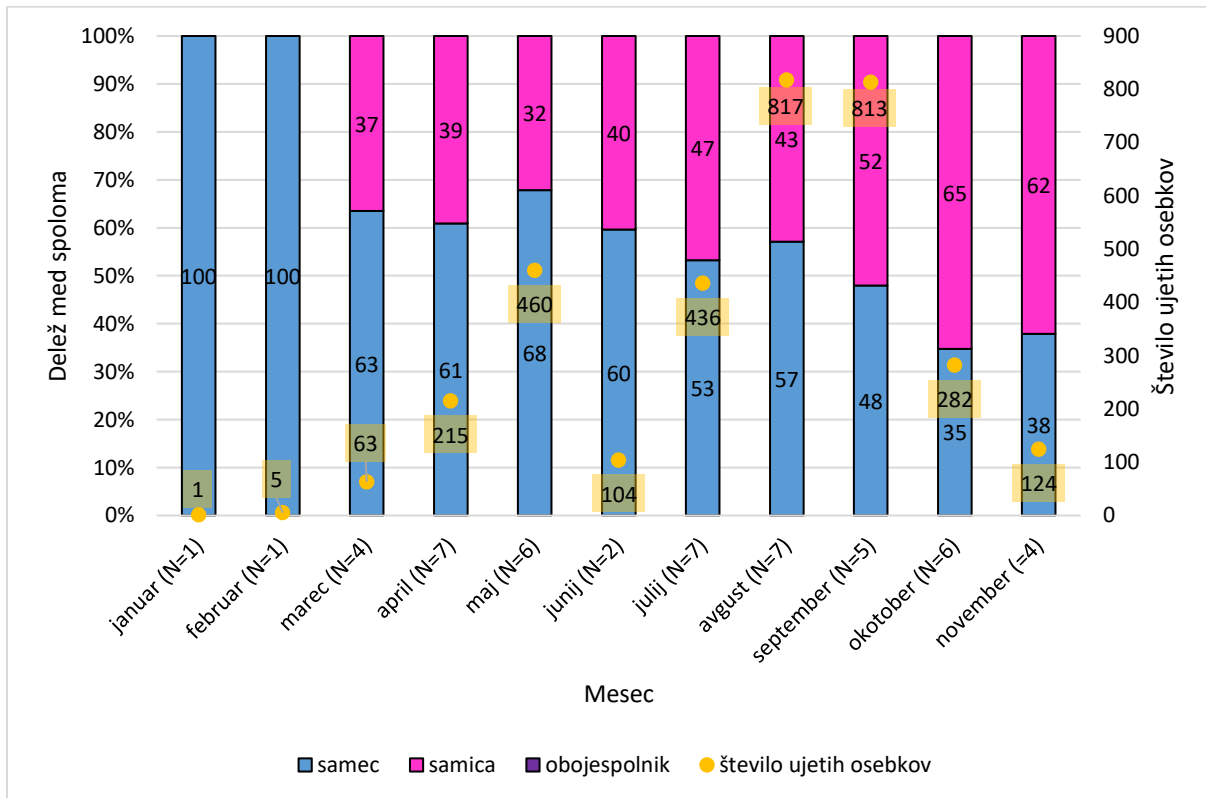
Samica (odstranjena)	Samec (odstranjen)	Samec (ujet, označen in izpuščen)	Samec (ponovno ujet)	Obojespolnik (odstranjen)
1534	931	555	297	3



Slika 18: Razmerje med spoloma ujetih osebkov trnavca na celotnem območju gramoznic v letu 2022 (roza – samice, modro – samci).



Slika 19: Osebka trnavca (levo še z gonopodiji; desno po sterilizaciji z odstranjenimi gonopodiji) z vidno razvito žensko genitalno odprtino na bazi tretjega para hodičk – obojespolnika.



Slika 20: Število ujetih osebkov in razmerje med spoloma v posameznem mesecu leta 2022. Napor (N) predstavlja število terenskih dni.

Največ trnavcev smo v letu 2022 ulovili v avgustu (817 osebkov) in septembru (813 osebkov), najmanj pa od januarja do marca (skupno manj kot 69 osebkov). Delež samcev je prevladoval od januarja do avgusta, medtem ko je bil od septembra naprej ulovljen večji delež samic. Pričetek paritvenega obdobja trnavca smo opazili v sredini avgusta.



Slika 21: Parjenje trnavca.

3.2.2 Število ujetih osebkov, razmerje med spoloma in velikost osebkov v posameznih gramoznicah

V Gramoznici 7 smo ujeli največ trnavcev, in sicer 2168, od tega sta bila dva obojespolnika. Razmerje med spoloma je bilo v prid samcev (Slika 23). Od 1240 ujetih samcev smo 533 samcev odstranili, 448 samcev smo po ujetju označili, sterilizirali in spustili nazaj. V 259 primerih od skupno 1240 ujetih samcev je bil ujet že označen samec (Slika 22). Največje število osebkov trnavca smo ujeli avgusta in septembra, sledita maj in julij, manjše število osebkov smo ujeli tudi oktobra in aprila (Slika 25).

Po številu ujetih trnavcev je sledila Gramoznica 1 (Slika 24), v kateri smo skupaj ujeli 944 osebkov, delež je bil v prid samicam (Slika 23). Ujeli smo 498 samic in 446 samcev (Slika 22). Od 446 ujetih samcev smo 331 samcev odstranili, 94 samcev smo po ujetju označili, sterilizirali in spustili nazaj. V 21 primerih od skupno 446 ujetih samcev je bil ujet že označen samec (Slika 22). V Gramoznici 1 smo največje število osebkov ujeli septembra in avgusta, sledita julij in maj, manjše število osebkov smo ujeli tudi oktobra, aprila, junija in novembra (Slika 25).

V Gramoznici 5 smo ujeli skupaj 145 trnavcev, razmerje med samci in samicami je bilo blizu razmerja 1:1, ujeli smo 70 samic in 75 samcev. Od 75 ujetih samcev smo 46 samcev odstranili, 13 samcev smo po ujetju označili, sterilizirali in spustili nazaj. V 16 primerih od skupno 75 ujetih

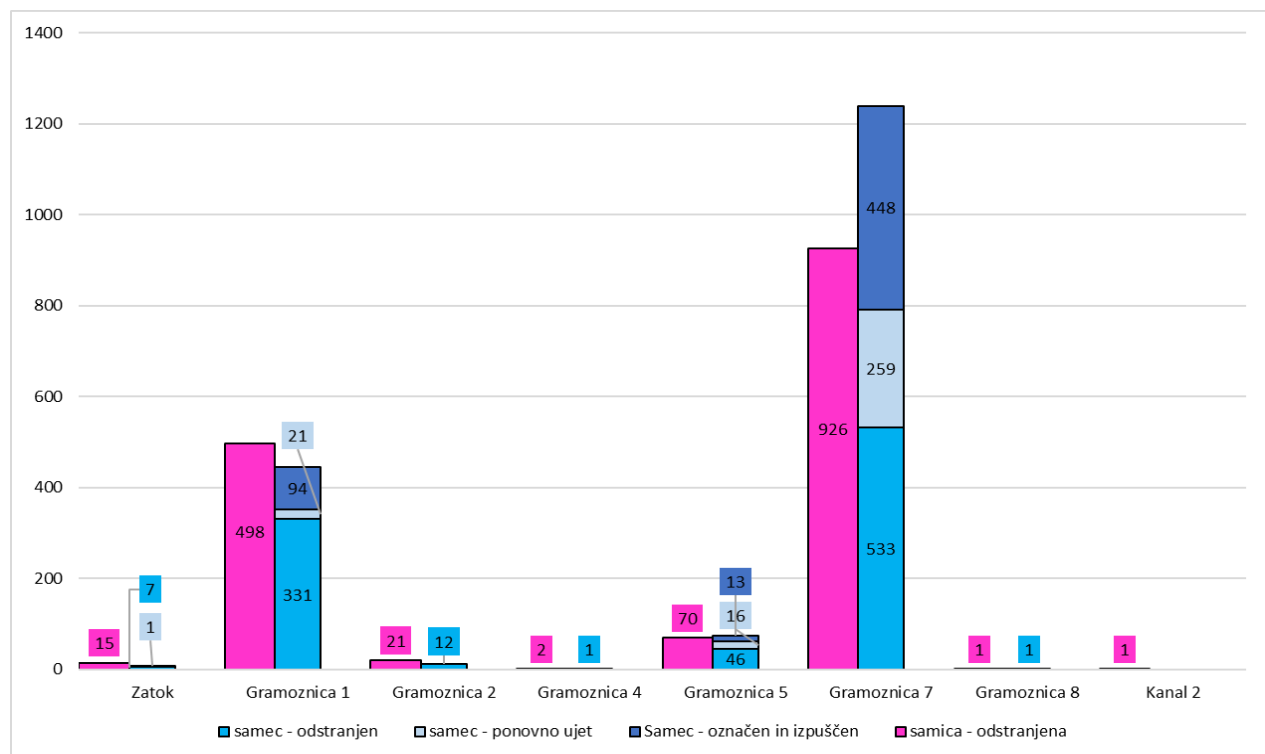
samcev je bil ujet že označen samec (Slika 22). V Gramoznici 5 smo bili z ulovom najuspešnejši septembra, avgusta in julija (Slika 25).

V Gramoznici 2 smo v letu 2022 ujeli 33 osebkov, od tega 21 samic in 12 samcev (Slika 22). Razmerje med spoloma je bilo v prid samicam. Vse osebkve, ujete v Gramoznici 2, vključno s samci, smo odstranili.

