



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR



Zavod za
ribištvo
Slovenije

LIFE-IP NATURA.SI - LIFE17 IPE/SI/000011, www.natura2000.si, www.zzrs.si

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

Akcija A.1.2

Avtorji / Authors: Diana Marguč, Luka Mrzelj, Vit Kukulja, Žiga Sanda

Soavtorji / Co-authors: Rok Hamzić

Spodnje Gameljne, 12. 2. 2021

LIFE integrirani projekt za okrepljeno upravljanje Nature 2000 v Sloveniji (LIFE17 IPE/SI/000011) sofinancirajo Evropska unija preko programa LIFE, Ministrstvo za okolje in prostor ter partnerji.

Vsebine ne odražajo nujno mnenja Evropske unije, Ministrstva za okolje in prostor ali partnerjev.



Iztlavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) iz gramoznic ob reki Dravi pod jezom Markovci, Slovenija. Drugo letno poročilo 2020. Life IP Life 17 IPE/SI/000011.



LIFE 17 IPE/SI/000011

Izvajalec: 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)
Vit Kukulja, mag. biol. in ekol. z naravovar.
Žiga Sanda, mag. ekol. biod.

Kartografija: Rok Hamzić, univ. dipl. inž. grad.

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 Zabric, univ. dipl. biol.
Danilo Puklavec, univ. dipl. biol.
Ana Celestina, univ. dipl. biol.
Rok Hamzić, univ. dipl. inž. grad.
Sani Župec, dipl. ekol. z naravov. (UN)
Marko Pšajd, študent ekol. z naravov. (UN)
Saša Kolarič
Luka Ložar
David Sotenšek
Luka Modic
Aljaž Tonkli

Številka: 410-3/2019/20
Datum: 12 . 2. 2021

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



Kazalo vsebine

ABSTRACT	VIII
1 UVOD.....	1
1.1 Cilj in namen naloge.....	2
2 TRNAVEC <i>Faxonius limosus</i> R.	3
2.1 Sistematika, biologija in ekologija vrste	3
3 STRUGA REKE DRAVE	6
4 MATERIALI, METODE IN OPIS OBMOČJA ERADIKACIJE TRNAVCA.....	9
4.1 Opis območja eradikacije	9
4.2 Metode	12
4.2.1 Elektroizlov z nahrbtnim agregatom	13
4.2.2 Elektroizlov s čolna	14
4.2.3 Vzorčenje z vršami.....	15
4.2.4 Lov z roko	16
4.2.5 Praznjenje gramoznice 5.....	17
4.2.6 Fizikalno - kemijske lastnosti vode v gramoznicah	18
4.2.7 Biometrija in označevanje osebkov	19
4.2.8 Obdelava podatkov	20
5 REZULTATI.....	21
5.1 Primerjava metod	21
5.2 Analiza populacijskih parametrov trnavca.....	24
5.2.1 Število ujetih osebkov in razmerje med spoloma	24
5.3 Velikost ujetih osebkov med letoma 2017 in 2020	29
5.4 Število ponovno ujetih osebkov po gramoznicah	30
5.5 Število ujetih osebkov in razmerje med spoloma	31
5.5.1 Gramoznica 1	31
5.5.2 Gramoznica 5.....	32
5.5.3 Gramoznica 7	35
5.5.4 Ostale gramoznice	36
6 DISKUSIJA.....	38



6.1	Primerjava metod	38
6.1.1	Metoda nastavljanja vrš.....	38
6.1.2	Lov z roko	39
6.1.3	Elektroizlov.....	39
6.1.4	Praznjenje Gramoznice 5	40
6.1.5	Primerjava učinkovitosti metod	41
6.1.6	Načrtovanje uporabe metod v naslednjem letu.....	42
6.1.7	Uspeh odstranjevanja trnavcev tekom sezone	43
6.1.8	Razmerje med spoloma	44
6.1.9	Velikost ujetih osebkov.....	45
6.1.10	Število ponovno ujetih osebkov	46
6.1.11	Ozaveščanje	47
7	SKLEPI IN ZAKLJUČKI	49
8	ZAHVALA.....	51
9	LITERATURA.....	52



Kazalo slik

Slika 1: Hrbtina stran trnavca z lepo vidnimi rdečimi progami in olivno barvo telesa.....	3
Slika 2: Razširjenost raka trnavca v Sloveniji.....	4
Slika 3: Pretoki reke Drave na merilni postaji jez Markovci, Ptujsko jezero.	6
Slika 4: Primer izruvanih in podrtih dreves v Gramoznici 1.	7
Slika 5: Polomljena drevesa ob Gramoznici 1.....	7
Slika 6: Poplavljenе gramoznice.....	8
Slika 7: Vzorčenje v Gramoznici 4 pri normalnem vodostaju.....	8
Slika 8: Gramoznica 4 pri delno povišanem vodostaju.....	8
Slika 9: Prostorska umestitev vseh obravnavanih vodnih teles.	10
Slika 10: Poplavljenа pot iz smeri vzhoda (Bukovci) proti gramoznici 5.	12
Slika 11: Primer dnevnega elektroizlova v Kanalu 2	13
Slika 12: Čoln z vso potrebno opremo za izvajanje elektroizlova s čolna.	14
Slika 13: Izvajanje elektroizlova s čolna na Gramoznici 7 (Foto: Diana Marguč).....	15
Slika 14: Primer ulova dveh osebkov trnavca.	16
Slika 15: Primer nabiranja ali lova z roko v Gramoznici 7.	17
Slika 16: Praznjenje Gramoznice 5 – posnetek z dronom.....	18
Slika 17: Določanje spola pri trnavcu.....	19
Slika 18: Označen osebek trnavca.	19
Slika 19: Dolžinsko frekvenčni histogrami mesečnega ulova trnavca na območju gramoznic	23
Slika 20: Število ujetih osebkov trnavca ter razmerje med spoloma na celotnem območju.	24
Slika 21: Prikaz števila samcev in samic trnavca ujetih v letu 2020 v gramoznicah.	24
Slika 22: Število ujetih osebkov v posamezni gramoznici v letu 2020.	25
Slika 23: Prikaz primerjave deleža ujetih osebkov v dnevnem in nočnem z agregatom.	26
Slika 24: Razmerje med spolom ujetih osebkov trnavcev po posameznih gramoznicah.	26
Slika 25: Dolžinsko frekvenčni histogram števila ujetih osebkov, ločenih po spolu.....	28
Slika 26: Dolžinsko frekvenčni histogram dolžine glavoprsja z rostrumom (CLR).	29
Slika 27: Dolžinsko frekvenčni histogram dolžine glavoprsja z rostrumom (CLR)	30
Slika 28: Mesečni prikaz števila ujetih osebkov trnavca v Gramoznici 1	31
Slika 29: Spolna struktura ujetih osebkov trnavca v različnih mesecih v Gramoznici 1.	32



Iztlavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) iz gramoznic ob reki Dravi pod jezom Markovci, Slovenija. Drugo letno poročilo 2020. Life IP Life 17 IPE/SI/000011.

Slika 30: <i>Corbicula fluminea</i> najdena v Gramoznici 5.	33
Slika 31: <i>Coregonus</i> sp. ujeta med praznjenjem Gramoznice 5.	33
Slika 32: <i>Dreissena polymorpha</i> na odvrženem kolesu v Gramoznici 5.	33
Slika 33: Mesečni prikaz števila ujetih osebkov trnavca v Gramoznici 5.	34
Slika 34: Spolna struktura ujetih osebkov trnavca od maja do novembra v Gramoznici 5.	34
Slika 35: Mesečni prikaz števila ujetih osebkov trnavca v Gramoznici 7.	35
Slika 36: Spolna struktura ujetih osebkov trnavca po mesecih v Gramoznici 7.	36



Kazalo preglednic

Preglednica 1: Poimenovanje vodnih teles na območju izavljanja trnavca..	11
Preglednica 2: Pregled števila postavljenih vrš po gramoznicah in mesecih v letu 2020.....	16
Preglednica 3: Primerjava metod glede na uspešnost in učinkovitost ulova.....	22
Preglednica 4: Prikaz povprečnih vrednosti dolžine glavoprsja za ujete osebke trnavca.....	29
Preglednica 5: Število označenih in ponovno ujetih osebkov trnavca v gramoznicah 2020.....	30



ABSTRACT

Within the Life IP project (Life 17 IPE/SI/000011) actions the Fisheries Research Institute of Slovenia is implementing eradication of the invasive spiny-cheek crayfish population in the gravel pits near Drava River. The objective is to protect the Natura 2000 native qualifying species Stone crayfish (*Austropotamobius torrentium*) in Dravinja River. Control measures consist of electrofishing, crayfish trapping, manual capturing of specimens (turning stones, inspecting burrows) and setting artificial hiding places. In 2020 we tried two additional techniques: draining one of the gravel pits and electrofishing by boat. Both techs were successful, electrofishing by boat was especially effective. Fieldwork was performed from February to November, both during daytime and during night-time. In 2020 the night-sampling were performed to a lesser extent due to Covid-19 pandemic. Every collected specimen was sexed, weighed and measured. All females and juvenile males were humanely killed, sexually mature males were marked and released. In 2020, we captured a total of 2072 specimens, which is 281 less than in 2019. During spring 27 females with total number of 2728 eggs attached to the pleon were caught. Of the entire captured specimens (excluding eggs), 920 were females and 1152 were males. The ratio between males and females was 1:0,8, respectively, which shows the decrease of females in the population in comparison with the previous year.



1 UVOD

Leta 2015 je bil v gramoznicah ob Dravi odkrit severnoameriški sladkovodni rak trnavec (*Faxonius limosus*). Najdena je bila številčna populacija z osebki različnih velikostnih razredov (Govedič in sod., 2015). Izvorna populacija in način vnosa še danes ostajata neznanka. Glede na dejstvo, da se lokacija najdbe trnavca v Sloveniji nahaja 300 km gorvodno od znanega območja razširjenosti na Hrvaškem v narodnem parku Kopački rit (Maguire in sod., 2003), 250 km dolvodno od območja razširjenosti v Avstriji v Belem jezeru (Weinländer in sod., 2019) in 107 km zračne razdalje od območja razširjenosti v Blatnem jezeru na Madžarskem (Sepros in sod., 2018), Govedič (2017) sklepa, da gre za namerno naselitev. Do danes so gramoznice ob Dravi edina lokacija najdbe trnavca v Sloveniji.

Evropska komisija je 13. julija 2016 sprejela Izvedbeno uredbo Komisije (EU) 2016/1141 o sprejetju seznama invazivnih tujerodnih vrst, ki zadevajo Evropsko Unijo. Izvedbena uredba je stopila v veljavo 3. avgusta 2016. Drugič je bil seznam vrst razširjen in spremenjen 25. julija 2019 z Izvedbeno uredbo Komisije (EU) 2019/1262 o spremembi Izvedbene uredbe (EU) 2016/1141 z namenom posodobitve seznama invazivnih tujerodnih vrst, ki zadevajo Unijo, z veljavnostjo od 15. avgusta 2019 dalje. Za vse vrste, ki so na seznamu Unije, veljajo najstrožji ukrepi za preprečitev širjenja. Vse te vrste je prepovedano vnašati v Unijo, razmnoževati, gojiti, prevažati, kupovati, prodajati, uporabljati, izmenjevati, posedovati ali jih izpustiti v okolje (Kus Venvlieet in Venvlieet, 2016).

Uredba je namenjena blaženju posledic vpliva tujerodnih vrst, ki povzročajo škodo biotski raznovrstnosti. Gre za tiste vrste, s katerimi je bilo s podrobnimi presojami tveganja ugotovljeno, da imajo izrazito negativne vplive in je zanje smiselno uvesti najstrožje ukrepe na ravni Evropske unije (Thuja, spletna stran, <http://www.tujerodne-vrste.info>).

Trnavec je kot invazivna tujerodna vrsta uvrščen na seznam Uredbe Komisije (EU) 2016/1141. Naturalizirane populacije te vrste zaradi medvrstne kompeticije ter prenašanja različnih sevov povzročitelja bolezni, t.i. račje kuge, resno ogrožajo populacije domorodnih vrst rakov. Gramoznice, ki jih naseljuje trnavec, se nahajajo v bližini izlivnega dela Dravinje. V porečju Dravinje je prisotna tudi domorodna varstveno kvalifikacijska vrsta raka koščaka (*Austropotamobius torrentium*). Potencialna razširitev trnavca v Dravinjo predstavlja veliko grožnjo koščaku, zato je ključnega pomena čim hitrejše ukrepanje z intenzivnim odstranjevanjem osebkov za preprečevanje razširjanja trnavca na območje rek Drave in Dravinje. Ker gre po do sedaj znanih podatkih zaenkrat še za ozko lokalizirano populacijo, ob hitrem ukrepanju najverjetneje še obstaja možnost preprečevanja širjenja, zato je Zavod za ribištvo Slovenije (v nadaljevanju ZZRS) v letu 2017 pričel z izvajanjem ukrepov na območju razširjenosti.



Izavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) iz gramoznic ob reki Dravi pod jezom Markovci, Slovenija. Drugo letno poročilo 2020. Life IP Life 17 IPE/SI/000011.



1.1 Cilj in namen naloge

Cilj akcije A.1.2 je zmanjšanje populacijske gostote z intenzivnim odstranjevanjem osebkov trnavca, ter s tem omejevanje aktivnega razširjanja invazivne tujerodne vrste (trnavec) na Natura 2000 območje Dravinja s pritoki (SI3000306), kjer je kvalifikacijska vrsta navadni koščak (*Austropotamobius torrentium*). Akcija se izvaja z intenzivnim terenskim delom, ki zahteva uporabo kombinacije različnih metod, kot so izlovi z vršami, izlovi z elektroagregati, ročno pobiranje osebkov, elektroribolov s čolna in praznjenje vode iz gramoznice. Terensko delo se izvaja od februarja do novembra. Intenzivno izavljanje pa poteka v obdobju večje aktivnosti vrste, in sicer od aprila do novembra v odvisnosti od vremenskih razmer.

2 TRNAVEC *Faxonius limosus* R.

2.1 Sistematika, biologija in ekologija vrste

Rak trnavec, znanstveno poimenovan *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817), do nedavnega tudi *Orconectes limosus*, je manjši rak, ki zraste do 12 cm (Crandall in sod., 2017). Telo trnavca je svetlo do temno rjavo ali olivno zeleno obarvano. Spolno zrelost lahko hitro rastoči posamezniki dosežejo že v prvem letu. Paritveno obdobje navadno nastopi jeseni in lahko traja vse do konca pomladi (Burič in sod., 2013; Holdich in Black, 2007). Povprečna življenjska doba je dve leti, doživijo pa lahko tudi 4 leta (Alridge, 2016). Samice imajo v specifičnih razmerah sposobnost fakultativne apomiktične partenogeneze (Buřič in sod., 2013). To pomeni, da ima v primeru, ko ni prisotnih samcev ali se le ti niso sposobni pariti, samica še vedno potomce. Pri tem tipu razmnoževanja samica proizvede manjše število jajčec, umrljivost izleženih osebkov je večja, vsi potomci pa so njeni kloni – t. j. samice (Burič in sod., 2011).

Trnavec naseljuje nižinske reke, potoke, kanale, tudi ribnike in jezera, najdemo ga celo v brakičnih vodah (Kus Venvlieet, 2013). Odrasli osebki prenašajo nizke temperature, sušne razmere in onesnaženja. V račinah, izkopanih v brežine, lahko odrasli osebki v dormantnem stanju preživijo tudi daljša sušna obdobja (Alridge, 2016). Trnavec je vsejed, v večji meri odrasli osebki uživajo rastlinsko hrano, kot so makrofiti, korenine in filamentozne alge (Tricarico, 2019). Velik del prehrane trnavca predstavlja detrit, manjši delež pa hrana živalskega izvora (bentoški nevretenčarji, ribje ikre, mehkužci, zooplankton). Juvenilni osebki, ki v prvem letu intenzivno rastejo, zaužijejo večji delež živalske hrane (Vojkoviřká in sod., 2014).



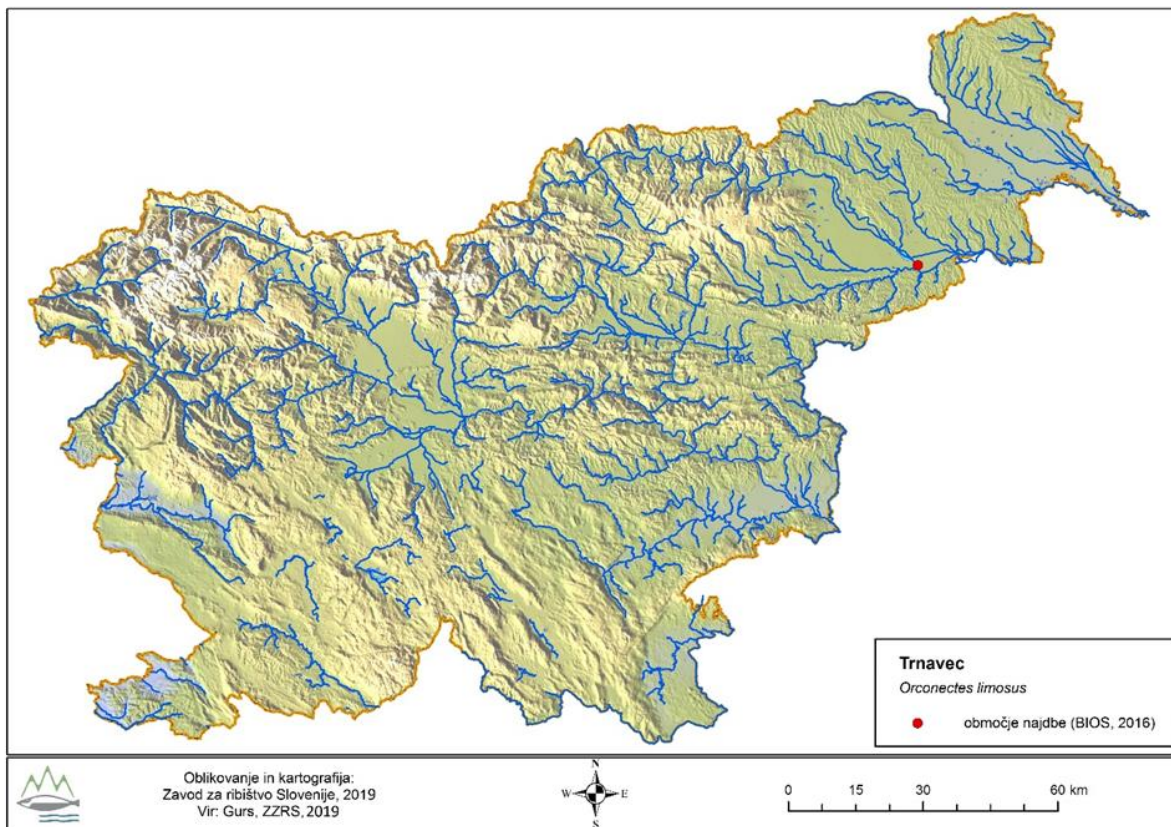
Slika 1: Hrbtna stran trnavca z lepo vidnimi rdečimi progami in olivno barvo telesa. Na osebku je vidna poškodba.