V Zatoku smo skupaj ujeli 24 osebkov, od tega je bilo 15 samic, 8 samcev in enega obojespolnika. En ujet samec je bil že označen, ostalih 7 smo po ujetju odstranili. Že od vsega začetka projekta označene samce iz Zatoka vračamo v Gramoznico 1.

V ostalih gramoznicah (Gramoznica 4, Gramoznica 8 in Kanal 2) je bilo ujetu manjše število osebkov (skupaj 6); vse smo odstranili. V Gramoznici 6, Kanalu 1, Gramoznici 9 in Gramoznici 10 v letu 2022 nismo ujeli nobenega trnavca.

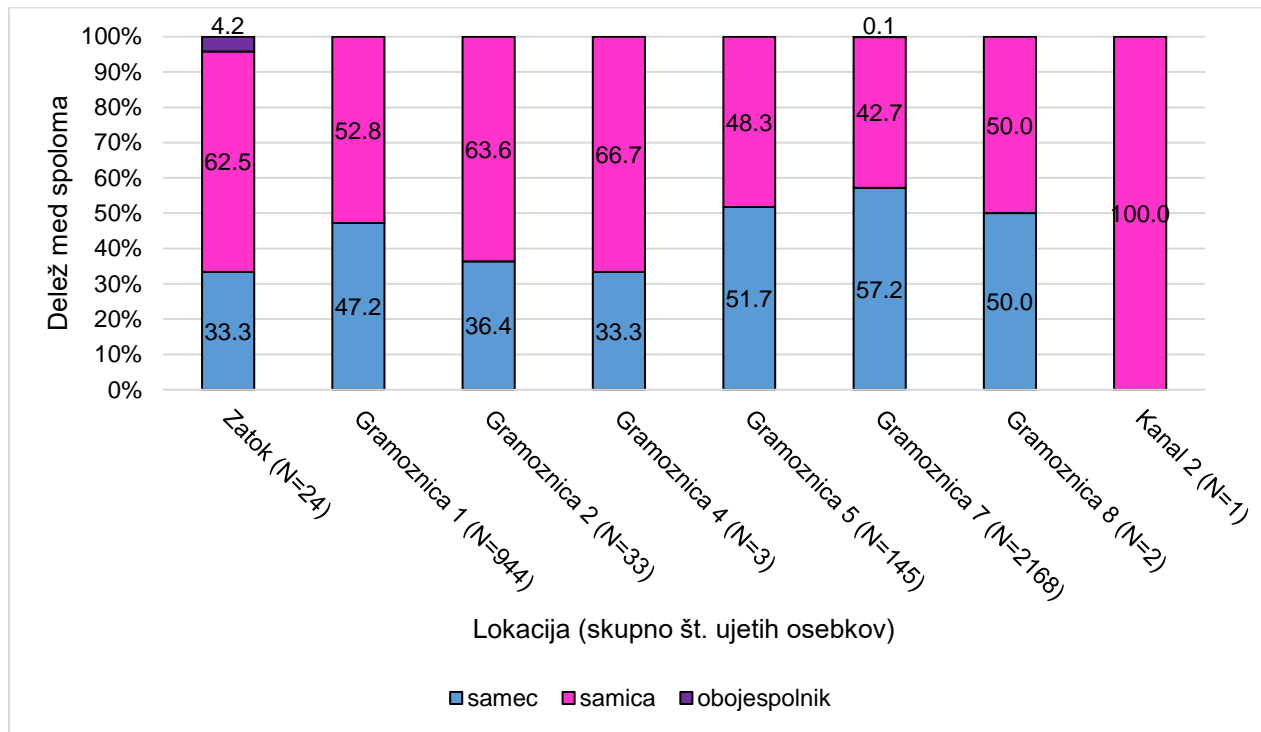
Graf v nadaljevanju (Slika 22) prikazuje število ujetih samic, odstranjenih samcev, označenih in izpuščenih samcev ter število ujetih označenih samcev (navedeni kot ponovno ujeti).



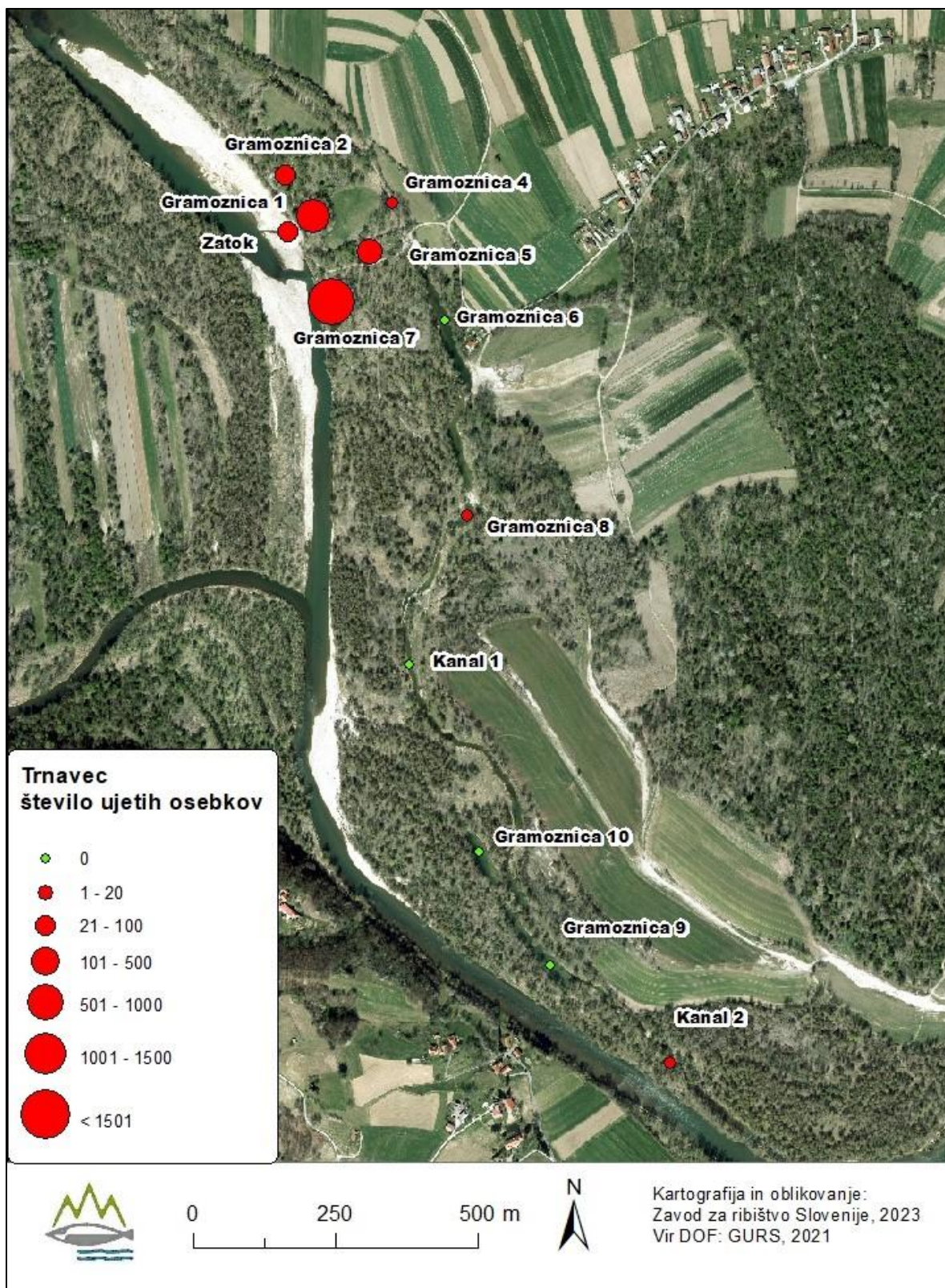
Slika 22: Prikaz števila samic in samcev, ujetih v posamezni gramoznici v letu 2022. Obojespolniki na sliki zaradi majhnega števila osebkov niso prikazani.

Graf v nadaljevanju (Slika 23) prikazuje razmerje med spoloma ujetih osebkov trnavcev v posameznih gramoznicah v letu 2022. N predstavljata skupno število ujetih trnavcev v posamezni