Vrsta izhaja iz SV dela Severne Amerike. Načrtno je bil vnesen v Evropo leta 1890, in sicer na Poljsko, kamor so naselili 90 osebkov (Filipova in sod., 2011) z namenom nadomestitve izgub domorodnih jelševcev (*Astacus astacus*), ki so podlegli račji kugi *Aphanomyces astaci* (Holdich in

Izavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) iz gramoznic ob reki Dravi pod jezom Markovci, Slovenija. Drugo letno poročilo 2020. Life IP Life 17 IPE/SI/000011.

Black, 2007). Od tam se je trnavec namerno ali nenamerno širil po celotni Evropi, do danes je potrjen že v 24 evropskih državah (IUCN, 2020).

V Evropi je trnavec invaziven zaradi dobre prilagodljivosti na različne okoljske razmere (fizikalno-kemijski parametri, podnebje, habitat...). Zaradi široke ekološke valence nima težav pri izbiri habitatov; vrsta je generalist. Trnavec je izrazit »r strateg« z visokim reproduktivnim potencialom in hitro rastjo. Sposobnost apomiktične partenogeneze samic še dodatno pripomore k večji invazivnosti (Kozak in sod., 2015). Vrsta je prehranski oportunist, zato običajno nima težav pri iskanju virov hrane. Zaradi lastnosti, kot so visok reprodukcijski potencial, generalizem, dobra prilagodljivost in s tem povezana kompeticija z drugimi vrstami in nenazadnje prenašanje 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). Prav tako vpliva tudi na spremembo hidromorfologije, kar lahko vodi v poškodbe infrastrukture. Negativen vpliv lahko ima tudi na ribogojstvo in ribištvo (Hirsch in sod., 2015). Za prehrano človeka trnavec ni zanimiva vrsta. Vnos trnavca izven območja naravne razširjenosti je lahko posledica naključnega ali namernega in nezakonitega mednarodnega vnosa. Nadzor in preprečevanje širjenja vrste sta zahtevna in predstavljata velik finančni zalogaj (Mrzelj in sod., 2020).



Slika 2: Razširjenost raka trnavca v Sloveniji.



Iztlavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) iz gramoznic ob reki Dravi pod jezom Markovci, Slovenija. Drugo letno poročilo 2020. Life IP Life 17 IPE/SI/000011.

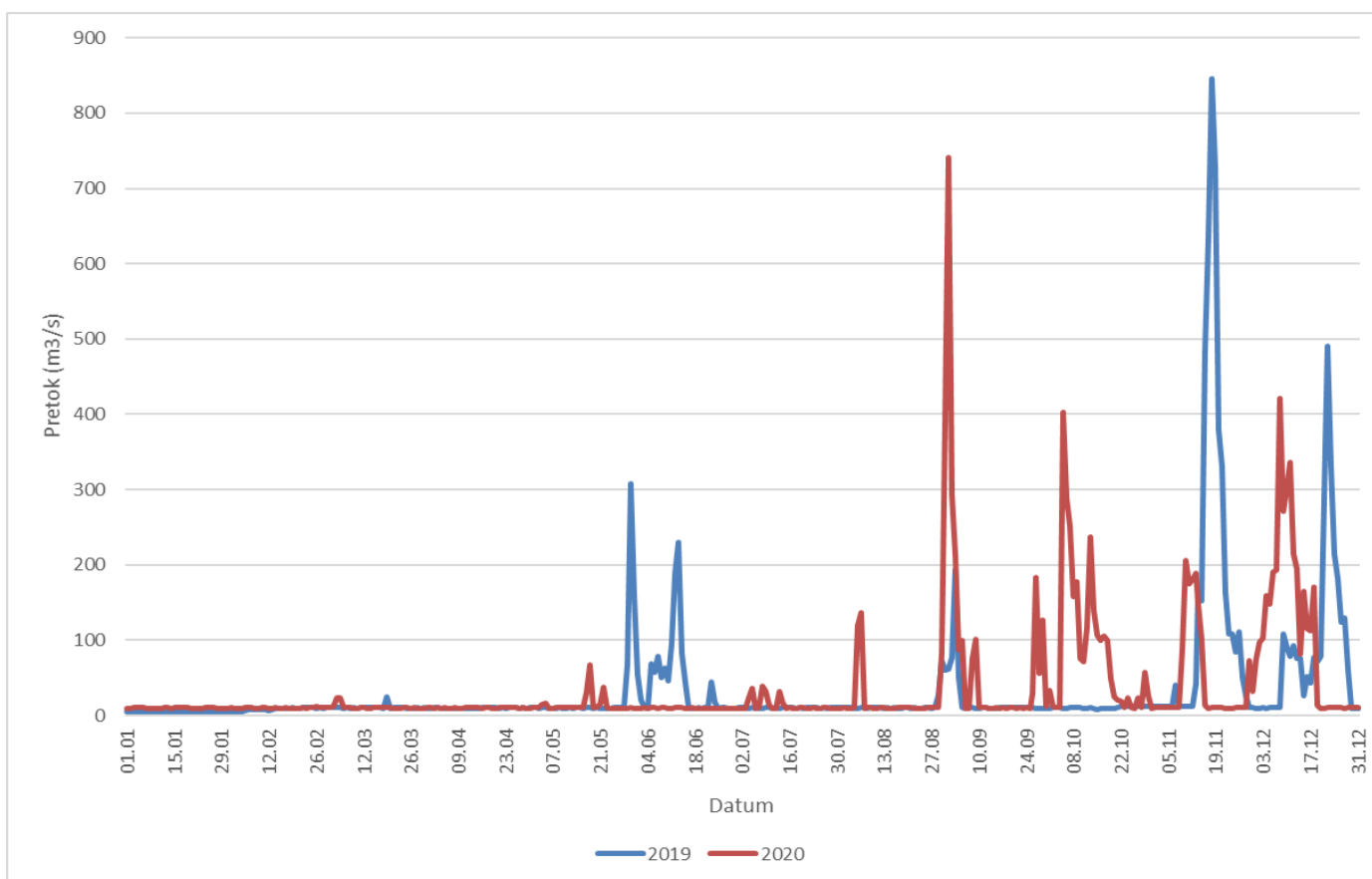
Kot smo že omenili v uvodu, je bil trnavec v Sloveniji prvič opažen v gramoznicah ob reki Dravi leta 2015. Najdena je bila številčna populacija različnih velikostnih razredov (Govedič in sod., 2015). Do danes je to edina znana lokacija trnavca v Sloveniji. Leta 2017 je ZZRS pričel z ukrepi za preprečevanje širjenja in obvladovanje populacije na tem območju, ta aktivnost sedaj že 2 leto poteka v okviru LIFE integriranega projekta (LIFE17 IPE/SI/000011). 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 smrtno nevarna, zato trnavec kot prenašalec predstavlja veliko grožnjo domorodnim potočnim rakom.



3 STRUGA REKE DRAVE

Reka Drava je v Avstriji in Sloveniji energetska močno izkoriščena. Do danes je na reki Dravi zgrajenih 22 elektrarn. Spodnji tok reke je močno preoblikovan s protipoplavnimi nasipi in drugimi ureditvami struge (Rošker, 2012). V porečju Drave v Sloveniji se nahajata dve avtohtoni vrsti rakov: **navadni koščak** (*Austropotamobius torrentium*) in **jelšavec** (*Astacus astacus*) ter dve invazivni tujerodni vrsti rakov: **signalni rak** (*Pacifactus leniusculus*) in **trnavec**.

Z zajezitvijo reke Drave z jezom v Markovcih (Elektrarna Formin) je nastalo največje slovensko umetno jezero - Ptujsko jezero, dolžine 7 km in površine 346 ha (Dravske Elektrarne Maribor, 2019), v katerem smo že zasledili signalnega raka.



Slika 3: Pretoki reke Drave na merilni postaji jez Markovci, Ptujsko jezero med 1. 1. in 31. 12. v letih 2019 in 2020. Modro obarvana krivulja predstavlja pretok reke Drave na merilni postaji Markovci v letu 2019, rdeča krivulja pa v letu 2020. Vir: Dravske Elektrarne Maribor, 12. 1. 2021.

Jez v Markovcih ima prepustno sposobnost 4200 m³/s. Na desnem delu jezusa obratuje mala hidroelektrarna, s čimer se izkorišča tudi biološki minimum, ki se spušča dolvodno v strugo reke Drave (Rošker, 2012). Zavezujoč minimalni pretok reke Drave pod jezom Markovci znaša 10 m³/s poleti in 5 m³/s pozimi (Dravske Elektrarne Maribor, 2020). Najnižja vrednost pretoka v letu 2020



Iztlavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) iz gramoznic ob reki Dravi pod jezom Markovci, Slovenija. Drugo letno poročilo 2020. Life IP Life 17 IPE/SI/000011.

je bila zabeležena 9 m³/s dne 14. 1. 2020, najvišja 741 m³/s dne 31. 8. 2020 (Dravske Elektrarne Maribor, 12. 1. 2021).



Slika 4: Primer izruvanih in podrtih dreves v Gramoznici 1 - stanje dne 28. 10. 2020.

V letu 2020 je bil jeseni, v času glavne terenske sezone, povečan pretok pod jezom Markovci, kar je vodilo v prilagojen in zmanjšan obseg prvotno načrtovanega terenskega dela. Pri pretokih nad 50 m³/s je izvedba terenskega dela nemogoča, saj je zaradi povišanega vodostaja onemogočen dostop do gramoznic, zaradi dviga vodne gladine, slabe vidljivosti in vodnega toka pa je v takih razmerah izvajanje ukrepov neučinkovito, hkrati pa je delo v takih razmerah nevarno za vzorčevalce.



Slika 5: Polomljena drevesa ob Gramoznici 1.

Predvsem v drugi polovici leta 2020 je pretok večkrat presegal 200 m³/s. V tem času je gladina vode v gramoznicah in Dravi močno narasla, območje gramoznic je postalo poplavljen in povezano z reko Dravo. Takih dogodkov je bilo v letu 2020 nekoliko več kot v letu 2019. Zaradi povišanih pretokov, je verjetno, v kombinaciji z vetrom, prišlo do podrtja in lomljenja dreves ter



Izlavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) iz gramoznic ob reki Dravi pod jezom Markovci, Slovenija. Drugo letno poročilo 2020. Life IP Life 17 IPE/SI/000011.

grmov, ki so na tem območju rastle že desetletja. Vso podrto drevje in polomljene veje predstavljajo tudi dolgoročni problem, saj terenski ekipi močno ovira dostop in izvajanje že utečenih metod dela.



Slika 6: Poplavljenе gramoznice – pogled od Gramoznice 4 proti Gramoznici 1 (slika levo) in Gramoznica 4 (slika desno).



Slika 7: Vzorčenje v Gramoznici 4 pri normalnem vodostaju.



Slika 8: Gramoznica 4 pri normalnem vodostaju so trstičje in piloti na kopnem.



4 MATERIALI, METODE IN OPIS OBMOČJA ERADIKACIJE TRNAVCA

4.1 Opis območja eradikacije

Obravnavane gramoznice ležijo na levem bregu reke Drave pod Ptujskim jezerom (*Slika 9*). Najbližje naselje je Nova vas pri Markovcih, večina ozemlja leži v katastrski občini Bukovci. Po pregledu starih kart lahko sklepamo, da je bila na tem območju nekoč večja razlivna površina s številnimi rokavi reke Drave. *Slika 9* prikazuje lokacije posameznih gramoznic. Večji del populacije trnavca naseljuje Zatok ter Gramoznice 1, 2, 4, 5, 6, 7 in 8. Posamezne najdbe trnavca v letu 2019 so bile potrjene še v Kanalu 1 in Kanalu 2; skupaj z Gramoznicama 9 in 10 gre za vodna telesa, ki se nahajajo dolvodno od Gramoznice 8 (Mrzelj in sod., 2020).

Gramoznica 1 je preko Zatoka povezana z reko Dravo. Del gramoznice, ki je bližje Dravi, je bolj prodnat, medtem ko je vzhodni del zamuljen in poraščen s trstjem, kar otežuje vzorčenje. Na severni strani je preko preliva ob normalnem vodostaju občasno povezana z Gramoznico 2.

Gramoznica 2 je prav tako delno prodnata, delno pa zamuljena. Ob višjih normalnih vodostajih je preko daljšega preliva na vzhodnem delu povezana z Gramoznico 4.

Preliv ob nižjem vodostaju na določenih predelih presahne, poimenovali smo ga Gramoznica 4, ki je večinoma zamuljena ter prerasla z makrofiti in trstičjem. Ob višjih vodah se Gramoznica 4 preko makadamske poti pretaka v Gramoznico 6.

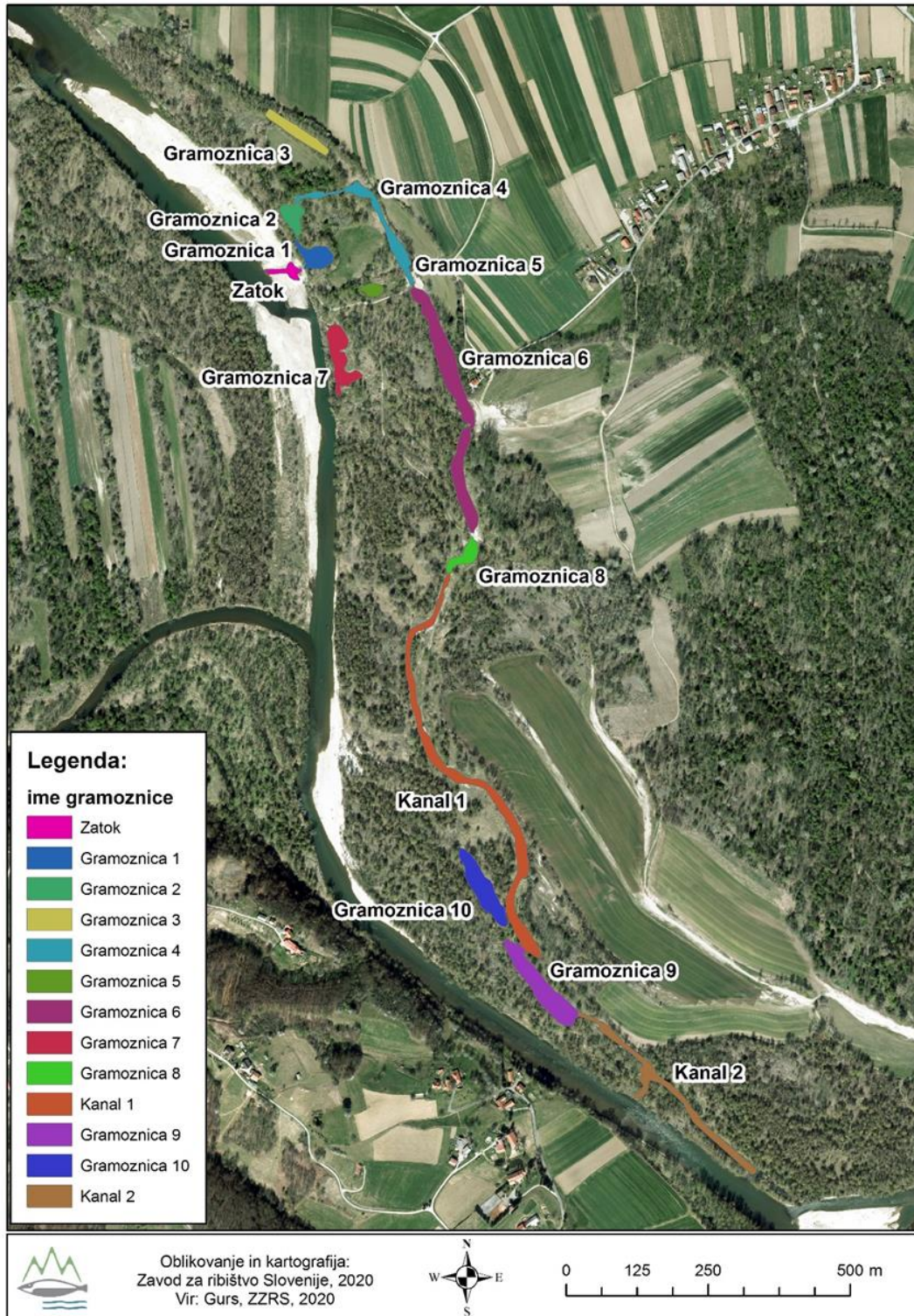
Gramoznica 6 je ozka, dolga in predeljena na dva dela. Substrat je večinoma prod, voda je hladnejša, v poletnem času je gramoznica na nekaterih mestih močno preraščena z algami.

Naprej se Gramoznica 6 preko druge makadamske poti steka v Gramoznico 8, ki se nadaljuje v Kanal 1, ki je na zahodni strani ločeno povezan z Gramoznico 10 in Gramoznico 9.

Gramoznica 10 je plitvejša in poraščena z makrofiti, medtem ko je Gramoznica 9 na sredini globoka in neprebrodjljiva. Vzorčenja potekajo le ob brežinah. Gramoznica 9 se nadaljuje v Kanal 2, ki je dolvodno povezan z Dravo. Ob normalnem vodostaju so od ostalih izolirane Gramoznica 5, ki je po površini najmanjša, Gramoznica 3 in Gramoznica 7.

Substrat v Gramoznici 5 je prodnat, določeni predeli imajo nanešene naplavine. Preraščajo jo makrofiti. Severna brežina sestoji iz skalometa z globokimi režami.

Gramoznica 3 je najbolj osenčena, zamuljena in porastla z makrofiti. Koncentracija kisika je v tej gramoznici nizka, vzorčenje pa je zaradi mehkega substrata in zaraščenosti zelo zahtevno.



Slika 9: Prostorska umestitev vseh obravnavanih vodnih teles. Vsaka barva predstavlja enoto.



Iztlavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) iz gramoznic ob reki Dravi pod jezom Markovci, Slovenija. Drugo letno poročilo 2020. Life IP Life 17 IPE/SI/000011.

Ločena, a podzemno z Dravo povezana Gramoznica 7 daje vtis, da sestoji iz treh nekdanjih ločenih, a sedaj povezanih gramoznic. Celoten vzhodni rob gramoznice je zelo razčlenjen, s majhnimi zalivčki in rti. Na območju teh zalivčkov so prisotni večji sestoji makrofitov, dno na teh območjih je mehko in muljasto. Na območju rtov je dno plitvo, plitvina pa se nadaljuje do zahodnega brega. Te plitvine sedemico razdelijo na tri večja, globlja območja. Na prehodu iz globine v plitvine je dno preraslo z makrofiti, v večji meri pa je sestavljeno iz proda in večjega števila kamnov in skal.

V nadaljevanju so v *Preglednica 1* navedena poimenovanja posameznih vodnih teles, njihova površina, obseg in koordinate centroida vodnega telesa.

Preglednica 1: Poimenovanje vodnih teles na območju iztlavljanja trnavca. Prikazane so površine, obseg in koordinate centroidov posameznega vodnega telesa.

IME VODNEGA TELESA	POVRŠINA [m ²]	OBSEG [m]	GKY	GKX
Zatok	821,8	170	573049	137224
Gramoznica 1	1963,8	209	573099	137251
Gramoznica 2	1528,1	178	573059	137320
Gramoznica 3	2259,1	284	573067	137469
Gramoznica 4	3741,8	674	573222	137307
Gramoznica 5	721,3	117	573199	137192
Gramoznica 6	10179,5	975	573353	136996
Gramoznica 7	3286,1	353	573143	137072
Gramoznica 8	1397,4	191	573362	136724
Kanal 1	10875,7	1647	573393	136320
Gramoznica 9	5517,8	428	573497	135965
Gramoznica 10	4068,1	342	573393	136139
Kanal 2	5231,1	997	573726	135784

Iztlavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) iz gramoznic ob reki Dravi pod jezom Markovci, Slovenija. Drugo letno poročilo 2020. Life IP Life 17 IPE/SI/000011.

4.2 Metode

Izlov trnavca smo leta 2020 na območju njegove ugotovljene in potencialne razširjenosti izvajali med februarjem in novembrom. Pogostost izlovov je bila odvisna od vremenskih razmer, vodostaja reke Drave ter aktualnih zdravstvenih razmer zaradi izbruha epidemije bolezni Covid-19.

Zaradi omejenega dostopa, kalnosti in visokega vodostaja izvajanje terenskega dela v večjem delu jesenskega časa (september, oktober, november) ni bilo mogoče ali pa je bilo zelo oteženo. V novembru je bil vodostaj v Dravi povišan zaradi praznjenja Ptujkega jezera (*Slika 10, Slika 3*).



Slika 10: Poplavljen pot iz smeri vzhoda (Bukovci) proti gramoznici 5, voda je v normalnih pogojih 2,5 m nižje.

Terensko delo smo izvajali v dnevnem in v nočnem času. V letu 2020 zaradi epidemije ni bilo izvedeno prvotno planirano število nočnih terenov, predvsem zaradi oteženega prenočevanja terenske ekipe in pridobivanja študentske pomoči. Na območju gramoznic smo izvajali vzorčenje s kombinacijo elektroizlova z nahrbtnim agregatom, lova z vršami in lova z roko. Preizkusili smo tudi dve novi metodi, in sicer praznjenje gramoznice in elektroizlov s čolna.

Na podlagi ugotovitev iz preteklega leta (2019) smo v letošnjem letu (2020) povečali napor terenskega dela v gramoznici 7, saj smo ugotovili, da je v tej gramoznici največja gostota trnavcev. Poleg intenzivnega vzorčenja gramoznic, kjer smo že lani ugotovili večje gostote, smo občasno z elektroizlovom vzorčili tudi vodna telesa dolvodno od Gramoznice 8 in neposredno bližino leve brežine Drave ob Zatoku. Vzorčenje smo opravili v spomladanskem in poletnem času, v jesenskem času pa nam je bil na tem delu, zaradi podrtih dreves dostop onemogočen.



4.2.1 Elektroizlov z nahrbtnim agregatom

Odlov rakov smo izvajali z uporabo nahrbtnih agregatov (*Slika 11*). Elektroribolov je standardna metoda za vzorčenje rib, katere elektrika omami do te mere, da jih lahko ujamemo. Na elektriko so občutljivi tudi sladkovodni raki (Peay in sod., 2014), zato je zlasti v plitvih vodnih telesih ali njihovih predelih ob ustrezni hidromorfologiji to dobra metoda za potrditev prisotnosti osebkov.

Za elektroizlov z nahrbtnim agregatom smo uporabljali bencinske agregate serije Hans Grassl ELT60II GI HONDA GXV50. Posamezno vzorčenje z elektroizlovom je predstavljal en obhod posamezne gramoznice. Zabeležili smo čas začetka in čas konca vzorčenja ter ime vzorčevalca. V primeru, da sta bila v gramoznici dva vzorčevalca z dvema elektroagregatoma, je vsak izvajal svoje vzorčenje. S tem smo zagotovili večjo primerljivost med vzorčevalci in lažjo oceno vloženega napora pri posameznem vzorčenju.

Med vzorčenjem smo uporabljali zaščitno opremo: nepremočljive ribiške škornje ter po potrebi zaščitne gumijaste rokavice, ki so nas varovale pred električnim tokom. Podnevi smo ob sončnem vremenu zaradi boljše vidljivosti uporabljali polarizacijska očala. V poletnih mesecih smo se posluževali tudi pokrival, krem, ki so nas varovale pred sončnimi opeklinami in repelentov, ki so nas obvarovali pred piki komarjev in drugih žuželk. Pri nočnem lovu smo uporabljali naglavna in ročna svetila, s pomočjo katerih smo se gibali po zahtevnem terenu in lažje opazili bežeče in omamljene rake. Delo z nahrbtnim elektroagregatom je fizično zelo zahtevno in nevarno, zato smo vzorčenja izvajali v paru. Ena oseba je vzorčila, druga pa zaradi varnosti in pomoči hodila zraven. Oseba, ki je spremljala vzorčevalca, je pomagala pri nošenju ujetih rakov, vzorčevalca je opozarjala na rake, ki jih sam ni opazil, in mu pri nočnem elektroizlovu dodatno osvetljevala okolico. Posebej pomembna pa je vloga spremljevalca v primeru nepredvidljivih težav, ki terjajo medsebojno pomoč. Elektroizlov smo izvajali ob brežinah ter v plitvejših delih gramoznic, kjer je bilo brodenje še varno. Globlji deli gramoznic so z nahrbtnimi agregati nedostopni, za ta območja smo se poslužili drugih metod, kot sta vzorčenje z vršami in elektroizlov s čolnom.



Slika 11: Primer dnevnega elektroizlova v Kanalu 2 .

4.2.2 Elektroizlov s čolna

Metode elektroizlova s čolna smo se poslužili, da bi lažje dostopali do območij gramoznic z globino večjo od 0,7 m. Ta metoda je zelo učinkovita tudi v plitvinah in v muljastih predelih, kjer se teren udara in je zato vzorčenje z nahrbtnim agregatom nevarno. Vzorčenje z elektroizlovom s čolna smo letos izvedli poskusno štirikrat v jesenskih mesecih na Gramoznici 7. Pri tej metodi smo katodo namestili na bok čolna ali na premec. Uporabili smo stacionarni elektroagregat EL 65 GI, 350/600 V, proizvajalec Hans Grassl GmbH. Izlovna ekipa na čolnu je štela štiri člane. Zadaj sta sedeli dve osebi, ki sta veslali in manevrirali s čolnom, obenem pa upravljali elektroagregat in zapisovali podatke. Na premcu sta stala dva elektroribiča, ki sta vsak na svoji strani z ročnimi anodami, ki sta se končali s sakom, lovila vzdražene rake. Zajete rake sta odlagala v plastične kadi, napolnjene z vodo. Za doseganje boljše vidljivosti sta elektroribiča uporabljala polarizacijska očala. Uporabljeni anodi s sakom sta bili dolgi 2,5 m, zato je bilo v primeru dobre vidljivosti mogoče uloviti rake tudi v globljih predelih, ki niso prebrodljivi.



Slika 12: Čoln z vso potrebno opremo za izvajanje elektroizlova s čolna.

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 ocenjujemo, da lahko zajamemo rake vsaj 2 metra na vsako stran od čolna. Največja globina ob čolnu, pri kateri še lahko zajamemo rake znaša okoli 2,5 m. Ugotovili smo tudi, da metoda elektroizlova s čolnom povzroča bistveno manjše kaljenje vode v primerjavi z elektroizlovom z brodenjem. Po končanem vzorčenju smo vso opremo temeljito umili, razkužili in dodatno pregledali, da ne bi v špranjah v čolnu nevede širili trnavcev.



Slika 13: Izvajanje elektroizlova s čolna na Gramoznici 7.

4.2.3 Vzorčenje z vršami

V letu 2020 smo se vzorčenja z vršami lotili nekoliko bolj intenzivno in sistematično v primerjavi s prejšnjim letom. Od aprila do novembra smo mesečno v izbrano gramoznico postavili določeno število vrš. Število vrš za posamezno gramoznico je prikazano v preglednici (*Preglednica 2*). Gramoznico 3 smo pričeli vzorčiti šele v mesecu maju. V Gramoznici 7 in Gramoznici 5 smo zaradi večje številčnosti trnavcev oz. boljšega ulova poleg mesečnih vzorčenj od maja do julija izvedli še dodatna vzorčenja. Dodatna vzorčenja niso bila izvedena isti teden, kot redno mesečno vzorčenje.

Za namen vzorčenja smo uporabljali črne okrogle vrše (dolžina 60 cm, $\phi=30$ cm; odprtina: 13x16 cm), v katere smo za vabo nastavili ribje brikete proizvajalca BioMar, World class fish food. Za vzorčenje z vršami sta bila potrebna 2 terenska dneva. Prvi dan smo vrše postavili na stalno lokacijo, in jih v vodi pustili preko noči. Ulov smo preverjali naslednji dan. Zabeležili smo datum, čas postavitve in dviga vrš ter GPS koordinate lokacije in globino nastavljenih vrš. Vsaka postavljena vrša je predstavljala posamezno ločeno vzorčenje. Zaradi visokega vodostaja Drave v septembru in oktobru vrš nismo postavili.

Iztlavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) iz gramoznic ob reki Dravi pod jezom Markovci, Slovenija. Drugo letno poročilo 2020. Life IP Life 17 IPE/SI/000011.

Preglednica 2: Pregled števila postavljenih vrš po gramoznicah in mesecih v letu 2020. V oklepajih so prikazane dodatne vrše za določen mesec.

mesec	Zaporedna številka gramoznice							
	1	2	3	4	5	6	7	8
april	10	10	0	5	5	3	15	3
maj	10	10	3	5	5	3	15 (+15)	3
junij	10	10	3	5	5 (+3)	3	15 (+30)	3
julij	10	10	3	5	10	3	15 (+45)	3
avgust	10	10	3	5	5	3	15	3
november	10	10	3	5	5	3	15	3



Slika 14: Primer ulova dveh osebkov trnavca (slika levo) in samice z juvenilnimi rakci na zadku (slika desno) z metodo nastavitve vrše v Gramoznici 7.

4.2.4 Lov z roko

Vzorčenje območja z ročnim pobiranjem je zajemalo obračanje kamnov (*Slika 15*), pregledovanje račin (rovov) ter pregledovanje makrofitov in drugega organskega materiala v vodnih habitatih, ki rakom služijo kot skrivališča. V Gramoznici 1, 6 in 8 smo že leta 2019 postavili nekaj zidakov, ki so zaradi svojih odprtih predstavljali nadomestna skrivališča za rake (ekološke pasti). Tiste zidake, ki jih voda ni napolnila z muljem in smo jih uspeli najti, smo dvignili iz vode in stresli v mrežico loparja za elektroizlov, v katero smo ulovili rake. Postavitev nadomestnih skrivališč nam je olajšala lov osebkov. Osebkji, ujeti s pregledovanjem zidakov, tako obravnavamo pod metodo lova z roko. Metoda je uporabna v plitvejših predelih gramoznic, do globine, kamor lahko vzorčevalec seže z roko.



Slika 15: Primer lova z roko v Gramoznici 7.

4.2.5 Praznjenje gramoznice 5

Poleg elektroizlova s čolna smo v letošnjem letu izvedli pilotno uporabo nove metode, ki smo jo poimenovali praznjenje oz. izsuševanje. Praznjenje oz. izsuševanje smo izvedli v Gramoznici 5. Gramoznica 5 je najmanjša in od ostalih najbolj izolirana gramoznica. Obseg gramoznice pri normalnem vodostaju znaša okoli 117 m, njena površina pa okoli 721,3 m². Zanimalo nas je stanje v globljih predelih, ki jih do sedaj nismo dosegli.

Za praznjenje gramoznice smo pridobili dovoljenje DRSV, o akciji pa smo obvestili tudi MOP, ZRSVN, DOPPS in RD Ptuj. Črpanje vode iz gramoznice so izvedli gasilci iz PGD Nova vas pri Markovcih. S praznjenjem so gasilci pričeli okoli 15:00 ure dne 23. 9. 2020. Za namen praznjenja so uporabili dve črpaliki, in sicer Magirus 1000 in Rosenbauer 8/8. Skupna moč črpanja je znašala 2280 l/min. Pred pričetkom praznjenja smo preko gramoznice napeljali električno bariero in pripravili tudi drugo potrebno opremo, kot so na primer vedra in hidrobion, kamor smo v času praznjenja prestavili ujete ribe, rake in školjke. Ko se je gladina vode v gramoznici spuščala, smo dostopne dele gramoznice sproti vzorčili s pomočjo različnih metod: v vodi smo izvajali elektroribolov z nahrbtnimi električnimi agregati, na osušenih predelih pa smo se poslužili obračanja kamenja, pregledovanja naplavin in makrofitov in iskanja rakov v razpokah med kamenjem. Večje skale smo odstranili iz gramoznice in s tem zmanjšali število skrivališč. Makrofite smo odstranjevali in jih preventivno prekuhali za primer, če bi kak osebek trnavca ostal ujet med rastlinjem. Pri prečesavanju izsušenega dna sta sodelovali tudi predstavnici ZRSVN-ja. Sproti smo odstranjevali tudi v gramoznico odvržene odpadke. Ujete ribe smo prestavili v hidrobion; za ribe so med samim vzorčenjem skrbeli predstavniki RD Ptuj. Ko je gladina vode dosegla najnižji nivo, smo iz vode s pomočjo nahrbtnih elektroagregatov izlovili preostale ribe in rake, nato pa vklopili električno bariero priklopljeno na stacionarni elektroagregat, z namenom, da električni tok ubije morebitne preživle trnavce. Po končanem izlovu smo popisali vrste domorodnih rib ter jih

Iztlavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) iz gramoznic ob reki Dravi pod jezom Markovci, Slovenija. Drugo letno poročilo 2020. Life IP Life 17 IPE/SI/000011.

vrnili nazaj v naravno okolje. Tujerodne vrste rib smo določili, izmerili, stehali in odstranili. Ujetim trnavcem smo določili spol, jim izmerili dolžino glavoprsja z rostrumom (CLR) in določili težo. Evidentirali smo tudi prisotnost tujerodnih vrst školjk.



Slika 16: Praznjenje Gramoznice 5 – posnetek z dronom (Foto: Neven Verdnik, VGP Ptuj).

Aktivnosti so se udeležili tudi predstavniki ZRSVN OE Maribor, RD Ptuj, lokalno prebivalstvo in novinarka Štajerskega tednika, ga. Mojca Zemljarič, ki je dogodek dokumentirala in ga predstavila javnosti z objavo v časopisu (Štajerski tednik, 6. 11. 2020, str. 18). Gramoznico je predstavnik VGP Ptuj posnel z dronom (Mavic DJI). Iz gramoznice smo odstranili vse smeti, večinoma stare kovinske in steklene predmete.

4.2.6 Fizikalno - kemijske lastnosti vode v gramoznicah

Fizikalno-kemijske lastnosti vode smo na terenu merili s Hach Lange merilnimi inštrumenti (Hach HQ40d Multi meter), s katerim smo na globini 10 cm izmerili temperaturo vode (°C), pH vode, koncentracijo raztopljenega kisika v vodi (mg/L), nasičenost vode s kisikom (%) ter električno prevodnost vode ($\mu\text{S}/\text{cm}$). Meritve smo v posamezni gramoznici vedno opravili na istem mestu, pri čimer smo izbirali senčne lokacije, da smo se izognili napaki višje nasičenosti vode s kisikom zaradi večje intenzivnosti fotosinteze.

4.2.7 Biometrija in označevanje osebkov

Po končanem posameznem vzorčenju smo vsem ujetim rakom določili spol. Spol se pri raku trnavcu določi s pomočjo primarnega in sekundarnega pleopoda. Če sta ta dva pleopoda preoblikovana v proti abdomnu segajoče podolgovate strukture - gonopodij, je osebek samec.; če pleopoda nista preoblikovana, gre za samico (*Slika 17*). Samica se od samca loči tudi po annulus ventralis, ki je na trebušni strani ležeča odprtina, skozi katero samica shrani samčeve spermatofore in genitalni odprtini (Kozák in sod., 2015).



Slika 17: Določanje spola pri trnavcu – samec z gonopodiji (slika levo) in samica z annulus ventralis (slika desno).

Vsakemu osebkju smo s pomočjo digitalnega kljunastega merila določili **dolžino glavoprsja z rostrumom (CLR)**. Dolžino glavoprsja z rostrumom merimo od konice rostruma do začetka zadka. Osebkom smo določili tudi maso. Nekaterim osebkom smo izmerili tudi druge biometrične znake.



Slika 18: Označen osebek trnavca.



Iztlavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) iz gramoznic ob reki Dravi pod jezom Markovci, Slovenija. Drugo letno poročilo 2020. Life IP Life 17 IPE/SI/000011.

Samce, katerih CLR je bil večji od 23 mm, smo označili in vrnili v gramoznico. Posamezna oznaka je bila sestavljena iz črke in številke (*Slika 18*). Črka je predstavljala gramoznico, v kateri je bil osebek ujet, številka pa zaporedno številko ujetih samcev. Označevali smo jih s srebrnim markerjem (Edding 780 creative). Označene osebkke smo vrnili nazaj v izvorno gramoznico.

4.2.8 Obdelava podatkov

Terenske podatke smo s popisnih listov vnesli v Biološko zbirko podatkov Zavoda za ribištvo Slovenije (BIOS, ZZRS, 2020). Do podatkov smo nato dostopali preko programa MS Access. Za pridobivanje podatkov iz GPS naprave ter njihov pregled smo uporabljali program Base Camp (Garmin).

Pridobljene podatke smo s pomočjo programa Excel in programskega jezika R grafično prikazali. Za prikaz razmerja med spoloma pri trnavcu smo izračunali delež posameznega spola.