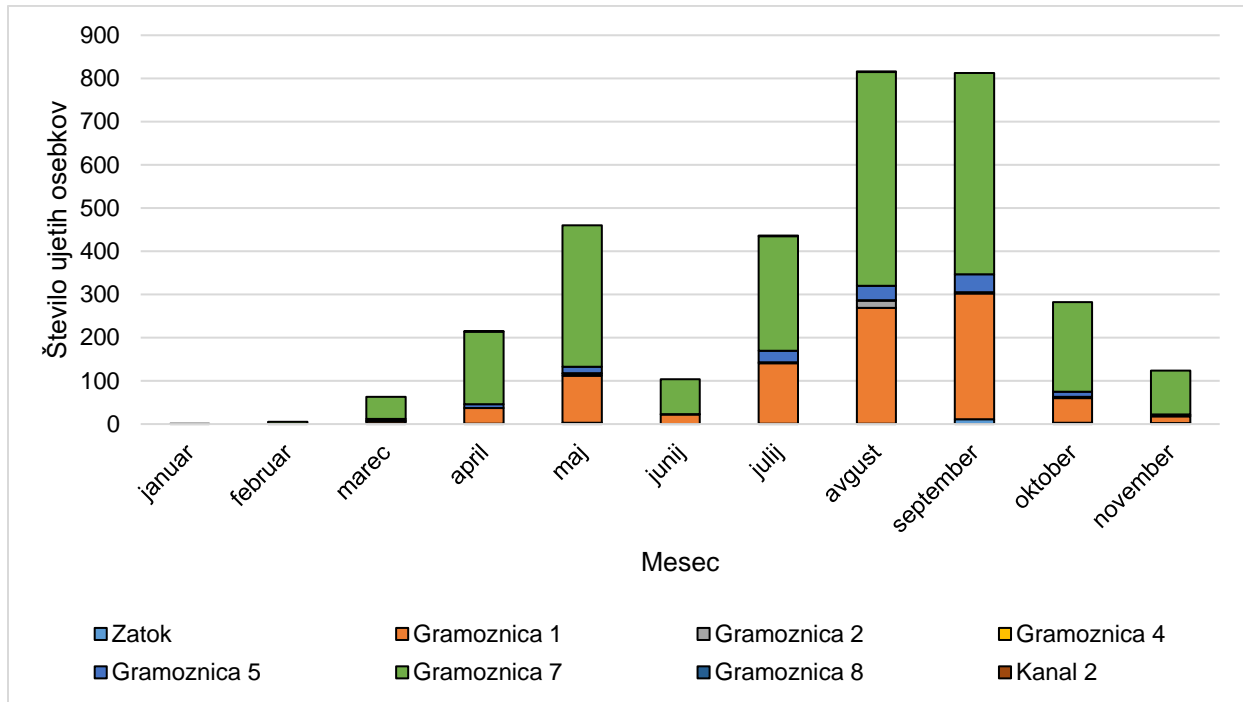
gramoznici. V Gramoznicah 4, 8, in v Kanalu 2 je bilo v letu 2022 ujetu majhno število osebkov, zato razmerje med spoloma ni reprezentativno.



Slika 23: Razmerje med spoloma ujetih osebkov trnavcev v posameznih gramoznicah v letu 2022. N predstavlja skupno število ujetih trnavcev v posamezni gramoznici.



Slika 24: Prikaz števila ujetih osebkov trnavca v posameznih gramoznicah, vključno s ponovno ujetimi samci.



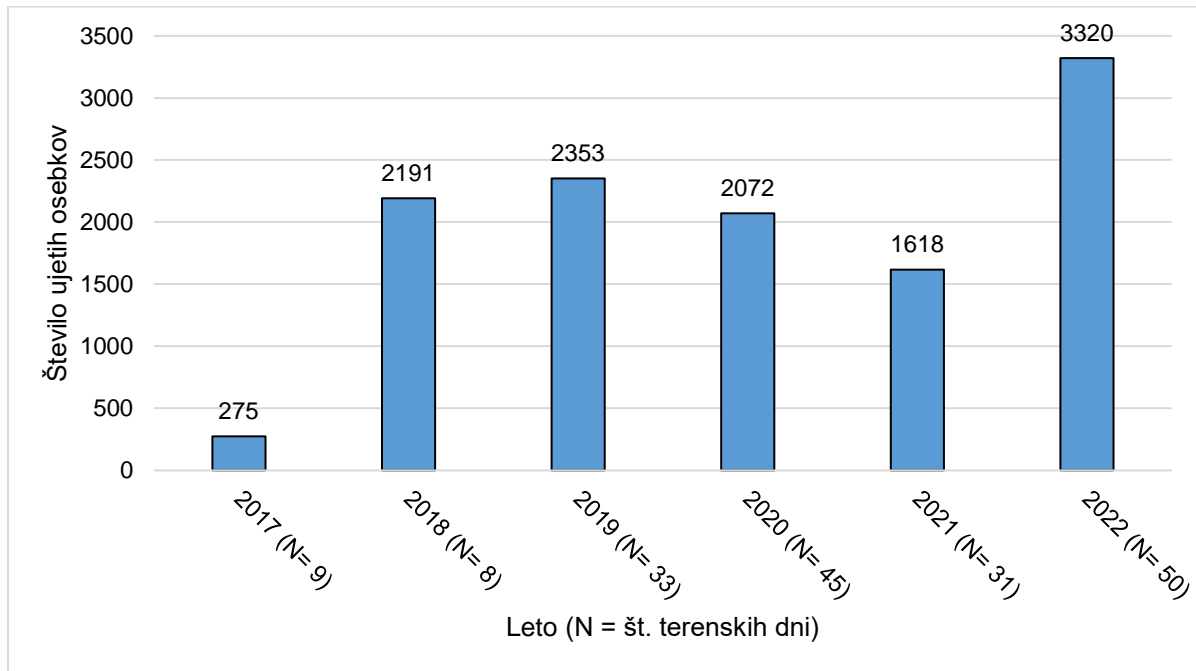
Slika 25: Skupno število ujetih osebkov trnavca v posameznih gramoznicah v posameznem mesecu leta 2022.

V letu 2022 smo v aprilu in maju ujeli 51 samic s pritrjenimi jajčeci na zadku, od tega je bilo 42 samic ujetih v Gramoznici 7, šest v Gramoznici 1, dve v Gramoznici 4 in ena v Gramoznici 8. CLR najmanjše samice, pri kateri smo našli jajčeca, je bil 23,3 mm, pri največji pa 48,0 mm. Najmanjša samica je imela na zadku pritrjenih 9 jajčec, največja pa 412. Največ jajčec (481) je nosila samica dolžine 46,2 mm (CLR). Z odstranitvijo samic, ki so imele jajčeca na zadku, smo odstranili več kot 6100 trnavcev. Od ujetih 51 samic smo 38 samicam prešteli jajčeca; skupno število preštetih jajčec je znašalo 6127.

3.3 Primerjava populacijskih parametrov med letoma 2017 in 2022

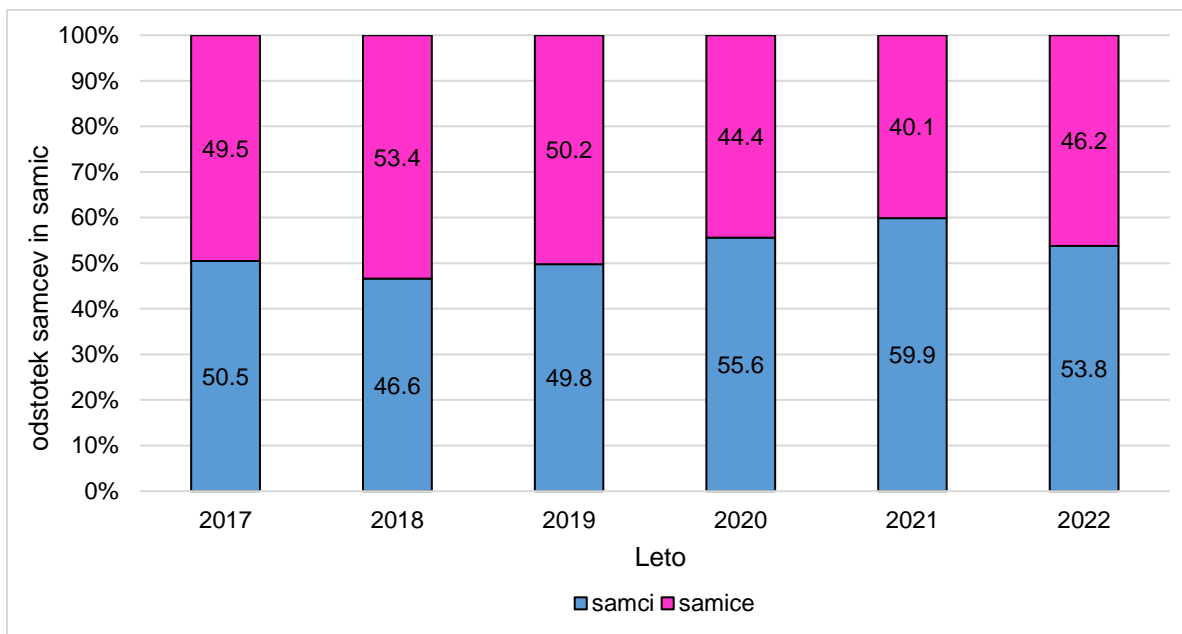
Na sliki (Slika 26) je prikazano število ujetih osebkov trnavca znotraj posameznega leta. V letih 2017 in 2018 je ZZRS v okviru naloge »Priprava strokovnih podlag pri uveljavitvi ukrepov za odstranitev in obvladovanje vodnih invazivnih tujerodnih vrst« izvajal aktivnost odstranjevanja trnavca iz gramoznic ob Dravi. V letu 2017 je bilo v 9 terenskih dneh ujetih 275 osebkov, leta 2018 pa v 8 terenskih dneh 2191 osebkov. V letu 2019 smo pričeli z izvajanjem projekta LIFE-IP NATURA.SI, v okviru katerega smo opravili 33 terenskih dni, v katerih smo ujeli 2353 osebkov. Leta 2020 smo v 45 terenskih dneh ujeli 2072 osebkov, leta 2021 pa v 41 terenskih dneh 1618 osebkov. Skupno smo v obdobju od leta 2017 do leta 2022 ujeli 11829 osebkov (v to številko so vključeni tudi ponovno ujeti samci). Slika 26 je razvidno, da se je od leta 2017 do leta 2019

povečeval napor (št. dni vzorčenja) in posledično tudi ulov rakov. Leta 2020 se število ujetih osebkov na letni ravni kljub večjemu naporu v primerjavi s predhodnimi leti ni več povečevalo, ampak upadalo. V letu 2022 se je tudi zaradi večjega napora število ujetih osebkov opazno povečalo.



Slika 26: Število ujetih osebkov trnavca od leta 2017 do leta 2022.

Pri razmerju med spoloma, prikazanem na Slika 27, je mogoče opaziti, da je razmerje v prvih treh letih izlova (2017 – 2019) med ujetimi samci in samicami blizu razmerja 1:1, nato se v letih 2020 in 2021 pomika na stran samcev, v letu 2022 pa je razmerje ponovno bližje razmerju 1:1.