5 REZULTATI

5.1 Primerjava metod

Rake smo izlavljali s kombinacijo različnih metod: elektroizlov z nahrbtnim agregatom, lov z roko, vzorčenje s pastmi (vršami), elektroizlov s čolna in praznjenje gramoznice. Večino izmed naštetih metod smo izvajali že v letu 2019, elektroizlov s čolnom in praznjenje gramoznic pa smo letos izvedli prvič.

Skupaj smo v letu 2020 izvedli 699 vzorčenj, v katerih smo ujeli 2072 osebkov raka trnavca. Tekom celotnega leta smo na območju gramoznic postavili 418 vrš, v katere smo ujeli 82 osebkov trnavca. Lov z rokami je bil izveden predvsem v plitvinah, na kamnitih delih gramoznic in na predelih, ki rakom omogočajo kopanje račun. S to metodo smo ujeli 120 osebkov v 57 vzorčenjih. Ta metoda se je izkazala za najuspešnejšo pri iskanju samic z jajčeci v pomladansko poletnem času in za preverjanje aktivnosti rakov pozimi in v začetku pomladi.

Najpogosteje uporabljena metoda je bil elektroizlov z nahrbtnim agregatom. Izvedli smo 219 vzorčenj v katerih smo ujeli 1337 osebkov.

V letu 2020 smo se poslužili dveh novih metod, ki sta se izkazali za uspešni pri eradikaciji trnavca. Za najuspešnejšo se je izkazala metoda elektroizlova s čolna, saj smo v drugem polletju v samo štirih vzorčenjih v Gramoznici 7 ujeli 455 osebkov trnavca. V septembru smo s praznjenjem Gramoznice 5 ujeli 78 osebkov.

Največje število trnavcev smo ulovili z metodo elektroizlova z nahrbtnim agregatom, sledil je elektroizlov s čolna ter lov z roko. Manjše število trnavcev smo ujeli z metodo praznjenja gramoznice (enkratni dogodek) in metodo vzorčenja z vršami.

Preglednica 3 prikazuje število ujetih osebkov s posamezno metodo preračunano na vzorčevalca na uro. Pri izračunu smo upoštevali le čas izvajanja vzorčenja. Pri elektroizlovu in lovu z roko je upoštevan čas lova rakov, pri vršah pa samo čas porabljen za nastavitev in dvig vrš. Čas same priprave na vzorčenje (pritrditev anode in katode na elektroagregat, vplovitev in izplovitev čolna, priprava vab in vrš, pot...) in pospravljanje ter razkuževanje opreme po končanem vzorčenju v izračunu ni upoštevan. Prav tako nismo upoštevali časa potrebnega za izvedbo biometrije ujetih osebkov.

Pri vseh metodah smo si na vzorčevalni list zabeležili čas začetka in konca vzorčenja, brez predpriprave in postopkov po končanem vzorčenju. Iz teh podatkov smo v nadaljnjem koraku izračunali čas trajanja vzorčenja. Čase vseh vzorčenj po posamezni metodi smo sešteli, da smo dobili število ur vseh vzorčenj v letu 2020. Število trnavcev ujetih s posamezno metodo smo delili z izračunanim časom in tako dobili število osebkov ujetih v eni uri. Ker pri različnih metodah sodeluje različno število vzorčevalcev smo pri izračunu upoštevali tudi število vzorčevalcev, ki so potrebni za vzorčenje s posamezno metodo (*Preglednica 3*), tako smo dobili število trnavcev ujetih s posamezno metodo preračunano na enega vzorčevalca na uro.



Izlavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) iz gramoznic ob reki Dravi pod jezom Markovci, Slovenija. Drugo letno poročilo 2020. Life IP Life 17 IPE/SI/000011.

Za najuspešnejšo metodo se je, kljub večjemu številu vzorčevalcev, izkazala metoda elektroizlova s čolna, s katero je bilo v eni uri na posameznega vzorčevalca ujetih 25 osebkov trnavca. Sledi elektroizlov z nahrbtnim agregatom, s katerim je oseba v eni uri vzorčenja ujela 8 osebkov trnavca. Z lovom z roko ena oseba v eni uri ujame 6 osebkov trnavca. Glede na zahtevnost vzorčenja s praznjenjem gramoznice oseba v eni uri ujame približno dva trnavca. Z metodo postavljanja vrš pa posamezna oseba z eno uro vloženega dela v postavljanje in dvig vrš ujame približno enega trnavca (*Preglednica 3*).

Preglednica 3: Primerjava metod glede na uspešnost in učinkovitost ulova.

Metoda	Št. vzorčenj	Št. osebkov	Trajanje vzorčenja (h)	Št. vzorčevalcev	Št. ujetih osebkov v 1h na vzorčevalca
vrša za rake	418	82	21	3	1,3
lov z roko	57	120	21	1	5,8
nahrbtni agregat	219	1337	85	2	7,9
elektroizlov s čolnom	4	455	5	4	24,9
praznjenje	1	78	5	9	1,7

Na *Slika 19* je prikazano število in velikost (CLR) osebkov, ujetih s posamezno metodo v posameznem mesecu. Na začetku terenske sezone (februar – maj) smo spremljali aktivnost trnavca in aktivno iskali samice z jajčeci z metodo lova z roko. V mesecu aprilu smo pričeli s postavljanjem vrš ter kasneje v maju tudi z elektroribolovom. Zaradi visokega vodostaja, kalnosti in neugodnih vremenskih razmer vrš v mesecu septembru in oktobru nismo postavljali. Obe novi metodi sta bili prvič uporabljeni v mesecu septembru, vzorčenje s čolnom pa se je nadaljevalo tudi meseca novembra. Osebkki ujeti z novo uporabljenima metodama so združeni in so na *Slika 19* prikazani z zeleno barvo.

Z ročnim lovom smo ujeli osebkke, katerih CLR je meril od 6 do 45 mm; z elektroizlovom z nahrbtnim agregatom in s čolna smo ujeli osebkke velikosti od 10 do 50 mm; v vrše so se lovili osebkki velikosti od 25 do 50 mm; tekom praznjenja gramoznice pa smo lovili osebkke velikosti med 15 in 37 mm. Velikostni razredi ujetih osebkov se med seboj razlikujejo zaradi uporabe različnih metod v različnem delu sezone.



Iztlavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) iz gramoznic ob reki Dravi pod jezom Markovci, Slovenija. Drugo letno poročilo 2020. Life IP Life 17 IPE/SI/000011.



Slika 19: Dolžinsko frekvenčni histogrami mesečnega ulova trnavca na območju gramoznic, ujetih v z uporabo različnih metod v letu 2020.

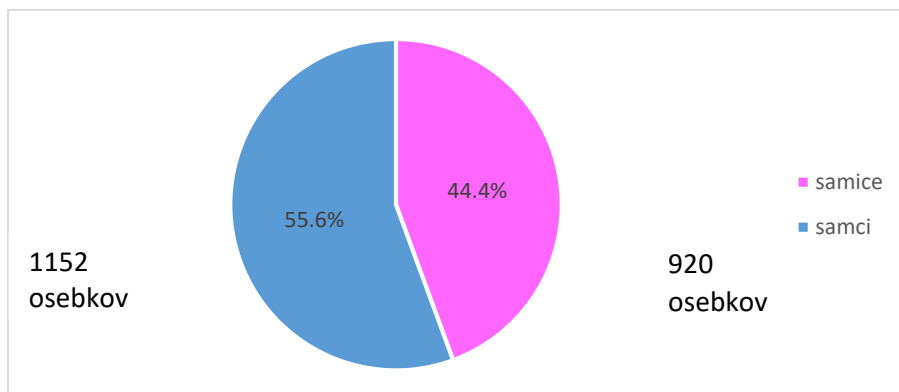


Iztlavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) iz gramoznic ob reki Dravi pod jezom Markovci, Slovenija. Drugo letno poročilo 2020. Life IP Life 17 IPE/SI/000011.

5.2 Analiza populacijskih parametrov trnavca

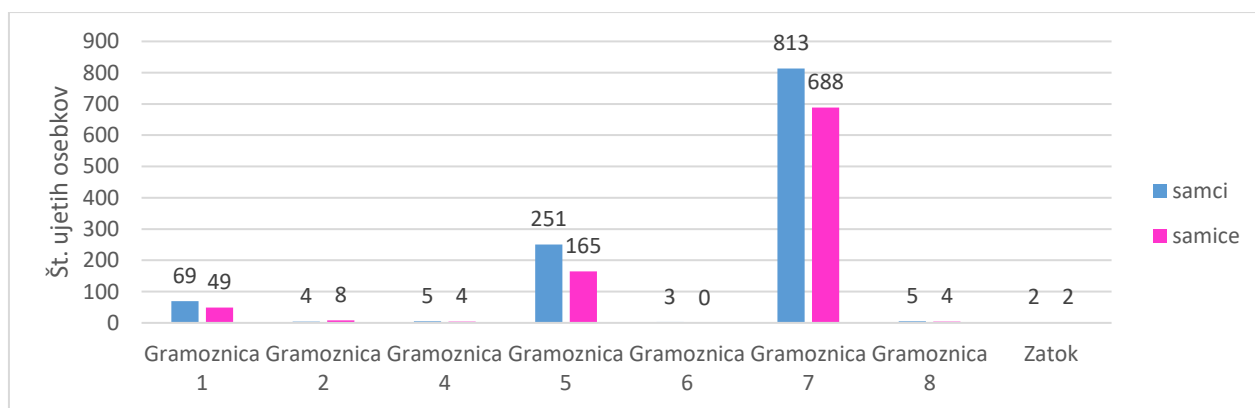
5.2.1 Število ujetih osebkov in razmerje med spoloma

V letu 2020 smo od februarja do konca novembra v vseh gramoznicah skupaj ujeli 2072 osebkov. Od tega je bilo 1152 (55,6 %) samcev in 920 samic (44,4 %) (*Slika 20*).



Slika 20: Število ujetih osebkov trnavca ter razmerje med spoloma na celotnem območju izlova.

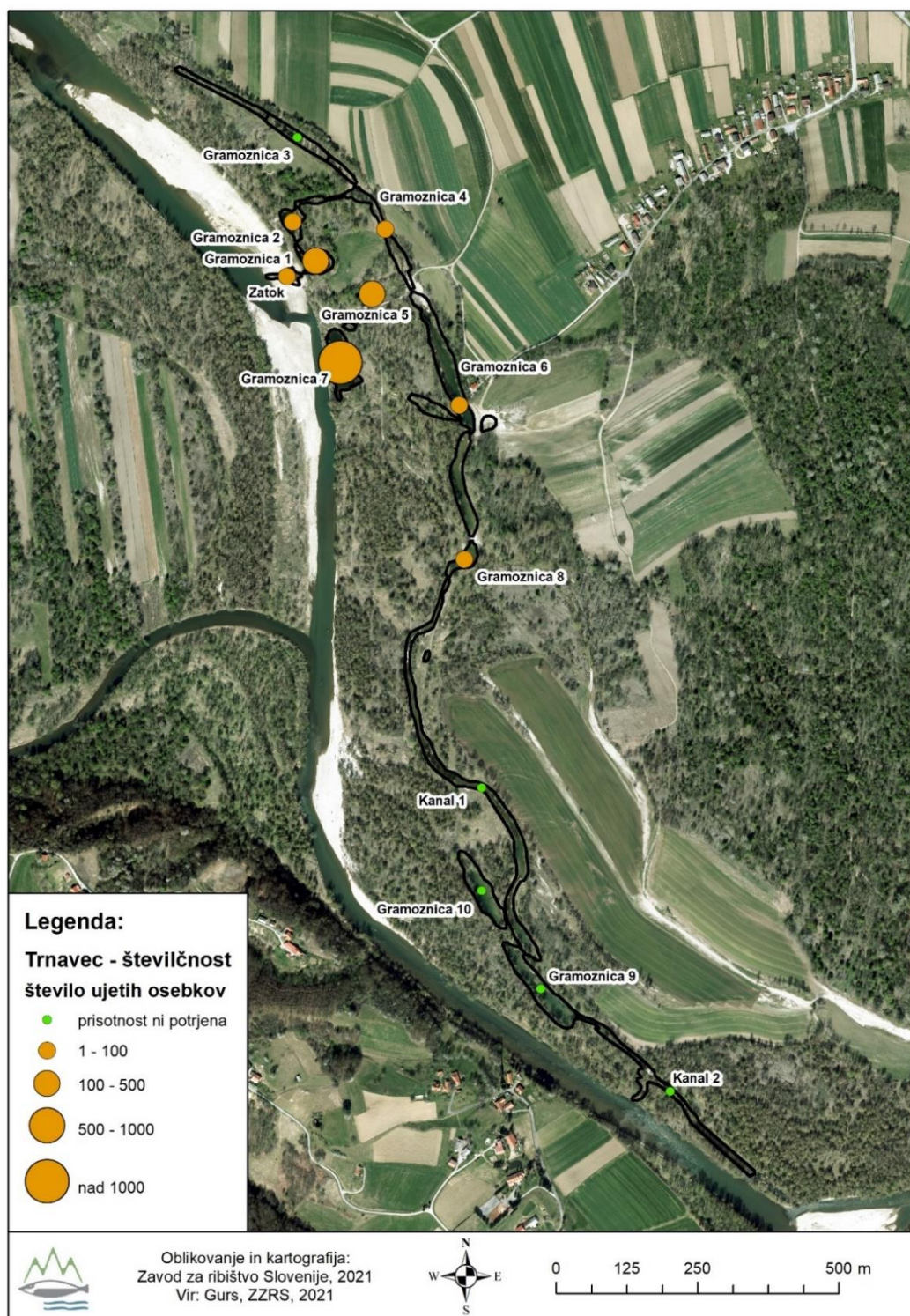
Slika 21 prikazuje da je bilo največje število osebkov v letu 2020 ujetih v Gramoznici 7, in sicer 1501 osebek, od tega 813 samcev in 688 samic. Po številu ujetih osebkov sledi Gramoznica 5 s 416 osebki; od tega 251 samcev in 165 samic. V Gramoznici 1 je bilo ujetih 118 trnavcev; od tega 69 samcev in 49 samic. V ostalih gramoznicah pa je bilo število ujetih osebkov manjše. V Gramoznici 2 smo ujeli 12 osebkov, v Gramoznicah 4 in 8 pa smo ujeli po 9 osebkov. V Zatoku smo ujeli 4 osebkve. V Gramoznici 6 smo trikrat ujeli istega trnavca. V gramoznicah dolvodno od Gramoznice 8, kjer smo vzorčili 2 terenska dneva, ni bilo ujetega nobenega trnavca, prav tako ne v Gramoznici 3. V Gramoznico 3 smo od maja do avgusta in v novembru 2020 mesečno postavili po 3 vrše. Gramoznice v katerih nismo potrdili prisotnosti trnavca niso prikazane na sliki (*Slika 22*).



Slika 21: Prikaz števila samcev in samic trnavca, ujetih v letu 2020 v posameznih gramoznicah.



Iztlavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) iz gramoznic ob reki Dravi pod jezom Markovci, Slovenija. Drugo letno poročilo 2020. Life IP Life 17 IPE/SI/000011.

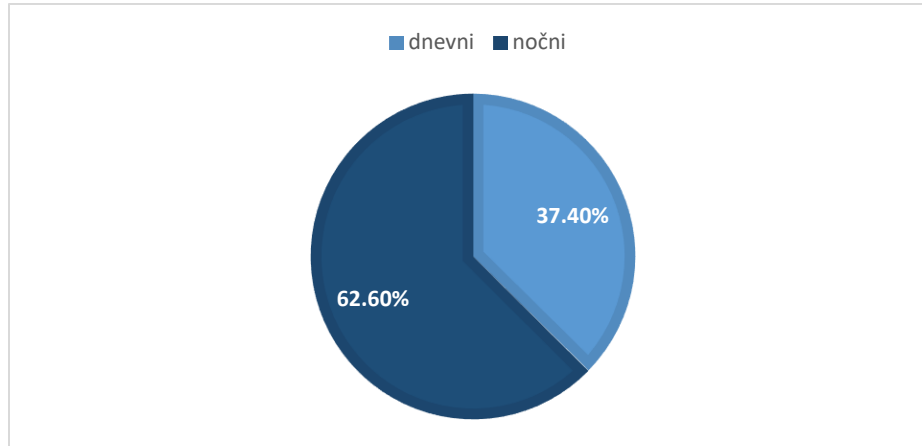


Slika 22: Število ujetih osebkov trnavca, ne glede na metodo v posamezni gramoznici v letu 2020.



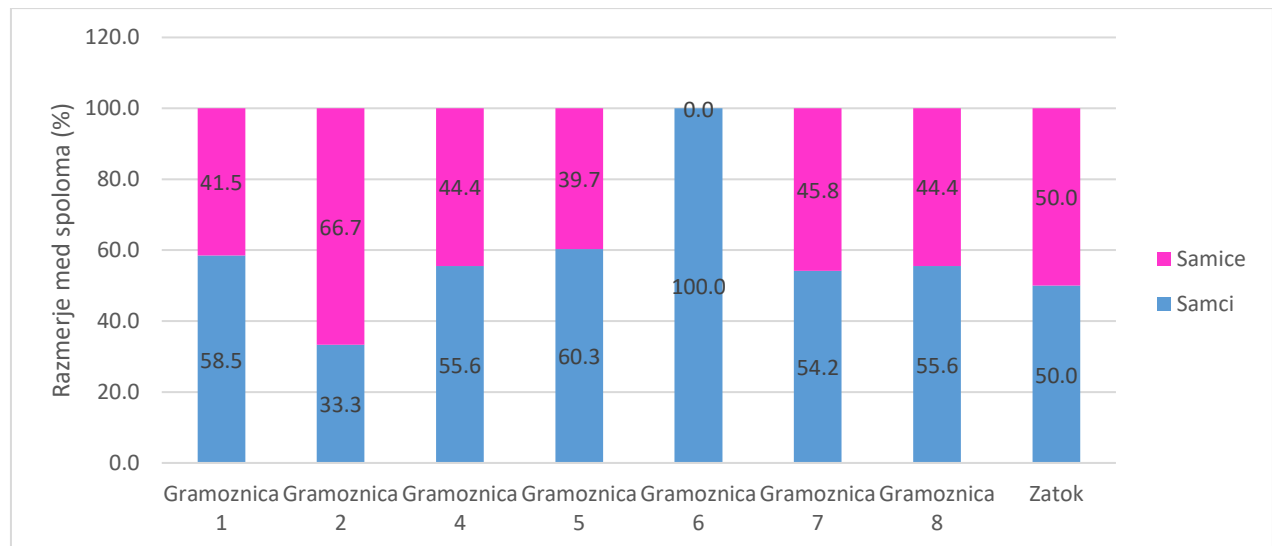
Iztlavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) iz gramoznic ob reki Dravi pod jezom Markovci, Slovenija. Drugo letno poročilo 2020. Life IP Life 17 IPE/SI/000011.