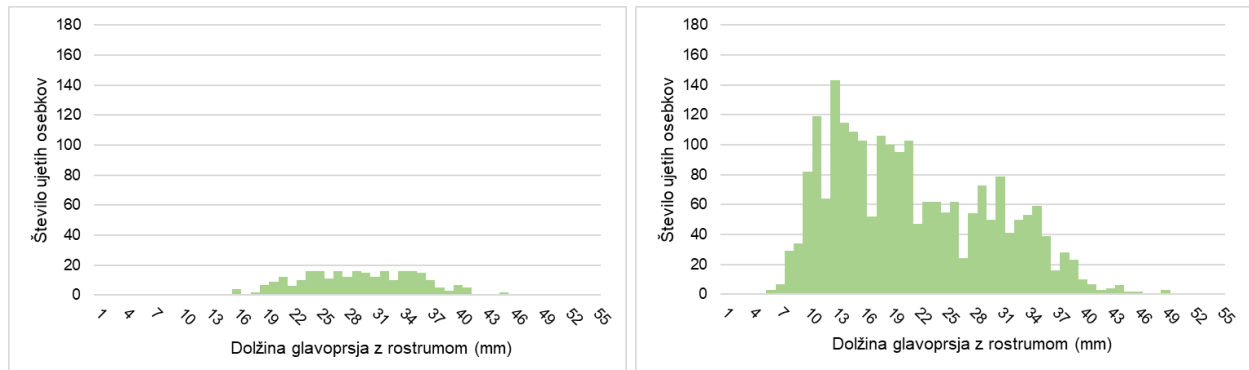
Slika 27: Razmerje med spoloma ujetih osebkov trnavca v obdobju 2017 – 2022.

V nadaljevanju (Preglednica 3) prikazujemo povprečne dolžine osebkov (CLR) v mm, ujetih v posameznih letih. Glede na povprečno dolžino smo najmanjše osebkje ujeli leta 2018, med tem ko so v letih 2017, 2019, 2020 in 2021 povprečne velikosti osebkov naraščale, kar je opazno predvsem pri samcih in je verjetno posledica vračanja odraslih samcev nazaj v gramoznice. V letu 2022 je povprečna velikost CLR obeh spolov največja. Dolžina CLR ujetih osebkov je v letu 2017 znašala med 16 in 53 mm, leta 2018 med 4 in 55 mm, leta 2019 so osebkje merili med 8 in 55 mm, leta 2020 med 6 in 55 mm, leta 2021 med 11 in 53 mm, leta 2022 pa med 10 do 55 mm.

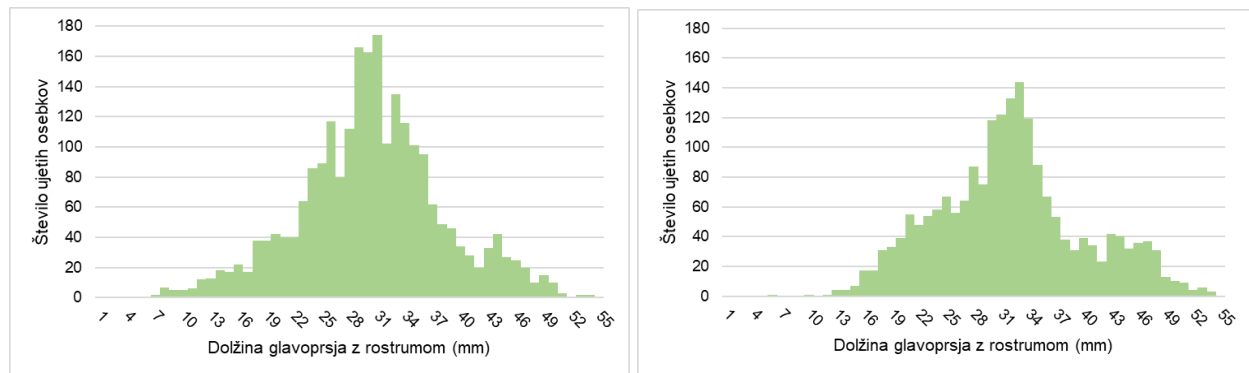
Preglednica 3: Povprečne vrednosti dolžine glavoprsja z rostrumom (CLR) za ujete samce in samice trnavca v posameznem letu.

Leto	Leto 2017			Leto 2018			Leto 2019		
	Vsi osebki	Samci	Samice	Vsi osebki	Samci	Samice	Vsi osebki	Samci	Samice
Povprečni CLR (mm)	29,53	29,18	29,97	21,36	22,64	25,24	30,39	30,7	31,04
Leto	Leto 2020			Leto 2021			Leto 2022		
	Vsi osebki	Samci	Samice	Vsi osebki	Samci	Samice	Vsi osebki	Samci	Samice
Povprečni CLR (mm)	31,97	32,56	31,29	31,41	32,53	29,93	33,58	33,7	33,43

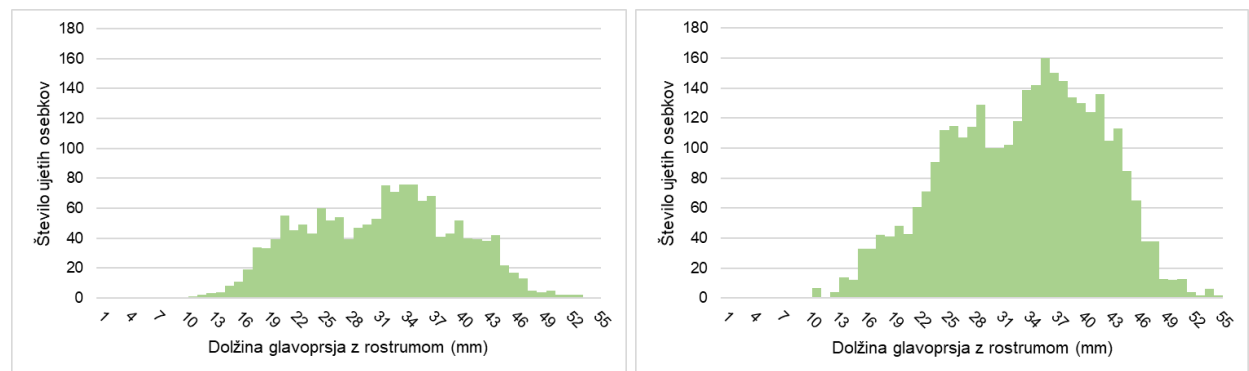
Slike v nadaljevanju (Slika 28; Slika 29; Slika 30) prikazujejo dolžinsko frekvenčne histograme med letoma 2017 in 2022, ki po obliki nakazujejo na staranje populacije. V histograme so zajeti vsi osebk, ujeti v posameznem letu, ne glede na mesec ulova.



Slika 28: Dolžinsko frekvenčni histogram dolžine (CLR) ujetih osebkov trnavca leta 2017 (levo) in leta 2018 (desno).



Slika 29: Dolžinsko frekvenčni histogram dolžine (CLR) ujetih osebkov trnavca leta 2019 (levo) in 2020 (desno).



Slika 30: Dolžinsko frekvenčni histogram dolžine (CLR) ujetih osebkov trnavca leta 2021 (levo) in 2022 (desno).

3.3.1 Ponovna najdba signalnega raka na področju gramoznic

V novembru (9. 11. 2022) smo z elektroizlovom z brodenjem enako kot v letu 2021 ponovno ulovili manjšo samico signalnega raka (*Pacifastacus leniusculus*), tokrat v Gramoznici 7.

3.3.2 Ovire na terenu

V letu 2021 se je zaradi visokega pretoka na območju gramoznic v vodo podrlo nekaj dreves predvsem na območju Gramoznice 1 in Gramoznice 2, kar nam je močno oteževalo izlov. Obenem se je ustvaril dober habitat za trnavca z veliko skrivališči. V marcu leta 2022 smo na Upravno enoto Ptuj podali vlogo za izdajo dovoljenja za poseg v naravo, s katero smo zaprosili za odstranitev vej dreves, ki segajo v vodo gramoznic 1 in 2, z namenom izboljšanja dostopa vzdolž celotne brežine gramoznic za izvajanje odstranjevanja trnavca. ZRSVN je pozitivno mnenje izdal avgusta 2022, dovoljenje za poseg v naravo od Upravne enote Ptuj smo prejeli januarja 2023. Odstranitev dreves načrtujemo v letu 2023 v sodelovanju in dogovoru s pristojnim izvajalcem gospodarske javne službe.



Slika 31: Podrta drevesa, ki segajo v vodo v Gramoznici 1.



Slika 32: Prikaz omejenega dostopa do delov gramoznic zaradi podrtih dreves

Elektroizlov je bil otežen tudi zaradi goste razrasti makrofitov v nekaterih gramoznicah. Nočni izlov v poletnih mesecih je bil na območju Gramoznici1, 2 in Zatoka otežen zaradi prisotnosti sršenov, ki so gnezdili v vrbi tik ob Gramoznici 1. Svetloba naglavnih svetilk je privabljala sršene, ki so se nenadzorovano zaletavali v vzorčevalce.

4 DISKUSIJA

4.1 Primerjava metod

Na podlagi izkušenj preteklih let smo se tudi v letu 2022 izlova trnavca lotili s kombinacijo različnih metod. Uporabili smo že ustaljene metode, ki smo jih preizkusili in optimizirali v preteklih sezonah (elektroizlov s čolnom, elektroizlov z brodenjem, lov z roko in vrše). Leta 2022 smo pogosteje in v večjem obsegu uporabljali metodo postavitve umetnih skrivališč, dodatno pa smo zaradi razmer na terenu pričeli z uporabo metode odstranjevanja makrofitov. V juniju smo zaradi sodelovanja in priprave na mednarodnem astakološkem simpoziju izvedli manj vzorčenj.