Slika 23 prikazuje primerjavo uspešnosti ulova med dnevnimi in nočnimi vzorčenji, ki so potekali na isti dan in so bili izvedeni z metodo elektroizlova z nahrbtnim agregatom. Primerjali smo le tista vzorčenja, ki smo jih izvedli na isti dan. Z grafa je razvidno, da je uspešnost nočnih vzorčenj skoraj dvakrat večja od uspešnosti dnevnih vzorčenj.



Slika 23: Prikaz primerjave deleža ujetih osebkov v dnevnem in nočnem elektroizlovu z nahrbtnim agregatom.

Delež ujetih samcev je bil večji od deleža ujetih samic v vseh gramoznicah (Slika 24), razen v Zatok, kjer je bilo razmerje 1:1 in v Gramoznici 2, kjer je bil delež samic (66,7%) večji od deleža samcev (33,3%). Iz analize nismo izločili samcev, ki so bili ujeti večkrat. Zaradi majhnega števila ujetih osebkov v Gramoznici 2, 6 in Zatok je razmerje med spoloma v teh dveh gramoznicah lahko drugačno, kar bodo pokazala nadaljnja vzorčenja.



Slika 24: Razmerje med spolom ujetih osebkov trnavcev po posameznih gramoznicah v letu 2020.



Iztlavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) iz gramoznic ob reki Dravi pod jezom Markovci, Slovenija. Drugo letno poročilo 2020. Life IP Life 17 IPE/SI/000011.

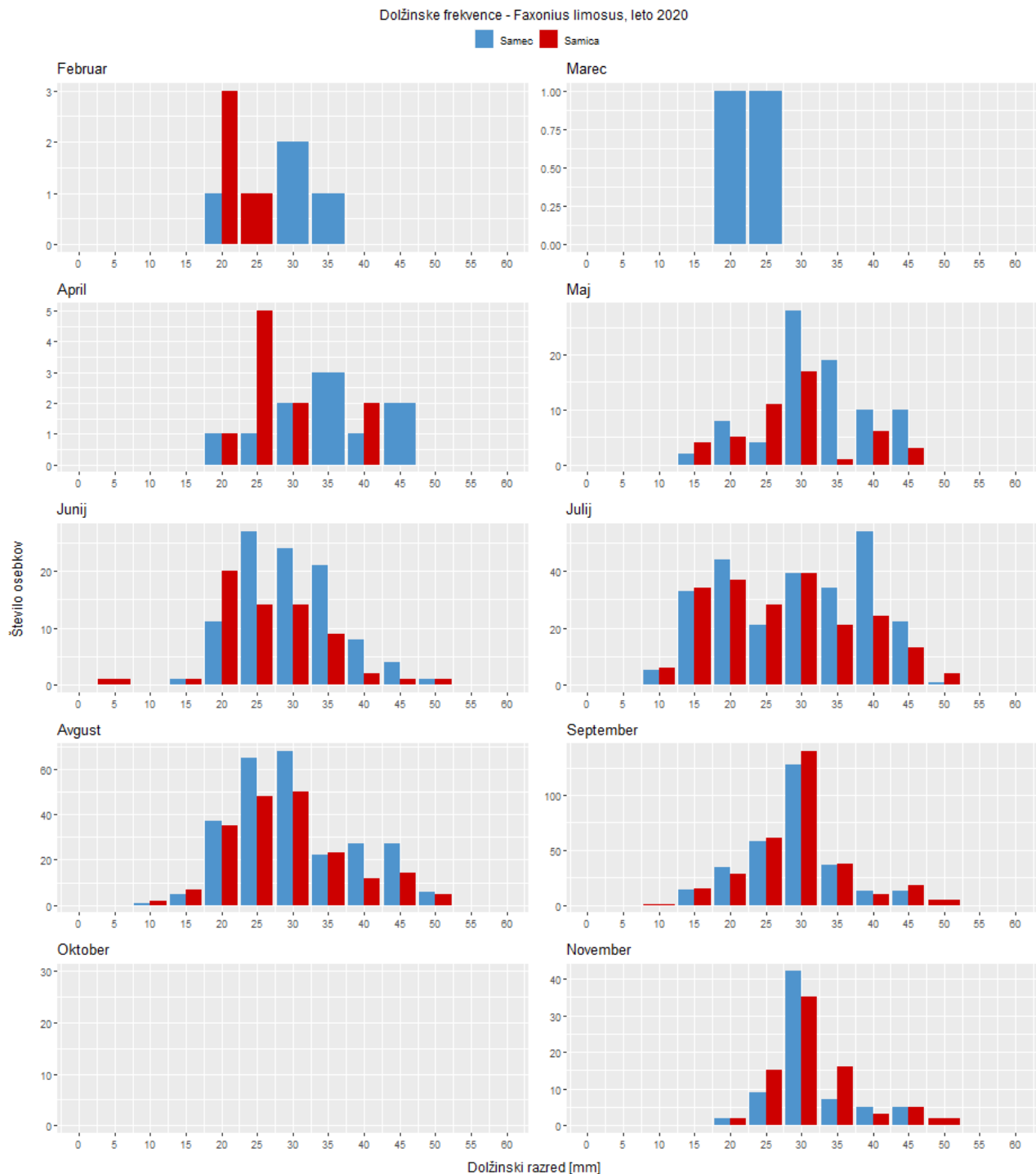


Slika 25 prikazuje mesečno število ujetih osebkov trnavca ločeno po spolu. Največ osebkov je bilo ujetih v septembru, vključno z večjim deležem samic, najmanj pa od februarja do aprila.

V letu 2020 smo ulovili 27 samic, ki so imele na zadku pritrjena jajčeca. Vse so bile ujete v Gramoznici 7. Najmanjša samica, pri kateri smo našli jajčeca, je merila (CLR) 23,24 mm, največja pa 48,75 mm. Najmanjša samica je imela na zadku pritrjenih 69 jajčec, največja pa 61. Največ jajčec je nosila samica z dolžino CLR 46,32 mm, in sicer 370. Od vseh 27 ujetih samic z jajčeci smo 24 samicam prešteli število jajčec oz. ravno izleženi juvenilnih osebkov, ki so še vedno pritrjeni na samico. Na ta način smo s pobiranjem samic z zarodom ujeli kar 2728 trnavcev, ki pa zaradi primerljivosti med leti niso upoštevani v skupno število ujetih osebkov.



Iztlavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) iz gramoznic ob reki Dravi pod jezo Markovci, Slovenija. Drugo letno poročilo 2020. Life IP Life 17 IPE/SI/000011.



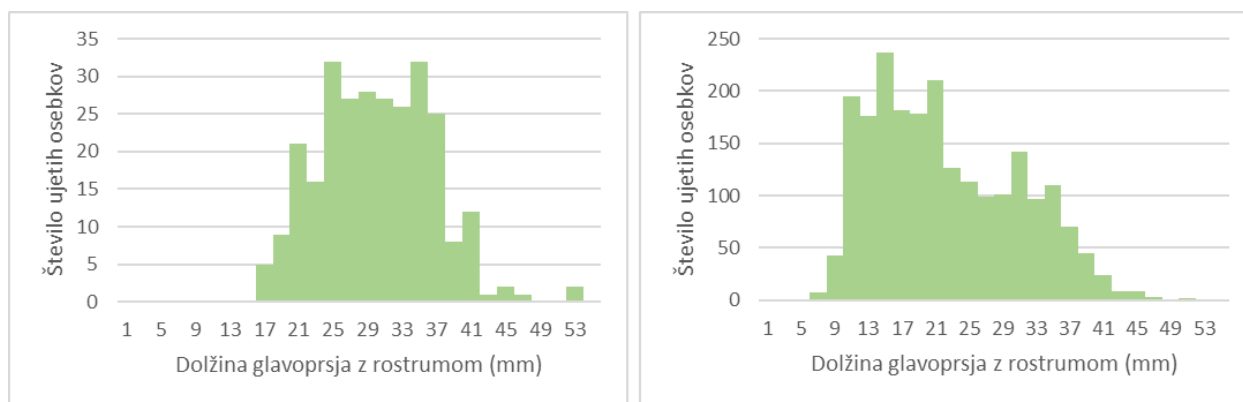
Slika 25: Dolžinsko frekvenčni histogram števila ujetih osebkov trnavcev, ločenih po spolu, na območju gramoznic v posameznem mesecu leta 2020.

5.3 Velikost ujetih osebkov med letoma 2017 in 2020

V nadaljevanju (*Preglednica 4*) so prikazane povprečne dolžine (CLR) osebkov, ujetih v posameznih letih. V letu 2017 smo ujeli 275 osebkov, leta 2018 smo ujeli 2191 osebkov, leta 2019 smo ujeli 2353 osebkov, leta 2020 pa 2072 osebkov. V povprečju smo najmanjše osebkove ujeli leta 2018, med tem ko smo v letu 2017, 2019 in 2020 povprečne velikosti osebkov naraščale, predvsem je to opazno pri samcih, kar je verjetno posledica vračanja odraslih samcev nazaj (*Preglednica 4*). Dolžina CLR v letu 2017 je znašala med 16 in 53 mm, leta 2018 med 4 in 55 mm, leta 2019 so osebkovi merili med 8 in 55 mm, leta 2020 pa med 6 in 54 mm.

Preglednica 4: Prikaz povprečnih vrednosti, mediane in modusa dolžine glavoprsja z rostrumom za ujete osebkove trnavca, samce in samice v posameznem letu.

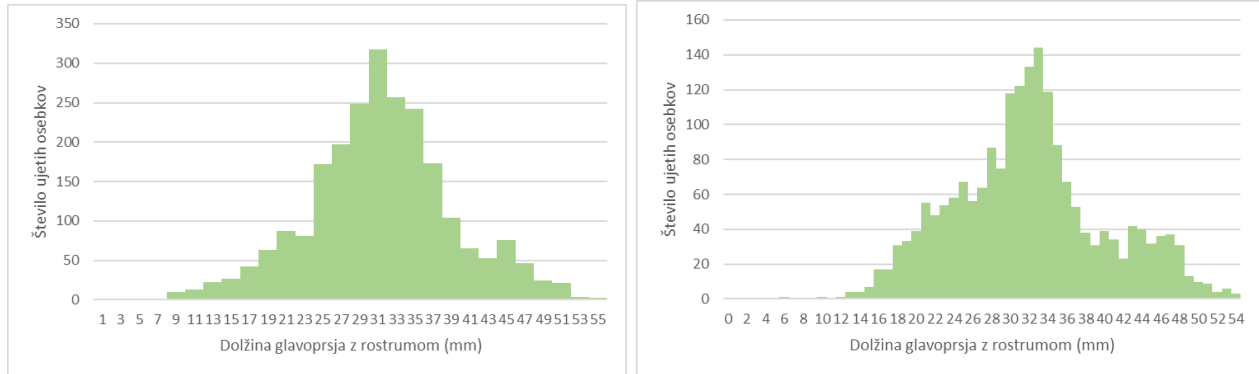
	Leto 2017			Leto 2018			Leto 2019			Leto 2020		
	Vsi osebki	Samci	Samice	Vsi osebki	Samci	Samice	Vsi osebki	Samci	Samice	Vsi osebki	Samci	Samice
Povprečje	29.53	29.18	29.97	21.36	22.64	25.24	30.39	30.70	31.04	31.97	32.56	31.29
Mediana	29	29	31	19.75	21	25	30.36	30.49	30.59	31.77	32.29	31.19
Modus	24	25	34	10.60	16	18	29.67	30.89	29.06	31.30	29.63	30.60



Slika 26: Dolžinsko frekvenčni histogram dolžine glavoprsja z rostrumom (CLR) ujetih osebkov trnavca leta 2017 (slika levo) in leta 2018 (slika desno).



Iztlavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) iz gramoznic ob reki Dravi pod jezom Markovci, Slovenija. Drugo letno poročilo 2020. Life IP Life 17 IPE/SI/000011.



Slika 27: Dolžinsko frekvenčni histogram dolžine glavoprsja z rostrumom (CLR) ujetih osebkov trnavca leta 2019 (levo) in 2020 (desno). Na obeh histogramih so prikazani tudi samci, ki so bili ponovno ujeti.

5.4 Število ponovno ujetih osebkov po gramoznicah

Ujete samce smo izmerili, stehali, označili in izpustili v isto gramoznico, kjer smo jih ulovili. Število osebkov je prikazano v Preglednica 5.

Preglednica 5: Število označenih in ponovno ujetih osebkov trnavca v posameznih gramoznicah v letu 2020.

ID Gramoznice	Število označenih samcev	Skupno število ponovno ujetih	Ponovno ujeti (enkrat)	Ponovno ujeti (dvakrat)	Ponovno ujeti (trikrat)
1	52	0	0	0	0
2	4	0	0	0	0
4	1	2 (iz GR. 5)	2	0	0
5	166	29	23	4	2
6	0	3	0	0	3
7	588	39	36	3	0
8	3	1	1	0	0
Zatok	1	0	0	0	0
Skupaj	815	72	62	7	5



Iztlavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) iz gramoznic ob reki Dravi pod jezom Markovci, Slovenija. Drugo letno poročilo 2020. Life IP Life 17 IPE/SI/000011.

Skupno smo označili in izpustili 815 samcev, od tega smo ponovno ujeli 69 označenih osebkov. Največ samcev smo označili v Gramoznici 7, in sicer kar 588. Ponovno smo ujeli 39 samcev, od tega 36 osebkov enkrat, 3 osebkve pa dvakrat.

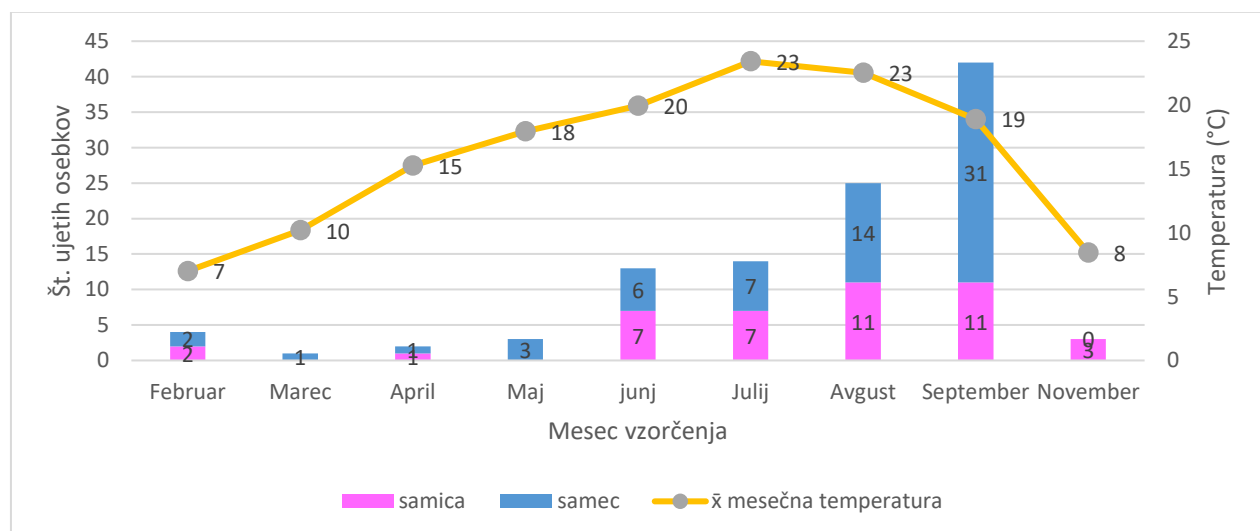
V Gramoznici 5 smo označili 166 osebkov, ponovno smo jih ujeli 29, od tega 23 samcev enkrat, 4 osebkve dvakrat in 2 osebkva trikrat. V Gramoznici 1 smo označili 52 samcev, nobenega od teh pa nismo ponovno ujeli. V ostalih gramoznicah je bilo število označenih samcev majhno; v Gramoznici 2 smo označili 4 samce in nobenega ponovno ujeli. V gramoznici 8 smo označili 3 samce in ponovno ujeli en osebek.

V Gramoznici 4 in v Zatonu smo označili po 1 osebek. V Gramoznici 4 smo ponovno ujeli dva osebkva, ki sta bila označena v Gramoznici 5. V Gramoznici 6 smo isti osebek ponovno ujeli trikrat, ta osebek pa je bil označen celo v lanskem letu (26. 9. 2019) v Gramoznici 4. Prav tako smo tudi v Gramoznici 7 letos aprila ujeli dva osebkva, ki sta bila označena v avgustu in septembru lanskega leta (13. 8. 2019; 10. 9. 2019).

5.5 Število ujetih osebkov in razmerje med spoloma

Glede na leto 2019 smo v letošnjem letu (2020) v Gramoznicah 2, 4, 6, 8 in Zatonu ujeli bistveno manjše število rakov, zato rezultatov za omenjene gramoznice ne prikazujemo grafično. V vodnih telesih dolvodno od Gramoznice 8 nismo zabeležili prisotnosti trnavca. Največji delež osebkov smo ulovili v Gramoznicah 7, 5 in 1. Podatki vzorčenja v teh gramoznicah so podrobneje obrazloženi in prikazani v naslednjih podpoglavjih.

5.5.1 Gramoznica 1



Slika 28: Mesečni prikaz števila ujetih osebkov trnavca v Gramoznici 1 in prikazana povprečna mesečna temperatura v času vzorčenja leta 2020.