Lov z roko

Lov z roko smo izvajali v primeru, da smo opazili raka in ocenili, da ga bomo ujeli brez uporabe ostalih pripomočkov. Gre za dopolnilno metodo, s katero nismo ujeli večjega števila rakov. V povprečju s to metodo ujamemo 3 do 4 osebkke na uro vzorčenja. V letu 2021 smo izvedli nekoliko več vzorčenj s to metodo (13 h) in je bila uspešnost nekoliko večja in je znašala od 5 do 6 osebkov na uro. V letu 2021 smo z to metodo predvsem intenzivno iskali samice s pritrjenimi jajčeci na zadku. Letos smo se za izlov teh samic posluževali predvsem metode pregledovanja umetnih skrivališč.

Elektroizlov z brodenjem

Podobno kot v prejšnjih sezonah smo tudi v tej sezoni izvedli veliko vzorčenj (231) z metodo elektroizlova z brodenjem in na ta način ujeli več kot polovico trnavcev (1689), kar je 346 osebkov več kot v letu 2021. Metoda elektroizlova z brodenjem se je izkazala za bolj učinkovito kot metodi lova z roko in vršami, saj v povprečju s to metodo ujamemo približno 17 osebkov na uro. Učinkovitost vzorčenja na uro se v primerjavi z letom 2021, ko je znašala približno 18 osebkov/h, ni dosti razlikovala. Glavna pomanjkljivost te metode je kaljenje vode. Zaradi kalne vode, ki je povzročena zaradi hoje vzorčevalca po muljasti podlagi, je otežena vizualna detekcija rakov, zato zaporedno izvajanje te metode v krajšem časovnem intervalu ni mogoče. V letu 2022 smo zaradi dolgih sušnih obdobj z nizkimi vodostaji lahko dostopali do predelov, ki so nam bili v prejšnjih letih nedostopni zaradi globine vode. V mesecu avgustu smo pričeli z uporabo nove metode odstranjevanja makrofitov. Na območjih, s katerih smo odstranili makrofite, smo bili v primerjavi s predhodnimi vzorčenji z elektroizlovom bistveno uspešnejši.

Elektroizlov s čolna

Leta 2022 smo z vzorčenjem s čolna ujeli 337 trnavcev manj kot v letu 2021. Rake smo s to metodo lovili aprila, julija in oktobra. Zaradi intenzivnega trenerskega dela v letu 2022 na ZZRS so bili čolni pogosto v uporabi za druge naloge in so bili za naš projekt težje dostopni, zato smo jih redkeje uporabljali. Obenem je bilo v Gramoznici 7 zaradi nizke gladine vode oteženo prehajanje plitvin. S čolnom smo pogosto nasedli in skalili vodo, kar je poslabšalo vidljivost in posledično uspešnost ulova. Kljub temu, da smo v letu 2022 ujeli za okoli polovico manj osebkov

na uro v primerjavi z letom 2021, se je metoda še vedno izkazala za eno izmed bolj učinkovitih in jo je smiselno izvajati tudi v nadaljevanju.

Mehansko odstranjevanje makrofitov

Za uporabo te metode smo se odločili, ker so se v Zatonu, Gramoznici 1 in 7, močno razrastli makrofiti. Zaradi goste razrasti makrofitov je bil elektroizlov otežen in manj učinkovit, saj so vzdraženi raki ostali skriti med makrofiti in jih elektroribič ni videl. Pogosto je gosta razrast onemogočala uspešno manevriranje anode z mrežico, kar je vodilo v pobeg opaženega raka. Poleg tega je razrast makrofitov rakom omogočala ugodnejše razmere z več skrivališči in obilico hrane.

Mehansko smo makrofite odstranjevali z grabljenjem. Primarno smo z namenom bolj učinkovitega elektroizlova želeli na dnu gramoznic narediti čistino. Pri izvajanju grabljenja smo ugotovili, da je to lahko tudi uspešna metoda za lov rakov. Glede na podatke o razširjenosti, navedeno v Dolenc in Rozman (2021), in izvedenih taksonomskih določitev na terenu, ugotavljamo, da večji del makrofitov v gramoznicah predstavljata invazivni tujerodni vrsti zahodna račja zel (*Elodea nuttalli*) in vodna kuga (*Elodea canadensis*). Makrofite smo pograbili iz posamezne gramoznice in jih razprostrli po obrežju, kjer so se na soncu posušili. S tem ukrepom smo omejili nadaljnje širjenje tujerodnih invazivnih makrofitov ob pojavu visokih voda. Ribe, nevretenčarje in avtohtone školjke, ki so se zapletli med makrofite, smo vrnili nazaj v vodo. Makrofiti so se najbolj razrasli poleti in zgodaj jeseni, zato je bila ta metoda najbolj učinkovita prav v tem času. Z grabljenjem smo premikali substrat in s tem zasipavali skrivališča trnavcu. S to metodo smo odstranjevali tudi vir hrane trnavca, kar bi lahko vodilo tudi v boljši ulov z vršami, zato je smiselno to preveriti v naslednji sezoni.

Postavljanje vrš

Leta 2022 vrš v gramoznice nismo postavljali, saj se je v predhodnih letih ta metoda izkazala za manj uspešno (Marguč in sod., 2021). Postavili smo jih le aprila v Dravo ob kamnomet, ki ločuje Gramoznico 7 od Drave. Zanimalo nas je, če so trnavci prisotni v Dravi. Glede na posredovane informacije (NIB), so bili kolegi v septembru 2022 uspešni pri lovu v vrše v Gramoznici 1 in Gramoznici 7. V letu 2023 bi bilo vrše morda smiselno uporabiti v gramoznicah z večjo gostoto trnavca v juniju, ko mladi rakci postanejo samostojni, in samice, ki se v pomladanskem času niso prehranjevale, postanejo bolj aktivne v iskanju hrane. Kot dopolnilno metodo bi vrše lahko uporabili tudi v času paritvenega obdobja (od avgusta do novembra), ko je aktivnost rakov največja.

Postavitev umetnih skrivališč

V Gramoznicah 1, 6 in 8 smo že leta 2019 postavili nekaj zidakov votlakov, ki so zaradi svojih odprtih predstavljali nadomestna skrivališča za rake (ekološke pasti). Postavitev umetnih skrivališč so kot dodatne smernice predlagali tudi kolegi iz NIB-a (Bedjanič in sod., 2021), zato smo se v tem obdobju lotili te metode bolj sistematično. Že v decembru 2021 smo postavili prva

umetna skrivališča, pred aprilom 2022 smo število skrivališč še povečali, saj v tem obdobju prično samice izlegati jajčeca in zato iščejo primerna skrivališča, kamor se zatečejo tekom razvoja jajčec. V tem obdobju smo postavili tudi umetna skrivališča v gramoznicah dolvodno od Gramoznice 8. V avgustu 2022, ko je nastopilo paritveno obdobje, smo število ekoloških pasti še povečali. Votlakov, ki smo jih uporabljali, nismo kupili, ti so nam bili podarjeni, zato smo njihovo število v gramoznicah dopolnjevali večkrat v letu glede na njihovo razpoložljivost. Opisana metoda je podobna izlovu z vršami, vendar v tem primeru ne privabljamo trnavcev z vabo. Raki se v votlake skrivajo predvsem zaradi iskanja skrivališč. Votlake so za drst uporabljale tudi različne vrste rib, prav tako smo pogosto v njih opazili polže in njihova jajčeca, kar bi lahko dodatno pripomoglo k privabljanju rakov v votlake. Metoda se je izkazala za uspešno, saj smo z njo ujeli kar dobro tretjino vseh ujetih rakov v letu 2022 (1167 rakov).

Obenem je bilo s to metodo ujetih največ samic z jajčeci na zadku, in sicer kar 43 od 51 ujetih. Večini ujetih samic smo prešteli jajčeca, zato vemo, da smo poleg samic odstranili še najmanj 6127 trnavcev. Menimo, da je spomladanski lov na samice ena izmed pomembnejših nalog pri odstranjevanju trnavca iz gramoznic. Kljub temu, da je bil napor vzorčenja aprila in maja največji do sedaj, število ujetih samic z jajčeci ni bilo očitno večje kot v letu 2021 (ujetih 48 samic z jajčeci). Preden temperatura vode doseže 10° C in nastopi čas odlaganja jajčec (Burič in sod. 2009), je potrebno v letu 2023 nastaviti še dodatne zidake in druga skrivališča, ki bodo izboljšala lov samic z jajci. Podpiramo predlog kolegov iz NIB (Bedjanič in sod., 2021), da bi se v tem času organiziral tudi skupni lov na samice z jajčeci. Prav tako ne smemo opustiti pregleda naravnih skrivališč (npr. obračanja kamenja, pregledovanja račin, preverjanje naplavin), na način prejšnjih let.

4.1.1 Analiza populacijskih parametrov trnavca v letu 2022

Število ujetih osebkov

V letu 2022 je bilo na območju gramoznic ujeto največje število trnavcev odkar poteka izlov na tem območju. V letu 2022 smo ujeli 3320 osebkov, v letu 2021 pa 1618.

Največja razlika med letoma 2022 in 2021 se kaže v Gramoznici 1. Leta 2022 smo ujeli 813 osebkov več kot leto prej. Ker je Gramoznica 1 povezana z Zatokom in Gramoznico 2, je rakom omogočen premik po vodi. Predvidevamo, da je večji ulov v Zatoku in Gramoznici 2, v primerjavi z letom 2021, posledica premikov rakov iz Gramoznice 1. V Zatoku in Gramoznici 2 smo tako v letu 2022 ujeli 19 in 30 osebkov več kot v letu 2021.

Uporaba dveh novih metod (postavitve umetnih pasti in grabljenje makrofitov) ter povečan napor vzorčenja v Gramoznici 1 (34 h vzorčenja v primerjavi z 8,2 h v letu 2021) so zagotovo pripomogli k večjemu ulovu v letu 2022. Gramoznica 1 je na določenih predelih zaradi mulja in goste lesne vegetacije težko prehodna, poleg tega so nekateri predeli globoki, kar nam onemogoča učinkovit izlov rakov. Obstaja verjetnost, da smo zaradi sušne sezone in uporabe novih metod ujeli del populacije, ki nam je bil prej nedostopen. V primerjavi z drugimi metodami smo z umetnimi pastmi v tej gramoznici ujeli več kot polovico ujetih osebkov. Z odstranitvijo makrofitov smo zmanjšali število skrivališč in potencialni vir hrane. Raki so bili zaradi iskanja novih skrivališč in hrane bolj aktivni, zato smo jih lažje opazili in uspešneje lovili.

Čas vzorčenja oz. napor v Gramoznici 1 je bil v letu 2022 večji kot leta 2021, zato je pričakovano, da smo ujeli večje skupno število rakov. Iz preračuna števila ujetih osebkov na uro vzorčenja je razvidno, da smo v letu 2022 ujeli 27 osebkov/uro, v letu 2021 pa 15 osebkov/uro, kar nakazuje na povečanje populacije. Glede na to, da je bil velik del ujetih osebkov večjih velikostnih razredov, sklepamo, da smo lovili osebkke, ki so se v predhodnem letu zadrževali na območjih, ki zaradi podrtih dreves v letu 2021 niso bila dostopna. Poleg tega je mogoče, da je del populacije rakov poseljeval tudi globlje predele gramoznic, iz katerih jih s sedaj uporabljenimi metodami ne odstranjujemo uspešno. Znano je, da se trnavci zadržujejo na globinah do 3 m, redkeje tudi do 5 m (Hirsch in sod., 2016). Predvidevamo, da so okoljske razmere v poletnih mesecih v letu 2022 (visoke temperature, suše, razrast makrofitov) verjetno vodile v pomanjkanje kisika na dnu globljih predelov gramoznice, kar je povzročilo premike trnavcev v plitvejše predele, kjer smo jih uspešno ujeli.

Glede na število ujetih osebkov v Gramoznici 7 v primerjavi z predhodnim letom se ulov ni dosti spremenil. V letu 2022 smo ujeli le 15 osebkov več kot leta 2021. V primerjavi s prejšnjim letom lahko sklepamo, da se populacija ni povečala. Razlogi za večji ulov so lahko podobni, kot v primeru Gramoznice 1, to so omogočen dostop do delov, ki nam v predhodnih letih niso bili dostopni, pomanjkanje kisika v globljih delih in uporaba novih metod, ki smo jih najintenzivneje izvajali prav v Gramoznicah 1 in 7. V zadnjih dveh letih smo večino napora vložili ravno v Gramoznico 7, kjer je bila gostota trnavca največja.

V Gramoznici 5 smo glede na površino gramoznice postavili največ umetnih skrivališč. Kljub temu smo v letu 2022 ujeli 65 osebkov manj kot v letu 2021. Ta podatek kaže na upad populacijske gostote v tej gramoznici. Trditev lahko dodatno podpremo tudi s primerjavo napora, ki je bil v letu 2022 za 22 % večji kot v letu 2021. V tej gramoznici razrast makrofitov ni bila tako intenzivna.

V letu 2022 smo ujeli manj osebkov kot leta 2021 tudi v Gramoznicah 4 in 8. Leta 2022 je bil pretok Drave poleti večinoma stabilen in ni prihajalo do poplavljanja območja gramoznic. Gramoznice so bile preko leta med seboj izolirane, kar je upočasnilo širjenje osebkov z območij visokih populacijskih gostot (Gramoznica 1 in 7).

V letu 2022 smo z vzorčenjem na območju gramoznic dolvodno od Gramoznice 8 v umetno skrivališče ujeli eno samico v Kanalu 2. Ob višjih vodah je Gramoznica 8 povezana z Gramoznico 7, kar pomeni, da se lahko osebkki širijo dolvodno. Velika verjetnost je, da jim habitat dolvodno od Gramoznice 8 ne ustreza, saj je za to vrsto značilno, da kljub temu, da poseljujejo zelo različne habitate, raje izbirajo tople, počasi tekoče vode z muljastim dnom (Henttonen in Huner, 1999; Puky in Schad, 2006; Holdich in sod., 2006). Poleg tega je na območju dolvodno od Gramoznice 8 podlaga bolj prodnata, kar onemogoča intenzivno razrast makrofitov, prisotnih pa je tudi večje število večjih plenilcev.

Razmerje med spoloma

Z dvigom temperatur in daljšanjem fotoperiode se aktivnost trnavca poveča. Vrhunec lovne sezone glede na število ujetih trnavcev sta v letu 2022 predstavljala avgust in september. Uspeh je verjetno predvsem posledica začetka paritvenega obdobja. Prvo parjenje smo opazili v sredini

avgusta. V paritvenem obdobju raki postanejo bolj aktivni tudi preko dneva in se prično gibati na bistveno daljše razdalje zaradi iskanja partnerjev (Burič in sod., 2009).

Razmerje med spoloma pri ujetih trnavcih v letu 2022 se je nagibalo v prid samcev, ki so prevladovali v ulovu od meseca januarja do avgusta. Samci so v letu 2022 predstavljali 54 % delež ujetih osebkov; v ta delež so vključeni tudi ponovno ujeti samci. Samice so spomladi zaradi skrbi za jajčeca in naslednjih razvojnih faz ličink manj aktivne od samcev (Gherardi in sod., 2011), zato jih v tem obdobju tudi težje ujamemo. Septembra se je delež samic v ulovu močno povečal in je predstavljal več kot polovico ujetih osebkov, čeprav smo v izračun deleža samcev vključili tudi ponovno ujete osebkove. To obdobje sovpada z obdobjem parjenja in posledično povečano aktivnostjo samic. V oktobru in novembru se je število ujetih osebkov v posameznem vzorčenju postopno zmanjševalo. Iz števila ujetih osebkov in spolnega razmerja je razvidno, da smo bili glede na opravljen napor pri odstranjevanju samic najuspešnejši v mesecu septembru.

V letu 2022 smo ujeli tudi tri osebkove, ki so imeli primarno razvite moške spolne znake, na bazi tretje hodiilke pa tudi eno žensko genitalno odprtino, kar lahko nakazuje na obstoj obojespolnikov. Obojespolniki v populacijah rakov desetoronožcev povprečno predstavljajo manj kot 1 % populacije (Yazicioglu in sod., 2017), kakor se je potrdilo tudi v našem primeru. Glede na literaturo so imeli vsi opisani obojespolniki razvita oba para ženskih in moških genitalnih odprtin, prav tako pa je bila pri morfološkem pregledu notranjih organov ugotovljena sočasna prisotnost tako testisov kot ovarijev (Yazicioglu in sod., 2014). Zanimivo je tudi odkritje 5 samic, ki smo jih ujeli v tej sezoni, in so imele poleg genitalnih odprtin na bazi tretjih hodiilk razvito še dodatno genitalno odprtino na bazi 2. ali 4. para hodiilk. V paritvenem obdobju smo opazili parjenje dveh osebkov, ki smo ju sočasno ulovili. Oba osebka sta bila na prvi pogled samca z normalno razvitimi gonopodiji, pri čemer smo pri enem opazili eno od običajno dveh ženskih genitalnih odprtin.

4.1.2 Število ponovno ujetih osebkov

Za označevanje in ponovni izpust samcev smo se odločili na podlagi raziskav (Manfrin in sod., 2019), s katerimi so ugotovili, da se zaradi izlova odraslih dominantnih samcev zmanjša intraspecifični pritisk na juvenilne osebkove, kar dolgoročno vodi v povečanje številčnosti populacije in hitrejše širjenje. Interspecifične interakcije znotraj populacije trnavca smo zagotavljali z vračanjem odraslih samcev, s čimer smo pričeli že leta 2019. Do leta 2021 smo izpuščali in označevali vse samce, katerih CLR je meril vsaj 23 mm. Z letom 2020 se je zaradi vračanja samcev spolno razmerje prevesilo v prid samcev. V letu 2022 smo se na podlagi smernic, predlaganih s strani NIB (Bedjanič in sod., 2021), odločili, da v gramoznice vračamo samce s CLR nad 35 mm. Pred izpustom smo samcem dodatno odstranili gonopodije z namenom ohranjanja intraspecifične kompeticije in plenjenja. Domneva se, da sterilni samci sodelujejo pri parjenju, niso pa sposobni uspešne oploditve. Burič in sod., (2013) ugotavljajo, da se samice trnavca lahko pariyo jeseni in spomladi, kar naj bi jim omogočalo izbor najboljšega samca, obenem pa tudi veččetovstvo, kar pomeni večjo genetsko pestrost potomcev. Če paritev pri samici ni uspešna, bo le ta poiskala novega samca oz. lahko preide na razmnoževanje z apomiktično partenogenezo; posledično bi bili vsi potomci samice. Apomiktična partenogeneza pri trnavcu zaenkrat v naravi še ni bila potrjena (Kozak in sod., 2015). Prav tako v gramoznicah še nismo opazili spomladanskega parjenja trnavca.