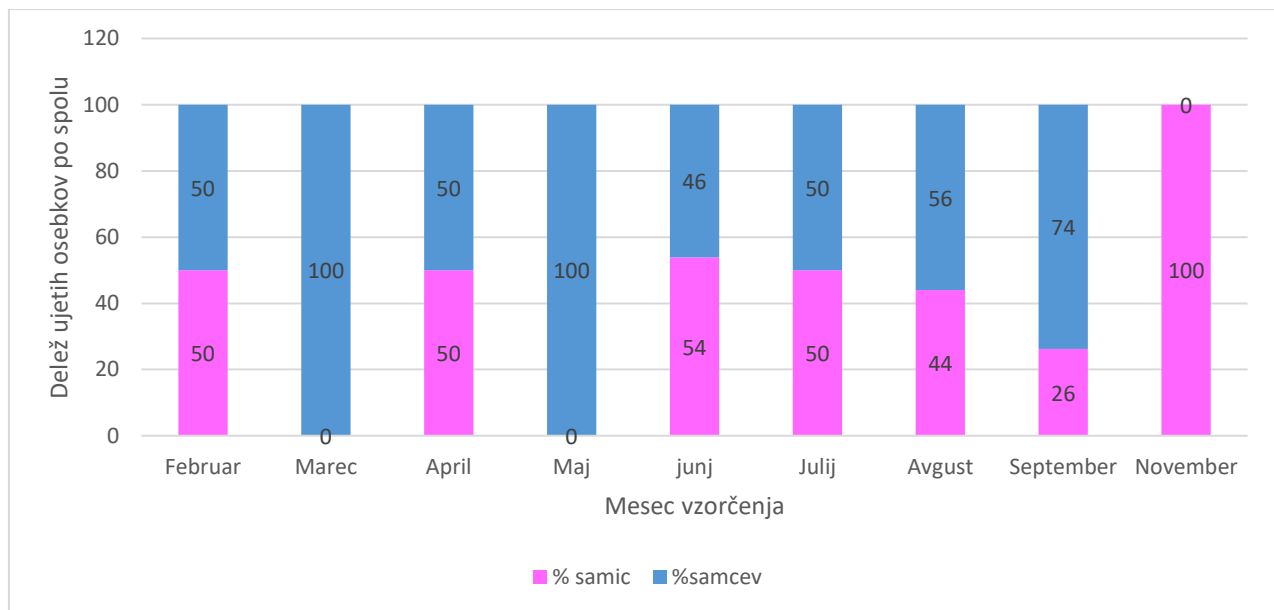


Iztlavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) iz gramoznic ob reki Dravi pod jezum Markovci, Slovenija. Drugo letno poročilo 2020. Life IP Life 17 IPE/SI/000011.

Najuspešnejši mesec po številu ujetih osebkov je bil mesec september, v katerem smo skupno ujeli 42 osebkov; od tega 11 samic in 31 samcev, sledil je avgust s 25 osebkami, od tega 11 samic in 14 samcev.

Leta 2020 smo v Gramoznici 1 skupaj ujeli 107 osebkov z izvedenimi 121 vzorčenji (30 elektroizlovov, 60 vrš, 21 ročnih lovov). V letu 2019 smo v isti gramoznici ujeli v krajšem obdobju (od maja do oktobra) 613 osebkov v 48 vzorčenjih (39 elektroizlovov in 9 vrš).

Najvišjo temperaturo vode (23 °C) smo izmerili v juliju in avgustu, najnižjo temperaturo pa v februarju in novembru (7 °C). Kjer je bilo opravljenih več meritev temperature v enem mesecu, smo prikazali povprečje. V povprečju so vključene tako dnevne, kot nočne meritve. V februarju in marcu je bil izveden le en terenski dan, kar pomeni, da je bila izvedena ena sama meritev. V mesecih, ko je bil naš ulov najštevilčnejši, je bila temperatura višja od 19 °C (*Slika 28*).



Slika 29: Spolna struktura ujetih osebkov trnavca v različnih mesecih v Gramoznici 1.

V Gramoznici 1 je bil delež ujetih samcev večji od deleža ujetih samic v mesecu marcu, maju, avgustu in septembru. Enakovreden delež po spolu je bil zastopan v mesecu februarju, aprilu in juliju, junija in novembra pa so v ulovu prevladovali samice (*Slika 29*).

5.5.2 Gramoznica 5

Na podlagi rezultatov ulova smo največjo aktivnost trnavcev zaznali v obdobju od junija do septembra. Največje število trnavcev smo ujeli v mesecu juliju, ko smo jih v 23 vzorčenjih ujeli 176 osebkov, od tega je bilo 52 samic in 94 samcev. Septembra smo izvedli 2 vzorčenji, eno z elektroizlovom z nahrbtnim agregatom in praznjenje gramoznice. Skupaj smo ujeli 106 osebkov trnavca, od tega 52 samic in 54 samcev.



Iztlavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) iz gramoznic ob reki Dravi pod jezom Markovci, Slovenija. Drugo letno poročilo 2020. Life IP Life 17 IPE/SI/000011.

Tekom praznjenja Gramoznice 5 smo ulovili 78 osebkov trnavca, odstranili 263 školjk trikotničark (*Dreissena polymorpha* Slika 32), 83 sončnih ostrižev (*Lepomis gibbosus*), eno ozimico (*Coregonus* sp. Slika 31) in tri psevdorazbore (*Pseudorasbora parva*), zabeležili pa smo tudi tujerodno vrsto školjke azijsko bisernico (*Corbicula fluminea*, Slika 30). V elektroizlovih, ki so sledili v dneh po končanju akcije praznjenja Gramoznice 5, smo ponovno ujeli osebkove trnavcev, med katerimi so bile tudi samice in neoznačeni samci.



Slika 30: Invazivna školjka azijska sladkovodna bisernica (*Corbicula fluminea*) najdena v Gramoznici 5.



Slika 31: Ozimica (*Coregonus* sp.) ujeta med praznjenjem Gramoznice 5.

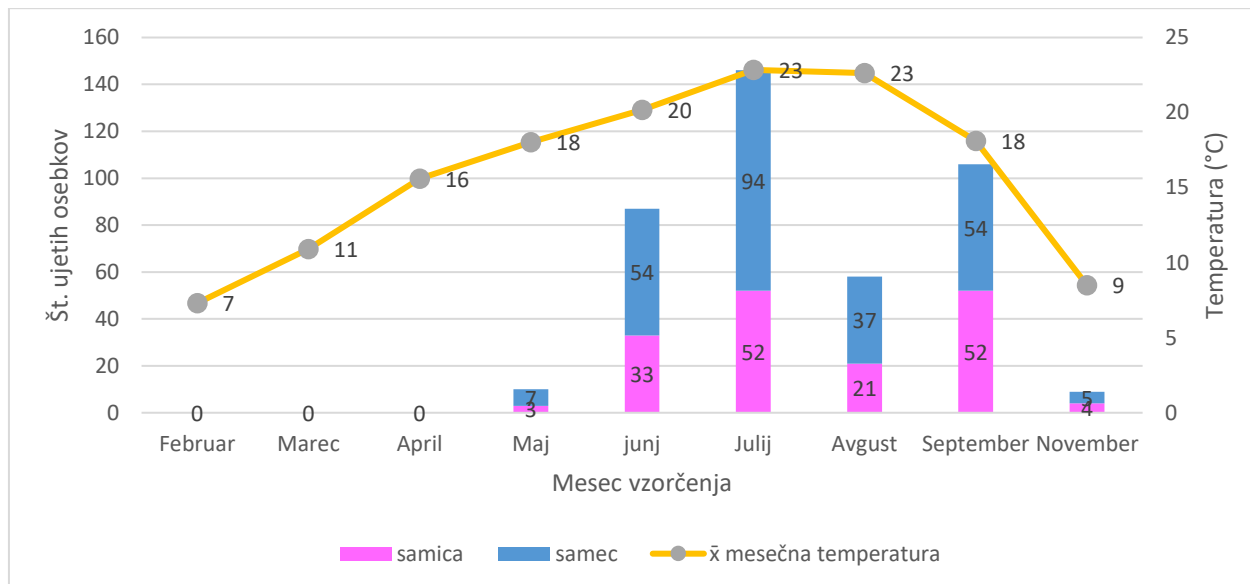


Slika 32: Invazivne školjke trikotničarke (*Dreissena polymorpha*) na odvrženem kolesu v Gramoznici 5.



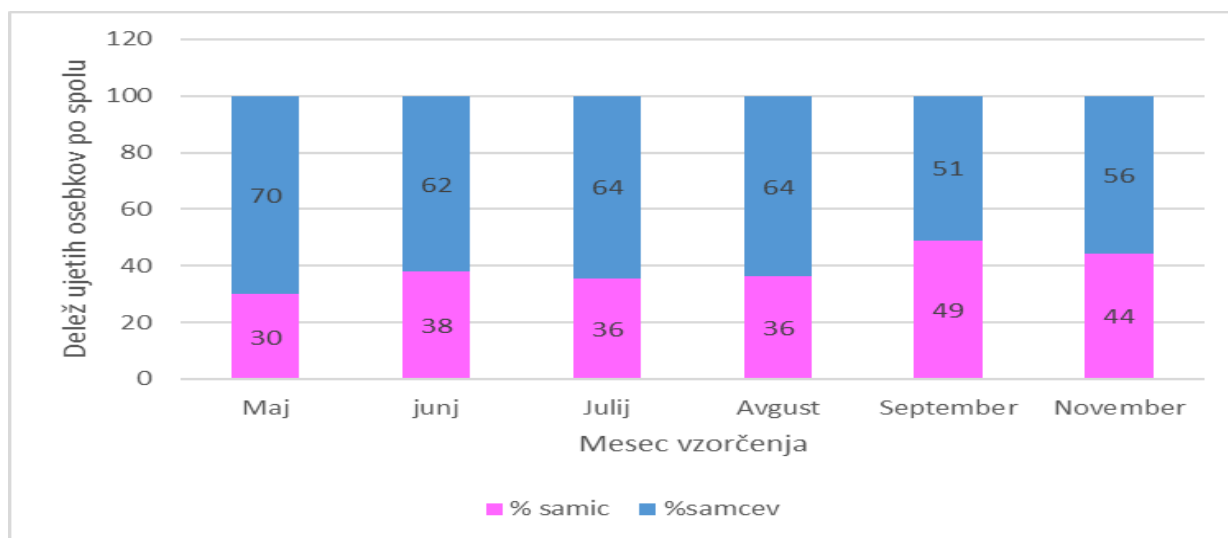
Iztlavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) iz gramoznic ob reki Dravi pod jezom Markovci, Slovenija. Drugo letno poročilo 2020. Life IP Life 17 IPE/SI/000011.

V celotnem letu 2020 smo v Gramoznici 5 v 71 vzorčenjih ujeli skupaj 416 osebkov trnavca. V letu 2019 smo v krajšem obdobju (maj – oktober) ujeli skupaj 369 osebkov v 39 vzorčenjih z metodo elektroizlova.



Slika 33: Mesečni prikaz števila ujetih osebkov trnavca v Gramoznici 5 in prikazana povprečna mesečna temperatura v času vzorčenja leta 2020.

Največ osebkov smo ulovili v mesecu juliju, ko smo izvedli tudi največ vzorčenj; sledijo september, junij in avgust. Novembra in maja je število osebkov padlo pod 10 (Slika 33). Temperatura vode je od februarja proti poletju počasi naraščala, višek je bil dosežen julija in avgusta pri 23 °C, nato pa je temperatura zopet upadla. Temperatura vode je padla pod 10°C le v februarju in novembru.



Slika 34: Spolna struktura ujetih osebkov trnavca od maja do novembra v Gramoznici 5.



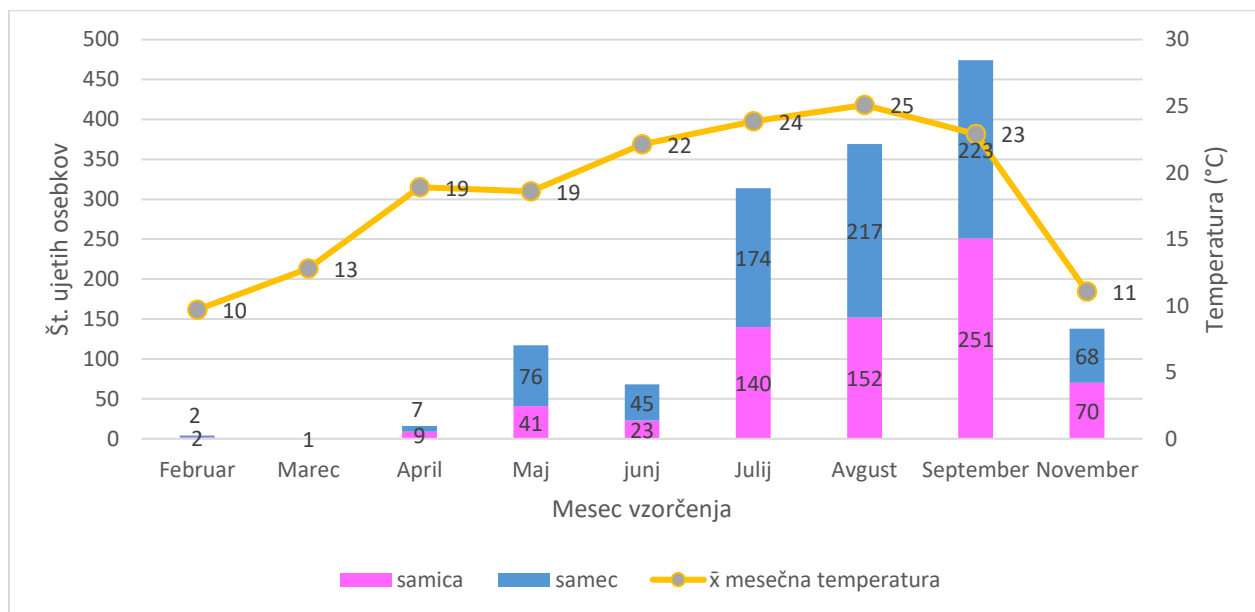
Iztlavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) iz gramoznic ob reki Dravi pod jezom Markovci, Slovenija. Drugo letno poročilo 2020. Life IP Life 17 IPE/SI/000011.

Kljub temu da je bila maja temperatura vode 18 °C je bil ulov v primerjavi z novembrom, ko je bila temperatura vode 9°C, slabši. Kjer je bilo opravljenih več meritev temperature v enem mesecu, smo izračunali povprečje. V povprečju so vključene tako dnevne, kot nočne meritve. V februarju in marcu je bil izveden le en terenski dan, kar pomeni da je bila izvedena ena sama meritev (*Slika 33*).

Razmerje med spoloma ulovljenih osebkov je v prid samcem. V septembru in novembru je delež samic in samcev skoraj enak (*Slika 34*).

5.5.3 Gramoznica 7

Glede na ulov se je največja aktivnost trnavca v gramoznici 7 pokazala v mesecih juliju, avgustu in septembru. Največ osebkov smo ujeli v septembru (474 osebkov; od tega 251 samic in 223 samcev). V februarju, marcu in aprilu smo pričakovano ujeli manjše število osebkov (*Slika 35*). Vseh 27 samic z jajčeci ujetih v letu 2020 smo ujeli v Gramoznici 7 aprila in maja.

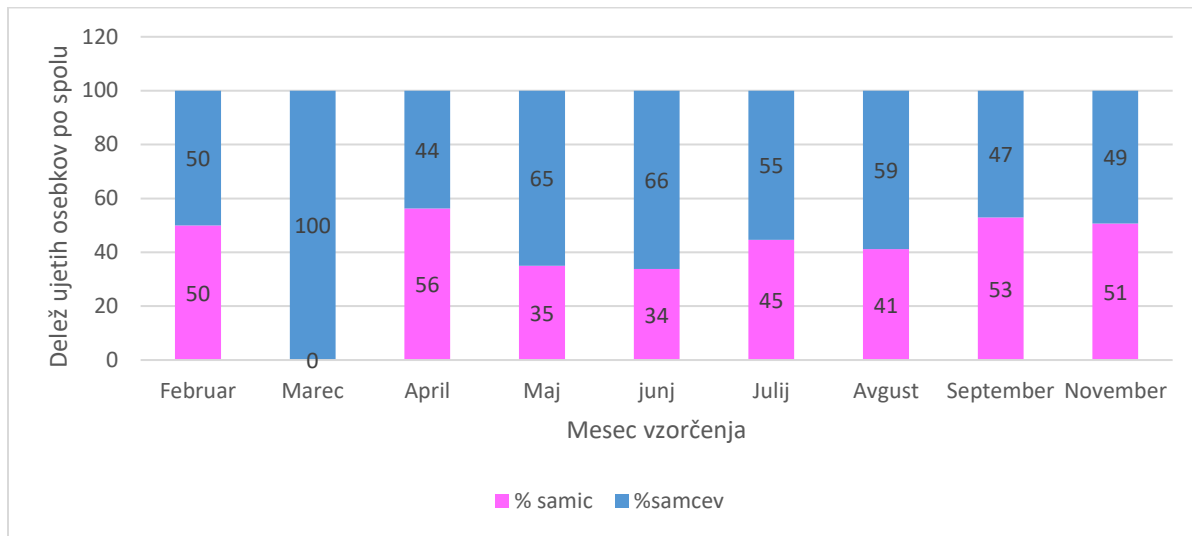


Slika 35: Mesečni prikaz števila ujetih osebkov trnavca v Gramoznici 7 in prikazana povprečna mesečna temperatura v času vzorčenja leta 2020.

Temperaturo vode smo v posameznem mesecu izmerili najmanj enkrat, v primeru pogostejših meritev smo za posamezni mesec prikazali povprečno temperaturo. V primerjavi s temperaturami v gramoznici 1 in 5 v Gramoznici 7 temperatura v mesecu februarju in novembru ni padla pod 10 °C. Temperatura vode se je od februarja pričakovano višala; pojav samic z jajčeci je sovpadel z dvigom temperature na 19 °C. Najvišjo temperaturo je voda dosegla avgusta (25 °C), potem pa je pričela padati (*Slika 35*).



Iztlavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) iz gramoznic ob reki Dravi pod jezom Markovci, Slovenija. Drugo letno poročilo 2020. Life IP Life 17 IPE/SI/000011.



Slika 36: Spolna struktura ujetih osebkov trnavca po mesecih v Gramoznici 7.

V Gramoznici 7 smo v aprilu, septembru in novembru ulovili nekoliko več samic kot samcev. Februarja je bilo razmerje med spoloma 1:1, marca, maja, junija, julija in avgusta pa smo ulovili večji delež samcev (Slika 36).

5.5.4 Ostale gramoznice

V ostalih gramoznicah je bil ulov osebkov trnavca skozi celo leto majhen, vzorčenja smo izvajali podobno kot v Gramoznici 1, in sicer od februarja do novembra.

V **Zatoku** smo tako v celem letu izvedli 25 vzorčenj, od tega smo v začetnih mesecih trikrat izvedli lov z roko, od maja naprej pa smo izvedli 21 vzorčenj z elektroizlovom z nahrbtnim agregatom. Vrš na tej lokaciji nismo postavljali zaradi slabih izkušenj iz preteklosti, saj so nam jih zaradi dostopnosti in vidnosti ukradli. Skupaj smo v celem letu na območju Zatoka ujeli 4 osebkve trnavca, od tega 2 samici in 2 samca.

V **Gramoznici 2** smo tekom leta postavili 60 vrš, opravili 5 vzorčenj z lovom z roko in 22 vzorčenj z elektroizlovom z nahrbtnim agregatom. Skupno smo opravili 87 vzorčenj, s katerimi smo ujeli 12 osebkov trnavca, od tega 4 samce in 8 samic.