V letu 2022 smo označili in izpustili 555 samcev trnavca; označene samce smo ponovno ujeli 297-krat. Ponovno ujeti samci so tako predstavljali 9 % vseh ujetih trnavcev oz. 17 % vseh ujetih samcev. V prihodnje načrtujemo analizo podatkov označenih ujetih samcev.

4.1.3 Število osebkov, razmerje med spoloma in velikost ujetih osebkov med leti

Razmerje med samci in samicami, izračunano na podlagi ujetih osebkov v letu 2017, je bilo 1:0,97. Leta 2018 smo zabeležili razmerje 1:1,16, v letu 2019 pa 1:1,09. Ker smo v vzorec zajeli osebkke iz različnih gramoznic, ki smo jih ulovili v različnih delih leta, bi lahko te majhne razlike teoretično pripisali prav različni aktivnosti osebkov posameznega spola skozi sezono, ali spolni selektivnosti posamezne metode. V stabilnih populacijah je običajno razmerje med spoloma enako (1:1) (Kozak in sod., 2015). V letu 2020 se je izkazalo, da je razmerje 1:0,80 v prid samcem. Razmerje nakazuje, da se je delež samcev v populaciji pričel povečevati na račun izločanja samic in vračanja samcev. V letu 2021 je bil delež samcev v primerjavi s samicami največji do sedaj, saj je znašal 1:0,66. V letu 2022 pa smo zabeležili razmerje med samci in samicami 1:0,86, kar kaže na to, da smo bili v letu 2022 z dodatnimi metodami uspešnejši pri izlovu samic.

V letu 2017 smo prvič, sicer v manjšem obsegu, pričeli z izvajanjem aktivnosti odstranjevanja trnavca na območju gramoznic. Zastopani so bili vsi velikostni razredi, kar je kazalo na stabilno populacijo. Število ulovljenih osebkov je bilo leta 2017 manjše kot v letih 2018 in 2019, predvsem zaradi manjšega vloženega navora v izlov trnavca, verjetno pa tudi zaradi spoznavanja s terenom in iskanja najboljših metod. V letu 2018 smo ulovili v povprečju precej manjše osebkke ($\bar{x}_{CLR} = 21,36$ mm) kot v letih 2017 ($\bar{x}_{CLR} = 29,53$ mm), 2019 ($\bar{x}_{CLR} = 30,39$ mm), 2020 ($\bar{x}_{CLR} = 31,97$ mm), 2021 ($\bar{x}_{CLR} = 31,41$ mm) in 2022 ($\bar{x}_{CLR} = 33,58$). Glede na trenutno zbrane podatke ugotavljamo, da se z leti povečuje povprečna velikost ujetih osebkov.

Število ujetih juvenilnih osebkov je odvisno tudi od vpliva visokih voda, ki premeščajo substrat, od same sezone, od tega, kako mila je bila zima, kako topla je pomlad, oz. od hitrih temperaturnih sprememb, na kar lahko vpliva tudi povišan pretok. Na številčnost juvenilnih osebkov vplivamo tudi mi z odlovom samic z jajci v predelih, ki so običajno dober habitat za mlade osebkke, s čimer preprečimo njihov nadaljnji razvoj.

4.1.4 Signalni rak – druga zabeležena najdba pod jezom Markovci

Signalni rak je bil na območju gramoznic prvič odkrit leta 2021 v Gramoznici 1 (Kukolja in sod., 2022). V letu 2022 smo ponovno ujeli signalnega raka v Gramoznici 7. Oba ujeta osebkka sta bili samici, ujeti po visokih vodah zaradi praznjenja Ptujkega jezera z namenom sanacije brežin. Predvidevamo, da sta najdbi rezultat dolvodnega širjenja zaradi povečanega pretoka in poplavljanja gramoznic.

Vpliv signalnega raka na trnavca je bil raziskan v raziskavi Krzywosz (2006) na Poljskem v reki Naryjsko Strugo. Na to območje se je podobno, kot v primeru Drave pod Ptujkim jezerom signalni rak naselil sekundarno za trnavcem. Že kmalu po naselitvi signalnega raka je ta na podlagi uspešnosti ulova v vrše postal dominanten, predstavljal je od 99 – 100% ulova. Signalni rak je

tako izpodrinil ali vsaj omejil številčnost trnavca. Velja pa izpostaviti, da se trnavci slabše lovijo v vrše (Mrzelj in sod., 2020; Marguč in sod., 2021).

4.1.5 Izvajanje predvidenih vzdrževalnih del

Zavod za ribištvo Slovenije je v letu 2022 s strani pooblaščenca koncesionarja (DEM), ki upravlja z akumulacijo HE Formin (Ptujsko jezero), prejel projektno dokumentacijo za rekonstrukcijo in celovito prenovo HE Formin, v obsegu katere je načrtovana rekonstrukcija dovodnega in odvodnega kanala ter obnova jezov Markovci.

Za namen izvedbe del na območju dovodnega kanala je predvidena izpraznitev kanala z zaprtjem vtoka vode iz Ptujskega jezera – izvede se začasni jez (voda se preusmeri preko jezov Markovci v strugo reke Drave) in počasnim praznjenjem kanala preko elektrarne. Začetek del na dovodnem kanalu je načrtovan v decembru leta 2025. Izvedba del se začne s postopnim zapiranjem kanala (okvirno trajanje okoli 1,5 meseca), sledi praznjenje kanala (okoli 7 dni) ter nato sanacijska dela, ki bodo trajala približno do konca avgusta 2026. Po izvedbi sanacije se kanal ponovno začne postopoma polniti (čas polnjenja je okoli 1 mesec). Dela na območju kanala naj bi bila zaključena do začetka oktobra 2026.

V času praznjenja kanala HE Formin bo ves pretok preusmerjen v strugo reke Drave pod jezom Markovci, kar naj bi trajalo okoli 8 do 9 mesecev. V tem času bodo gramoznice, ki jih naseljuje rak trnavec, poplavljeni in povezane, kar bo imelo neposredne vplive na razširjanje rakov in na izvajanje izlova trnavca iz gramoznic v okviru akcije C.1.4. Dolgotrajnega poplavljanja gramoznic lahko vodi v širjenje trnavca izven območja gramoznic.

4.1.6 Ozaveščanje in predstavitev projekta

V letu 2022 smo se udeležili triindvajsetega mednarodnega astakološkega simpozija (International Association of Astacology), ki je potekal konec junija. Na simpoziju smo predstavili izvajanje akcije odstranjevanja trnavca na območju gramoznic ob Dravi, različnim strokovnjakom s tega področja. Po predstavitvi smo pridobili njihova mnenja, literaturo in koristne nasvete za izvajanje aktivnosti v prihodnje.

Skupaj z projektnim partnerjem Štirno poteka montaža informacijskega filmčka o izlovu trnavca na gramoznicah z naslovom: »Rak trnavec v Sloveniji: še imamo čas, da preprečimo njegovo širjenje.«

Na spletni strani ZZRS imamo tudi tri povezave, ki se dotikajo dotične problematike raka trnavca:

<https://www.zzrs.si/page/life-ip/>

<https://www.zzrs.si/portfolio/life-ip/>

<https://www.zzrs.si/page/trnavec-faxonius-limosus/>



Slika 33: Predstavitev izvajanja akcije odstranjanja trnavca na območju gramoznic ob Dravi na Triindvajsetem mednarodnem astakološkem simpoziju.

Ozaveščanje širše javnosti, predvsem naključnih mimoidočih, smo izvajali tudi tekom samih vzorčenj. Okoliški sprehajalci in tudi ribiči so pogosto pokazali zanimanje za naše delo, zato smo tekom pogovora zainteresiranim predstavili tudi samo problematiko tujerodnih in invazivnih vrst.

5 SKLEPI IN ZAKLJUČKI

Glede na razgibanost terena in ekologijo trnavca menimo, da je za učinkovito odstranjevanje te vrste ključna uporaba kombinacije različnih metod, saj žal popolna, univerzalna metoda za odstranjevanje vrste ne obstaja.

V prihodnjem letu na podlagi novih ugotovitev načrtujemo izvajanje aktivnosti, ki bodo sproti prilagojene sezoni in okoljskim razmeram. Z namenom spremljanja temperaturnih razmer v gramoznicah bomo nastavili avtomatske merilce temperature. Poleg že preizkušenih metod v preteklosti se bomo poslužili tudi metode nastavitve umetnih pasti in metode mehanskega odstranjevanja makrofitov, ki sta se v letu 2022 izkazali za učinkoviti. Po potrebi bomo že obstoječe metode nadgradili in jih sproti prilagajali trenutnim razmeram, kot smo omenili že uvodoma. Pred pričetkom intenzivnega terenskega dela načrtujemo tudi usklajevalni sestanek s strokovnjaki in partnerji projekta LIFE NATURA.SI, s katerimi bomo dorekli plan za naslednje leto.