V **Gramoznici 3** smo v letu 2020 od maja do novembra mesečno, z izjemo septembra in oktobra, postavili po 3 vrše. Skupno smo izvedli 15 vzorčenj. Ker je gramoznica težko dostopna in zelo globoko zamuljena, je neugodna in nevarna za izvedbo elektroizlova, zato vzorčenja s to metodo nismo izvedli. Vodno območje je intenzivno zaraščeno z makrofiti in obrežnim rastjem (ločje in trstičje), kar poslabša vidljivost in okretnost. Z vzorčenji, ki smo jih izvedli, nismo ujeli nobenega raka. Pogosto je meritev kemijsko fizikalnih parametrov pokazala nizko koncentracijo kisika v vodi.

V **Gramoznici 4** smo v letu 2020 izvedli 3 love z roko, 24 elektroizlovov z nahrbtnim agregatom in nastavili 30 vrš. Skupaj smo opravili 57 vzorčenj, s katerimi smo ulovili le 9 osebkov, od tega 5 samcev in 4 samice.



Iztlavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) iz gramoznic ob reki Dravi pod jezom Markovci, Slovenija. Drugo letno poročilo 2020. Life IP Life 17 IPE/SI/000011.

V **Gramoznico 6** smo tekom leta postavili 18 vrš, izvedli 23 vzorčenj z elektroizlovom z nahrbtnim agregatom ter 4 vzorčenja z lovom na roke. Na območju gramoznice 6 nismo ujeli nobenega osebk, v tolmunu pred Gramoznico 6, ki ga štejemo k tej gramoznici, smo v začetku leta trikrat ulovili isti osebek. Šlo je za samca, ki je bil v letu 2019 označen v gramoznici 4.

V **Gramoznici 8** smo skozi celo leto postavili 18 vrš in izvedli 3 vzorčenja z lovom z roko ter 12 elektroizlovov z nahrbtnim agregatom. Skupaj smo na tem območju ulovili 9 osebkov, od tega 5 samcev in 4 samice.

V **Gramoznicah 9 in 10** ter v **Kanalih 1 in 2** smo letos opravili 9 vzorčenj v maju in avgustu. Ujeli nismo nobenega trnavca. V jesenskem času vzorčenj nismo mogli izvesti. Zaradi povišanega vodostaja, neviht in vetrov je bilo na tem območju poleg visokih voda tudi veliko podrlih dreves, ki so onemogočala dostop do gramoznic dolvodno od Gramoznice 8.



6 DISKUSIJA

6.1 Primerjava metod

6.1.1 Metoda nastavljanja vrš

V letu 2020 smo v primerjavi s predhodnim letom 2019 vrše postavljali sistematično. Na celotnem območju smo postavili 418 vrš, v letu 2019 pa le 13. Posledično smo bili leta 2020 pri številu ujetih osebkov trnavca bolj uspešni, saj smo ujeli 82 osebkov, v letu 2019 pa le en osebek. Kljub večjemu vloženemu naporu v letu 2020 se je metoda vzorčenja z vršami izkazala za manj uspešno v primerjavi z ostalimi metodami. Točnih razlogov ne poznamo, sklepamo pa, da je to posledica oportunističnega načina prehranjevanja trnavca. V gramoznicah je zanj hrane v izobilju, zato se v vrše ulovijo zgolj redki osebki.

Večino v vrše ujetih trnavcev (70 osebkov) v letu 2020 smo ulovili v Gramoznici 7. Preostalih 12 osebkov pa v Gramoznicah 1, 5 in 4. Na podlagi uspešnosti ulova v posameznih gramoznicah se je izkazalo, da je ulov trnavcev večji v gramoznicah z višjo populacijsko gostoto. Pri primerjavi uspešnosti metod ugotavljamo, da smo s postavljanjem vrš ulovili zanemarljiv delež vseh osebkov, podobno sta v svoji raziskavi ugotovila tudi Holdich in Black (2007). Delež samic ujetih v vrše je bil v primerjavi s samci manjši, razen v Gramoznici 4, kjer smo v vrše ujeli 2 samca in 2 samice. Merilo za uspešno eradikacijo je število ujetih samic. Do istih ugotovitev so prišli tudi Lele in Parvulescu (2017). V Gramoznici 4 smo v celem letu z različnimi metodami ujeli le 9 osebkov, štiri od teh v vrše. Uporaba te metode je smiselna predvsem v zamuljenih, z makrofiti in trstičjem preraščenih predelih, s povečano kalnostjo in posledično slabšo vidljivostjo.

Metoda lova z vršami je tudi selektivna metoda za različno velike osebke. Znano je, da se v vrše v povprečju ulovijo osebki večjih velikostnih razredov (Stebbig in sod., 2012); tudi v našem primeru so se v vrše lovili osebki večji od 25 mm. Poleg tega se raki slabše lovijo v vrše v katerih so že prisotni dominantni osebki (Peay in Hiley, 2001). Glede na dejstvo, da želimo z vračanjem samcev ohraniti delež dominantnih samcev, bi to lahko posledično dodatno vplivalo na uspeh ulova v vrše. Uspeh ulova z vršami se lahko poveča v določenih obdobjih, kot npr. v poznem poletju in jeseni, zaradi povečane aktivnosti rakov v času parjenja (Holdich in Black, 2007). V letu 2020 smo največ samcev ulovili v avgustu. Septembra in oktobra vrš zaradi slabega vremena in visokega vodostaja nismo postavili, zato podatkov za to obdobje nimamo. Samice so se v Gramoznici 7 v vrše uspešneje lovile v mesecu maju in avgustu. Večjo uspešnost ulova samic v maju si razlagamo z dvigom temperature in aktivnejšim prehranjevanjem, s čimer samice nadomestijo izgubljene zaloge tekom zime predvsem pri skrbi za zarod (Holdich in sod., 2006). V avgustu nastopi začetek paritvenega obdobja, ko se zaradi iskanja partnerjev poveča njihova aktivnost in s tem potrebe po hrani. Metoda lova z vršami se nam zdi primerna za lov predvsem na predelih, ki so pregloboki ali prezahtevni za brodenje ter na predelih, kjer smo z drugimi metodami manj uspešni. Kljub manjši učinkovitosti imamo v prihodnje namen vrše postaviti kot dopolnilno orodje predvsem na prej omenjenih območjih in v obdobju večje lovne uspešnosti.



6.1.2 Lov z roko

Metoda lova z roko je najučinkovitejša metoda v času nižjih temperatur, ko so raki globoko v svojih skrivališčih in se posledično slabše fiziološko odzivajo na električni tok. V letu 2020 smo omenjeno metodo uporabili predvsem v začetnih mesecih za spremljanje aktivnosti rakov in za lov samic z jajčeci na zadku. Lov z roko je služil tudi kot dodatna metoda, saj rakov, ki so skriti globoko v račinah in pod kamenjem, kljub temu, da elektrika vzdraži njihovo živčevje, ne ujamo, ker ostanejo v skrivališčih. S to metodo ulovimo rake vseh velikostnih razredov. Metoda je še posebej uporabna na plitvejših območjih z dobro vidljivostjo in veliko skrivališči. Ta metoda se je izkazala za najuspešnejšo metodo pri lovu samic z jajčeci. Z ulovom 24 samic, ki smo jim prešteli jajčeca oz. ravno izležene juvenilne osebkke, smo odstranili večje število trnavcev (2728) v primerjavi z vsemi ostalimi metodami, kjer smo lovili že samostojne rake (2072). To kaže na pomembnost odstranjevanja samic z jajčeci pri procesu eradikacije.

6.1.3 Elektroizlov

Za najučinkovitejšo metodo se je izkazala metoda elektroizlova z nahrbtnim agregatom in elektroizlova s čolna. S to metodo smo izlovili največje število osebke glede na napor. Metoda elektroizlova je poleg visoke lovne uspešnosti dokaj neselektivna, saj z njo ulovimo osebkke vseh velikostnih razredov in v večjem delu leta ni zaznati tako izrazite razlike v aktivnosti med samci in samicami (manjša spolna selektivnost) kot pri lovu z vršami. Z omenjeno metodo lahko lovimo tako juvenilne kot tudi odrasle osebkke. Slaba stran uporabe te metode so vpliv na ne-tarčne organizme, hrup in onesnaževanje z izpustom. Pomemben dejavnik pri elektroizlovu predstavlja izkušnost vzorčevalca - njegova hitrost, okretnost in sposobnost opazovanja. Določena območja so pri vzorčenju z nahrbtnim agregatom zaradi globine vode in zaraščenosti težko ali celo nedostopna, obenem pa ob določenih pogojih za vzorčevalca tudi nevarna. V tem primeru taka območja do določene globine lahko učinkovito izlovimo z elektroizlovom s čolna pod pogojem, da ima gramoznica primeren dostop za vplutje čolna in zadostno vidljivost. Metoda vzorčenja s čolna se je izkazala za zelo uspešno, saj smo s samo 4 vzorčenji ujeli kar 455 osebke trnavca. Kljub temu, da smo se nove metode poslužili v poznem poletnem in jesenskem času, oz. v obdobju, ko so raki zaradi začetka razmnoževalnega obdobja tudi bolj aktivni, smo mnenja, da ima ta metoda velik potencial za izvajanje ukrepov v prihodnje. Pri izvajanju te metode se nahajamo višje nad vodno gladino, kar nam omogoča boljši pregled nad večjim območjem, ker ne brodimo po vodi, pa lahko zaradi počasnejšega kaljenja vode bolj temeljito izlovimo rake na nekem območju. Obenem pri izlovu z nahrbtnim agregatom posamezno vzorčenje predstavlja obhod gramoznice. Zaradi kaljenja vode po prvem vzorčenju običajno ne moremo narediti naslednjega obhoda tik za prvim, medtem ko pri vzorčenju s čolnom lahko naredimo več zaporednih obhodov. Pri vzorčenju smo opazili, da električni tok vzdraži rake, da pogosteje zapustijo svoje zavetje. Ko se po prvem vzorčenju s čolnom ponovno vrnemo na vzorčeno območje, lahko ob ustreznih razmerah te rake naknadno ulovimo, saj so zaradi prvega električnega šoka zapustili skrivališča. Z nahrbtnim agregatom je to praktično nemogoče, saj dodatna teža agregata še pospešuje kaljenje na bolj muljasti podlagi. Pri metodi vzorčenja s čolna je tudi nekaj slabosti, saj za izvedbo potrebujemo vsaj 4 osebe na čolnu, medtem ko pri vzorčenju z nahrbtnim agregatom potrebujemo 2 osebi.



Iztlavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) iz gramoznic ob reki Dravi pod jezom Markovci, Slovenija. Drugo letno poročilo 2020. Life IP Life 17 IPE/SI/000011.

Zahtevna je tudi logistika in priprava na teren (prevoz čolna in spravljanje le tega v vodo, večji in težji stacionarni elektroagregat, potrebno posebno vozniško dovoljenje (kategorija BE) za vožnjo Toyota Hilux službenega vozila in prikolice s čolnom, saj največja dovoljena masa presega 4500 kg). V letu 2020 smo metodo elektroizlova s čolna testno uporabili samo v Gramoznici 7. Ker se je izkazala za učinkovito, jo bomo v naslednjem letu skušali uporabiti na širšem območju, v gramoznicah s primernim dostopom.

Z elektroizlovom lahko zajamemo osebke do maksimalne globine 2,5 m. Hirsch in sod. (2015) so ugotovili, da se trnavci večinoma zadržujejo do globine 3 m, redkeje do 5 m; iz tega sklepamo, da je trnavec lahko prisoten tudi v globljih predelih gramoznic. V letu 2020 smo opazili, da prihaja do zasipanja gramoznic, ki postajajo vedno bolj plitve, kar nam omogoča dostop do predelov, ki so bili v letu 2019 še nedostopni. Terensko delo smo na podlagi predhodnih ugotovitev (Bric, 2017; Semrajc, 2018) izvajali tako podnevi kot tudi ponoči. Potočni raki so nočno aktivne živali, kar se je pokazalo tudi pri primerjavi uspešnosti dnevnega in nočnega lova, izvedenega v istem dnevu. Kljub temu, da smo opravili temeljito vzorčenje že v dnevnem času, smo bili le nekaj ur za tem uspešnejši v nočnem času. V letošnjem letu smo zaradi ukrepov, namenjenih preprečevanju širjenja virusa (COVID 19) in razglašene epidemije, težko izvajali nočne terene, saj je bilo oteženo prenočevanje terenske ekipe. Pri trnavcu je za razliko od avtohtonih vrst potočnih rakov poleg nočne aktivnosti v manjši meri zaznana tudi aktivnost tekom dneva (Hirsch in sod. 2015) – lastnost, ki nam je v letošnjem letu zaradi manjšega števila nočnih terenov koristila.

6.1.4 Praznjenje Gramoznice 5

V letu 2020 smo opravili tudi pilotno praznjenje Gramoznice 5, ki je po površini med najmanjšimi in je tudi najbolj izolirana. Zaradi enkratnega dogodka praznjenja gramoznice in specifične izvedenega ukrepa, rezultatov, pridobljenih s to metodo ne moremo neposredno primerjati z rezultati ostalih metod. Ta metoda velja za organizacijsko najzahtevnejšo, zaradi specifičnih pogojev, ki jih terja izvedba, pa je ni mogoče izvajati kontinuirano in na vseh območjih. Kljub temu je bila uporaba te metode učinkovita z več plati, saj smo iz gramoznice poleg rakov odstranili tudi smeti in tujerodne ribe in školjke, ki jih ni bilo malo. Z občutnim znižanjem vodostaja gramoznice smo imeli pregled in dostop do globljih predelov, ki so nam bili prej nedostopni. Zaradi stalnega pritoka sveže podtalne vode je bilo praznjenje oteženo in dolgotrajno. Najnižjo gladino (okoli 75 cm) smo dosegli po sončnem zahodu. Poleg samega izlova trnavca smo zmanjšali tudi število skrivališč, podtalna voda, ki je napolnila gramoznico, pa je bila hladnejša in bolj bistra, kar je povečalo vidljivost. Z zmanjšanjem števila skrivališč smo dolgoročno vplivali na večjo izpostavljenost osebkom trnavca plenilskim ribam. Pred izvedbo samega projekta smo na podlagi predhodnih podatkov pričakovali nekoliko večje število ujetih trnavcev. Pregled območja nam je delno oviralo kaljenje vode. Veliko trnavcev je bilo skritih pod kamenjem, nekatere izmed njih smo z obračanjem le teh ujeli. Osebki, skriti globoko v substratu in odprtinah v obrežnem kamnometu na severnem delu gramoznice, so nam ostali nedostopni. Reže v kamnometu so bile pregloboke oz. preozke, da bi jih popolnoma dosegli z roko. Predvidevamo, da smo večino rakov iz Gramoznice 5 odstranili, ostale spregledane pa smo skušali odstraniti z uporabo električne bariere. V elektroizlovi, ki so sledili akciji praznjenja Gramoznice 5, smo ponovno ujeli osebke trnavcev,



Iztlavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) iz gramoznic ob reki Dravi pod jezom Markovci, Slovenija. Drugo letno poročilo 2020. Life IP Life 17 IPE/SI/000011.



med katerimi so bile tudi samice. Ulov samic pomeni, da metoda praznjenja ni popolnoma učinkovita, saj so kljub uporabi električne bariere nekateri trnavci preživeli.

6.1.5 Primerjava učinkovitosti metod

Metode zaradi svoje raznolikosti težko med seboj primerjamo. Zato smo v tem letu opravili analizo, s katero smo ugotavljali učinkovitost posamezne metode glede na čas, ki ga vzorčevalec porabi za samo vzorčenje.

Pri metodi vrš smo upoštevali čas za postavitve in dvig vrš, ne pa, koliko časa je vzorčenje potekalo (1 lovna noč). V primeru elektroizlova je upoštevan čas, ko je lov potekal. V nobenem primeru ni upoštevan čas, ki smo ga potrebovali za predpripravo, biometrijo ujetih osebkov in pospravljanje ter razkuževanje opreme.

Učinkovitost na vzorčevalca glede na napor (porabljen čas) je bila največja pri metodi elektroizlova s čolna. S to metodo smo v letu 2020 povprečno v eni uri na enega vzorčevalca ulovili 25 rakov. Poleg same izvedbe vzorčenja je pri tej metodi potrebna obsežna predpriprava, ki vključuje vplutje čolna, vkrcanje stacionarnega agregata in njegova povezava z anodo in katodo, porabljen čas pa je odvisen tudi od dostopnosti gramoznice. Po končanem vzorčenju je potrebno vso opremo pregledati, razkužiti in pospraviti. Za prevoz čolna na prikolici je za avtomobile, kot je Toyota Hilux, kupljen s sredstvi LIFE IP (2,2 t, dovoljena masa 3,2 t), masa skupaj s priklopnikom presegala 4,250 t. Navedeno pomeni, da je za vožnjo potreben poseben izpit kategorije B (96) ali BE. Med sodelujočimi pri projektu LIFE IP imata tak izpit samo dve osebi, ki pa nista 100% zaposlena na tem projektu in zaradi drugih nalog ne morata redno izvajati terenskega dela v okviru eradikacije trnavca. Obenem čoln in stacionarni agregat nista bila kupljena s sredstvi projekta LIFE IP. Zaradi izvajanja drugih nalog na ZZRS, kjer je imenovana oprema nujno potrebna, čoln in stacionarni agregat nista vedno razpoložljiva. Ekonomsko zahtevnejši je tudi prevoz čolna do vzorčnega mesta in njegovo razkuževanje.

Po učinkovitosti ulova se je za drugo najuspešnejšo metodo izkazal elektroizlov z nahrbtnim agregatom; s to metodo smo v letu 2020 povprečno v eni uri ujeli 8 osebkov na vzorčevalca. Predpriprava in pospravljanje oz. čiščenje opreme po vzorčenju je manj zamudno v primerjavi z ostalimi metodami. Anodo s sakom na elektroagregat lahko namestimo v nekaj minutah. Prav tako pa je tudi cenejše in krajše razkuževanje anode in katode po končanem vzorčenju. Glede na dodatno pripravo je ta metoda manj zahtevna od elektroizlova s čolnom.

Z metodo lova z roko smo ujeli 6 osebkov trnavca na osebo v eni uri vzorčenja. Predpriprave niso potrebne, po končanem terenskem dnevu je potrebno razkužiti le škornje in vedra, saj druge opreme za to metodo ne potrebujemo.