- V letu 2022 smo tako kot v predhodnih letih, izvajali ukrepe odstranjevanja populacije trnavca na edini znani lokaciji te vrste v Sloveniji. Vse samice in samce manjše od 35 mm CLR smo odstranili. Večje samce od omenjene velikosti smo označili, jim mehansko odstranili gonopodije in jih vrnili v izvorno gramoznico.
- Na območju razširjenosti smo s kombinacijo metod skupno ujeli 3320 osebkov, kar je največ do sedaj. Odstranili smo 2468 osebkov in več kot 6127 jajčec.
- Pri pregledu območja smo ugotovili, da je vrsta še vedno razširjena znotraj območja gramoznic. Dolvodno od Gramoznice 8 smo v letu 2022 ujeli eno samico v umetnem skrivališču.
- V letu 2022 smo prvič opazili osebkove z vsemi moškimi spolnimi zanki, ki so imeli dodatno razvito še žensko genitalno odprtino na bazi tretjega para hodilk – obojespolnik.
- V letu 2022 smo na območju gramoznic ponovno ujeli signalnega raka (*Pacifastacus leniusculus*), kar je druga zabeležena najdba na obravnavanem območju.
- Za najučinkovitejšo metodo izlova trnavcev glede na napor, se je izkazala metoda mehanskega odstranjevanja makrofitov, sledile so metode elektroizlova s čolnom; postavitve umetnih skrivališč in elektroizlov z brodenjem. Najpogosteje smo izvajali elektroizlov z brodenjem, zato smo posledično s to metodo odstranili več kot polovico vseh ujetih rakov.
- Največ trnavcev smo ujeli v Gramoznici 7, katere ulov predstavljal 65% vseh ujetih osebkov. Sledili sta ji Gramoznica 1 z 28% in Gramoznica 5 z 4%. V preostalih gramoznicah je ulov skupno predstavljal le 3% trnavcev.
- V sezoni 2020 in 2021 se je nakazoval trend povečevanja deleža samcev v populaciji. Predvidevamo, da smo bili v sezoni 2022 zaradi uporabe dveh novih metod uspešnejši pri

lovu samic, kar se je pokazalo tudi pri razmerju med spoloma ujetih osebkov. Kljub vsemu je zaradi vračanja samcev skupno razmerje še vedno v prid samcev (1:0,86).

- V letu 2022 je bila povprečna dolžina glavoprsja z rostrumom (CLR) pri obeh spolih največja do sedaj.

6 LITERATURA

Alridge, D., 2016. Spinycheek crayfish, *Orconectes limosus*. Factsheet. Non-native Species Secretariat (NNS).

Bedjanič, M., Vrezec, A., Kapla, A., 2021. Poročilo o evidentiranju izhodiščnega stanja izbranih vrst in habitatnih tipov na IP območjih - Akcija A.1.2: Smernice in predlog ukrepov za preprečitev širjenja invazivne tujerodne vrste raka trnavca (*Orconectes limosus*) na vplivnem območju Dravinja s pritoki (SI3000306): Končno poročilo za projekt »LIFE Integrirani projekt za okrepljeno upravljanje Nature 2000 v Sloveniji«, LIFE17 IPE/SI/000011 LIFE-IP NATURA.SI. Nacionalni inštitut za biologijo, Oddelek za raziskave organizmov in ekosistemov, Ljubljana. 25 str. Naročnik: Ministrstvo za okolje in prostor, Ljubljana.

Bric B., Hamzić R. 2017. Poskusno odstranjevanje trnavca (*Orcoectes limosus*) iz gramoznic ob Dravi v letu 2017. Poročilo. Zavod za ribištvo Slovenije, Spodnje Gameljne, 2017. 21str.

Buřič, 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. Research institute of fish culture and hydrobiology. University of South Bohemia, Česke Budejovice.

Burič, M., Hulák, M., Kouba, A., Petrusek, A., Kozák, P., 2011. A successful crayfish invader is capable of facultative parthenogenesis: A novel reproductive mode in Decapod Crustaceans. PLoS ONE, 6,5.

Buřič, M., Kouba, A., Kozák P., 2013. Reproductive plasticity in freshwater invader: From long-term sperm storage to parthenogenesis. Plos ONE, 8, 10, e77597.

Crandall, K.A., De Grave, S., 2017. An updated classification of the freshwater crayfishes (Decapoda: Astacidea) of the world, with a complete species list. Journal of Crustacean Biology, 37 (5), 1–39.

Gherardi, F., Aquiloni, L., Diéguez-Urbeondo, J., Tricarico, E., 2011. Managing invasive crayfish: is there a hope? Aquatic Sciences, 73:185-200.

Govedič, M., Vrezec, A., Jaklič, M., Lešnik, A., Grobelnik, V., Šalamun, A., Amrožič, Š., Kapla, A., 2015. Vzpostavitev in izvajanje monitoringa koščaka (*Austropotamobius torrentium*) in koščenca (*Austropotamobius pallipes*) v letih 2014 in 2015. Končno poročilo. Miklavž na Dravskem polju, Center za kartografijo favne in flore.

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.

Henttonen, P., Huner, J.V., 1999. The introduction of alien species of crayfish in Europe: A historical introduction, Pp. 13-22. In: Gherardi, F., Holdich, D.M., (eds.) Crayfish in Europe as alien species. How to make the best of a bad situation? Crustacean Issues 11, A.A. Balkema, Rotterdam.

Hirsch, P., Burkhardt-Holm, P., Töpfer, I., Fischer, P., 2015. Movement patterns and shelter choice of spiny-cheek crayfish (*Orconectes limosus*) in a large lake's littoral zone. *Aquatic Invasions*, 11: 55-65.

Holdich, D., Black, J., 2007. The spiny-cheek crayfish, *Orconectes limosus* (Rafinesque, 1817) [Crustacea: Decapoda: Cambaridae], digs into the UK. *Aquatic Invasions* 2: 1–16.

Holdich, D., Haffner, P., Noël, P., 2006. Species files. In: Atlas of Crayfish in Europe, [ed. by Souty-Grosset, C., Holdich, D., Noël, P., Reynolds, J., Haffner, P. Paris, France: Museum national d'Histoire naturelle. 50-129.

Kozák, P., Buřič, M., Polica, T., Homáčková, J., Lepičová, A., 2007. The effect of inter- and intra-specific competition on survival and growth rate of native juvenile noble crayfish *Astacus astacus* and alien spiny-cheek crayfish *Orconectes limosus*. *Hydrobiologia*, 590: 85-94.

Kozak, P., Duriš, Z., Petrušek, A., Burič, M., Horka, I., Kouba, A., Kozubikova-Balcarova, E., Policar, T., 2015. Crayfish Biology and Culture. Faculty of Fisheries and Protection of Water. University of South Bohemia, České Budejovice.

Kukulja, V., Marguč, D., Mrzelj L. 2021. Izlavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) iz gramoznic ob reki Dravi pod jezom Markovci, Slovenija. Letno poročilo. Akcija C.1.4, Life IP Life 17 IPE/SI/000011, Zavod za ribištvo Slovenije.

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

Krzywosz, T., 2006. Co-occurrence of the signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus* (Dana)) and the spiny-cheek crayfish (*Orconectes limosus* (Raf.)) in a foothill-like river (Northern Poland). Department of Lake Fisheries, The Stanislaw Sakowicz Inland Fisheries Institute in Olsztyn, Poland.

Manfrin, C., Souty-Grosset, C., Anastácio, P., Reynolds, J., Giulianini, P., 2019. Detection and Control of Invasive Freshwater Crayfish: From Traditional to Innovative Methods. *Diversity Journal*, 11, 5.

Marguč, D., Mrzelj, L., Kukulja, V., Sanda, Ž., 2021. Izlavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* na področju stare struge reke Drave pod jezom Markovci, Slovenija. Drugo letno poročilo. Akcija A.1.2, Life IP Life 17 IPE/SI/000011, Zavod za ribištvo Slovenije.

Mrzelj, L., Kukulja, V., Marguč, D., 2020. Izlavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* na področju stare struge reke Drave pod jezom Markovci, Slovenija. Prvo letno poročilo. Akcija A.1.2, Life IP Life 17 IPE/SI/000011, Zavod za ribištvo Slovenije.

Peay, S., Dunn, A., Kunin, W., McKimm, R., Harrod, C., 2014. A method test of the use of electric shock treatment to control invasive signal crayfish in streams. *Aquatic conservation* 25, str. 874-880.

Puky, M., Schád, P., 2006. *Orconectes limosus* colonises new areas fast along the Danube in Hungary. *Bulletin Francais de la Pêche et de la protection des Pisciculture*; 380–381: 919–926.

Sint, D., J. Dalla Via, and L. Füreder. "Morphological variations in *Astacus astacus* L. and *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet) populations." *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 376-377 (2005): 637-652.

Śmietana, N., Panicza, R., Sobczaka, M., Nędzarekb, A., Śmietanac, P., 2020. Variability of elements and nutritional value of spiny-cheek crayfish (*Faxonius limosus*, Rafinesque, 1817): Variability of elements and nutritional value of *F. limosus*. *Journal of Food Composition and Analysis* 94.

Tricarico, E., 2019. *Faxonius limosus* (Spiny-cheek crayfish). CABI Invasive Species Compendium. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/72033>

Tricarico, E. (2022) '*Faxonius limosus* (Spiny-cheek crayfish)', CABI Compendium. CABI International. doi: 10.1079/cabicompendium.72033.

Vojkovská, R., Horká, I., Ďuriš, Z., 2014. The diet of the spiny-cheek crayfish in the Czech Republic. *Central European Journal of Biology*, 9, 1: 58-69.

Yazicioglu B., Reynolds, J., Kozák, P. Different aspects of reproduction strategies in crayfish: A review, *Knowl. Manag. Aquat. Ecosyst.* (417) 33 (2016) DOI: 10.1051/kmae/2016020

Yazicioglu, B., Linhartova, Z., Niksirat, H., & Kozak, P. (2014). First report of intersex in the signal crayfish *Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852), *Crustaceana*, 87(13), 1559-1566. doi: <https://doi.org/10.1163/15685403-00003370>

Zhang Guan, R., 1997. An Improved Method for Marking Crayfish. The Clore Laboratory for Life Sciences, The University of Buckingham, Buckingham, United Kingdom.