Metoda praznjenja gramoznice je poleg dolgotrajnega poteka vzorčenja zahtevala veliko vzorčevalcev in ostalih sodelujočih, zato se je izkazala za manj uspešno. V eni uri smo s to metodo ujeli 2 osebka na vzorčevalca. Sama priprava in razkuževanje opreme ter pospravljanje je po naši oceni potekalo okoli tri ure. Metoda je zahtevala tudi precej priprav in predhodnega dela v pisarni,



Iztlavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) iz gramoznic ob reki Dravi pod jezom Markovci, Slovenija. Drugo letno poročilo 2020. Life IP Life 17 IPE/SI/000011.

saj je bilo potrebno za tako akcijo pridobiti različna dovoljenja in uskladiti sam potek, kot tudi pomoč gasilcev, saj ZZRS ne razpolaga s tako močnimi črpalkami.

Metoda postavljanja vrš se je izkazala glede na ulov za najmanj učinkovito pri eradikaciji trnavca. V povprečju smo v letu 2020 v eni uri na vzorčevalca ujeli en osebek. Pri izračunu porabe časa smo upoštevali le čas postavitve in dviga vrš v posamezni gramoznici, a se je kljub temu uspešnost ulova na uro vzorčevalca izkazala za manj učinkovito. Sam prevoz med gramoznicami, priprava vab in vrš, čiščenje in razkuževanje opreme v izračun niso všteti; če bi dodatno upoštevali čas pred in po vzorčenju, ki je potreben za pravilno izpeljavo le tega, bi bila učinkovitost še manjša, podobno kot pri ostalih metodah. Za eno vzorčenje z vršami smo porabili 2 terenska dneva. Redko smo v tem času izvedli še vzorčenje s katero izmed ostalih metod, saj večinoma za to ni bilo časa, obenem pa smo tekom postavljanja in dvigovanja vrš skalili vodo do te mere, da je bila vidljivost slaba. Občasno smo na območjih, kjer se je kalnost vode zmanjšala do te mere, da smo osebke opazili, izvedli še lov z roko. Kot smo že omenili, smo za enkratno postavitev vrš v glavnih gramoznicah porabili dva dni, kar pomeni tudi dvakratno pot od ZZRS do vzorčnega mesta. Ulov je bil uspešen le v gramoznicah z večjo gostoto, izjema je že omenjena Gramoznica 4. Glede na vse navedeno menimo, da ima metoda postavljanja vrš majhen doprinos k eradikaciji trnavca, zato se bomo v naslednjih letih te metode posluževali le na nam manj dostopnih območjih, kot je npr. Gramoznica 3, in v globljih predelih ter v Gramoznici 4.

6.1.6 Načrtovanje uporabe metod v naslednjem letu

Glede na razgibanost terena in ekologijo trnavca smo mnenja, da je za učinkovito odstranjevanje te vrste ključna kombinacija različnih metod, saj žal popolna, univerzalna metoda odstranjevanja vrste ne obstaja. Prav vsaka metoda ima nekaj pozitivnih in negativnih lastnosti. Prav zaradi tega dejstva bomo še naprej, predvsem v težje dostopnih in globljih predelih uporabljali metodo lova z vršami. Na plitvejših predelih z veliko skrivališči in v času manjše aktivnosti se bomo posluževali metode lova z roko. Najpogosteje pa bomo izvajali elektroizlov. Za zelo učinkovito se je izkazala metoda elektroizlova s čolnom, ki jo nameravamo v naslednjem letu uporabiti še v ostalih gramoznicah, ki so dovolj globoke za vzorčenje s čolnom.

V naslednjem letu bo potrebno povečati napor na območju dolvodno od Gramoznice 8. Izlova bi se lahko lotili s sistematičnim nočnim pregledovanjem struge z uporabo metode lova z roko. Zaradi slabšega poznavanja terena in globljih predelov je v nočnem času vzorčenje z elektroagregatom nevarnejše. V primeru večjega števila vzorčevalcev, bi se lahko lotili nočnega transektnega vzorčenja rakov s pomočjo luči. Voda je na tem področju zelo bistra, zato bi bila vidljivost dobra. Prav tako načrtujemo uporabo metode elektroizlova s čolnom. Še naprej pa je pomembno okrepljeno izvajati eradikacijo predvsem v gramoznicah z visoko populacijsko gostoto (G1, G5 in G7) in s tem preprečiti nadaljnjo širjenje in povečanje populacije v ostalih gramoznicah, za katere kaže, da je v letošnjem letu številčnost trnavca v njih upadla. Na podlagi izkušenj iz preteklosti, se nam dozdeva, da je razporeditev samic med prezimovanjem zelo gručasta. Ker ne poznamo vseh optimalnih območij prezimovanja samic, bi bilo smiselno izvesti telemetrično spremljanje samic, saj bi lahko na ta način zelo tarčno definirali ta področja. V primeru najdbe območij, kje prezimuje



Iztlavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) iz gramoznic ob reki Dravi pod jezom Markovci, Slovenija. Drugo letno poročilo 2020. Life IP Life 17 IPE/SI/000011.

glavnina samic, bi lahko na teh področjih izvedli specifične ukrepe. Poleg samic nas zanima tudi gibanje in preživetje vrnjenih samcev, vendar slednje ni prioriteta.

Poleg metod, ki jih izvajamo, obstajajo tudi cenejše, morda učinkovitejše, a etično sporne metode, ki so podrobneje obrazložene v poročilu za leto 2019 (Mrzelj in sod., 2020). Zaradi možnih neželenih stranskih učinkov, pristojnosti, veljavne zakonodaje in pomislekov glede uporabe se teh metod v času projekta zaenkrat ne bomo posluževali. Vsekakor pa je smiselno slediti trendom in primerom dobre prakse pri eradikaciji invazivnih tujerodnih vrst.

6.1.7 Uspeh odstranjevanja trnavcev tekom sezone

Pri odstranjevanju trnavca v letu 2020, smo bili najuspešnejši v začetku jeseni (septembra) za razliko od leta 2019, ko je izstopala uspešnost ulova v avgustu. Večje število ujetih osebkov v septembru lahko potencialno pripišemo povečani aktivnosti zaradi začetka paritvenega obdobja, ki nastopi v obdobju nekoliko nižjih temperatur. To obdobje v evropskem prostoru običajno nastopi septembra (Hirsch in sod., 2015). Obenem pa večja uspešnost sovпада tudi z uporabo novih dveh metod elektroribolova iz čolna in praznjenja Gramoznice 5. Večji del ujetih osebkov je izhajal iz Gramoznice 7, v kateri smo bili tudi v lanskem letu (2019) najuspešnejši prav septembra. Najvišje povprečne mesečne temperature vode smo pričakovano zabeležili poleti.

Glede na število ujetih osebkov ocenjujemo, da je gostota populacije trnavca največja v Gramoznici 7, kjer so ujeti osebkovi predstavljali kar 75% vseh ujetih trnavcev v letošnjem letu. Po številu ujetih osebkov ji je sledila Gramoznica 5, katere ulov predstavlja 20 % vseh ujetih osebkov v letu 2020. Glede na lansko leto, je letošnji ulov v omenjenih gramoznicah večji od lanskega. Prav zaradi velike številčnosti trnavcev v obeh gramoznicah v letu 2019, smo v letu 2020 namensko povečali napor lova v njih. Preizkusili smo tudi nove metode, in sicer v Gramoznici 7 elektroizlov s čolna, v Gramoznici 5 pa pilotno praznjenje. Vse to se je obrestovalo v večji učinkovitosti in posledično v večjem številu ujetih osebkov. V preostalih gramoznicah je skupni delež ujetih osebkov znašal samo 5% celotnega ulova.

V ostalih gramoznicah smo v letu 2020 ujeli manj osebkov, kot v letu 2019. Po številu ujetih osebkov sicer izstopa še Gramoznica 1, kjer smo ujeli 118 osebkov, v primerjavi z ujetimi 585 osebkovi v letu 2019 (Mrzelj in sod., 2020). Prav tako se je očitno zmanjšalo število ujetih osebkov v Gramoznicah 2 in 4, kjer smo leta 2019 ujeli 353 osebkov (G2) in 226 osebkov (G4), leta 2020 pa le 12 osebkov (G2) in 9 osebkov (G4). V Zatoku smo leta 2019 ujeli 49 osebkov, leta 2020 pa le 4 osebkove. V Gramoznicah 8 in 6 je število ujetih osebkov v obeh letih podobno, in sicer v letu 2019 13 osebkov (G8) in 10 osebkov (G6), v letu 2020 pa 9 osebkov (G8) in 3 osebkovi (G6) (Mrzelj in sod., 2020). To kaže na trend upadanja populacije na območju omenjenih gramoznic, vidimo da število ujetih osebkov v Zatoku in Gramoznicah 2 in 4 sovпада s številom leta 2019 ujetih osebkov na robnih predelih populacije, kar bi lahko pripisali uspešni izvedbi ukrepov v preteklem letu. Pri interpretaciji rezultatov smo nekoliko previdni, saj je leto 2020 zaznamovala epidemija (COVID 19). To je, kot smo že omenili, vplivalo na število izvedenih nočnih terenov in pomoč zunanjih sodelavcev. Na podlagi primerjave uspešnosti med dnevnimi in nočnimi tereni smo ugotovili, da smo v nočnem času kar 2x uspešnejši od ukrepov izvedenih v dnevnem času. Poleg



Iztlavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) iz gramoznic ob reki Dravi pod jezom Markovci, Slovenija. Drugo letno poročilo 2020. Life IP Life 17 IPE/SI/000011.

epidemije pa smo zaradi vremenskih razmer in praznjenja Ptujkega jezera bili ovirani pri izvajanju vzorčenj septembra, oktobra in v začetku novembra, kar gotovo vpliva na manjše število ujetih osebkov v tem času. Glede na podatke iz leta 2019 je sicer aktivnost trnavcev in s tem učinkovitost ulova v septembru in oktobru, razen v Gramoznici 7, upadla in ne narastla (Mrzelj in sod., 2020). Kljub izvedbi manjšega števila nočnih terenov, pa so bili tereni izvedeni v letu 2020 razporejeni čez celo leto, medtem ko smo v letu 2019 z izlovom intenzivneje pričeli šele z julijem, ko sta bili na LIFE IP zaposleni dve novi osebi.

Vrhunec lovne sezone glede na uspeh ulova so v letu 2020 predstavljali meseci julij, avgust in september. V teh mesecih je bil uspeh verjetno posledica večje aktivnosti rakov v večini gramoznic zaradi višjih temperatur in daljše fotoperiode.

V gramoznicah dolvodno od Gramoznice 8 letos nismo potrdili prisotnosti trnavca, to bi lahko pripisali tudi manj intenzivnemu vzorčenju. Zaradi neurij in padlih dreves je bilo območje težko dostopno. Ob višjih vodah je Gramoznica 8 povezana z Gramoznico 7, kar pomeni, da se lahko osebkovi razširjajo dolvodno. Velika verjetnost pa je, da jim bolj ustreza habitat v gramoznicah, saj je za to vrsto značilno, da kljub temu da poseljujejo zelo različne habitate, raje izbirajo tople, počasi tekoče vode (Henttonen in Huner, 1999; Puky in Schad, 2006; Holdich in sod., 2006).

6.1.8 Razmerje med spoloma

Razmerje med samci in samicami, izračunano iz ujetih osebkov v letu 2017 je bilo 1,02:1. Leta 2018 smo zabeležili razmerje 1:1,16, v letu 2019 1:1,09. Ker smo v vzorec zajeli osebkove 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 1:0,8 v prid samcem. To nakazuje, da se je delež samcev v populaciji pričel povečevati na račun izločanja samic in vračanja samcev (CLR nad 20 mm), kar je bil naš izvorni cilj. V kolikor je upad deleža samic resnično povzročil učinek izvedenih ukrepov, se bo delež samic v prihodnjem letu še dodatno zmanjšal.

Če razmerje med spoloma pogledamo podrobneje po posameznih gramoznicah, se izkaže, da je v večini gramoznic razmerje v prid samcem. Izjema sta le Zatok, kjer je razmerje med spoloma 1:1 in Gramoznica 2, kjer je razmerje v prid samicam. V Gramoznici 6 smo v celotnem letu 2020 večkrat ujeli le enega samca. V Gramoznicah 2, 4, 6, 8 in Zatoku je bil vzorec ujetih trnavcev tako majhen, da težko podajamo kakršne koli ugotovitve glede razmerja med spoloma.

V jesenskih mesecih se je v Gramoznicah 5 in 7 delež samic v ulovu v primerjavi z ostalimi meseci povečal. Povečanje deleža samic v tem obdobju je verjetno posledica povečane aktivnosti samic v času paritvenega obdobja. V Gramoznici 7 je bil delež ujetih samic v mesecu aprilu večji od deleža ujetih samcev. V spomladanskem obdobju smo se osredotočili na iskanje samic z jajčeci, najbolj aktivno prav v Gramoznici 7. Iskali smo jih pod večjimi skalami in v izkopanih račinah. Zato je velika verjetnost, da je večji delež ulovljenih samic v aprilu posledica tarčnega iskanja samic. V aprilu smo za lov trnavca uporabili le dve metodi, in sicer lov z roko, ki je potekal predvsem v plitvinah in vrše, ki so se izkazale za manj uspešno metodo lova trnavca. Hirsch in sod. (2016) so



Iztlavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) iz gramoznic ob reki Dravi pod jezom Markovci, Slovenija. Drugo letno poročilo 2020. Life IP Life 17 IPE/SI/000011.

ugotovili, da se samice v času skrbi za potomstvo zadržujejo pod kamni v plitvinah. Na podlagi teh ugotovitev smo v spomladanskem času samice z metodo lova z roko prednostno iskali na območjih, ki jih navajajo v omenjeni raziskavi. S to metodo smo ujeli večino samic z jajčeci. Spomladi se aktivnost samic poveča takoj, ko izvaljeni juvenilni osebki postanejo samostojni. Samice se pričnejo aktivno prehranjevati, da nadomestijo izgubljene zaloge, ki jih porabijo v času inkubacij jajčec (Holdich in sod., 2006). Maja je bil delež samic v Gramoznici 7 ujetih v vrše večji kot v ostalih mesecih, kar je lahko posledica aktivnega prehranjevanja.

6.1.9 Velikost ujetih osebkov

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, najverjetneje zaradi spoznavanja s terenom in iskanja najboljših metod, predvsem pa zaradi manjšega vloženega navora v izlov trnavca. V letu 2018 smo izlov izvajali nekoliko intenzivneje in z bolj optimiziranimi metodami, kar se je odrazilo v številu ujetih osebkov. V letu 2018 smo ulovili v povprečju precej manjše osebkove (CLR: 21,36 mm) kot v letih 2017 (CLR: 29,53 mm), 2019 (CLR: 30,39 mm) in 2020 (31,97 mm). Glede na trenutno zbrane podatke, se nakazuje trend ulova večjih osebkov vsako naslednje leto. Pri samcih je ta trend bolj očiten, verjetno zaradi vračanja osebkov. Pri samicah so razlike v velikosti CLR med leti nekoliko manjše, ampak trend naraščanja velikosti je še vedno opazen. Če se bo trend z leti nadaljeval, to nakazuje na lov starejših osebkov, ker je mlajših vedno manj. Obstaja tudi verjetnost, da je velikost ujetih osebkov posledica različne stopnje rasti po gramoznicah. Večina ujetih osebkov v letu 2020 izhaja iz Gramoznice 7. Biometričnih analiz rakov, ki bi potrdile to razlikovanje še nismo opravili.

Velik delež juvenilnih osebkov v letu 2018 je bil ujet v Gramoznici 1. Spomladi 2019 so bila na delu Gramoznice 1 opravljena intervencijska dela, s katerimi so ponovno poglobili povezavo med Dravo in Gramoznico 1. Predvidevamo, da je premeščanje substrata negativno vplivalo na številčnost juvenilnih osebkov v letu 2019 in bi se ga bilo ob dokazanem vplivu na zmanjšanje populacije smiselno posluževati tudi v prihodnjih letih, če bi se delež juvenilnih osebkov povečal. V letu 2017 in 2019 so bili ulovljeni samci in samice približno enako veliki, medtem ko so bile v letu 2018 ujete samice nekoliko večje, v letu 2020 pa manjše. Večje samice imajo v povprečju večje število jajčec (Kozak in sod., 2015). Kar je lahko tudi razlog za tako številčno populacijo v Gramoznici 7, kjer smo opazili, da so osebki večji kot v drugih gramoznicah. Manjše samice v primerjavi s samci so verjetno posledica vračanja odraslih dominantnih samcev nazaj v gramoznice. Glede na leto 2018 smo v letu 2019 in 2020 ulovili manj juvenilnih osebkov. Slabši ulov juvenilnih osebkov v zadnjih dveh letih je lahko posledica spremenjene starostne in spolne strukture v Gramoznici 1. Poleg aktivnosti odstranjevanja na manjšanje populacije trnavca vpliva tudi premeščanja substrata z visokimi vodami in neugodne temperaturne razmere v ključnih razvojnih fazah. Zaradi aktivnega iskanja samic z jajčeci v spomladanskem času, predvsem na optimalnih prostorih za nadaljnji razvoj juvenilnih osebkov, verjetno vplivamo tudi na delež uspešno izležjenih rakcev.



Iztlavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) iz gramoznic ob reki Dravi pod jezom Markovci, Slovenija. Drugo letno poročilo 2020. Life IP Life 17 IPE/SI/000011.

Največ samic z jajčeci smo ulovili v gramoznici 7. Kljub vsemu pa zaradi majhne velikosti podmladka obstaja velika verjetnost, da nismo odkrili še vseh optimalnih prostorov za razvoj juvenilnih osebkov. V naslednjem letu bi bilo potrebno izpopolnit metode, s katerimi bi ujeli tudi majhne osebke v obdobju od maja do avgusta. Morda je smiselna uporaba metode »kick sampling« (metoda, ki se uporablja za vzorčenje nevretenčarjev, ki živijo na dnu tekočih (lotičnih) vodnih teles, kjer je mreža pod vodo in se okoliški substrat zaradi brcanja premešča in preganja organizme v željeni smeri v past) v plitvinah in izdelava ter postavitve ekoloških pasti.

6.1.10 Število ponovno ujetih osebkov

Za označevanje in ponovni izpust samcev smo se odločili na podlagi raziskav (Manfrin in sod., 2019), kjer so ugotovili, da se zaradi izlova odraslih dominantnih samcev zmanjša vpliv kompeticije in predacije nad juvenilnimi osebkami, kar dolgoročno vodi v povečanje številčnosti populacije. Da bi zmanjšali delež juvenilnih osebkov v populaciji, smo z vračanjem samcev ohranjali nivo kanibalizma in zasedenost optimalnih skrivališč. Odrasli samci s tem izvajajo pritisk na juvenilne osebke.

Označevanje in vračanje samcev nam v idealnih pogojih omogoča tudi približno oceno velikosti populacije in sledenje potencialnih premikov med gramoznicami.

Samice z jajčeci so zaradi varovanja zaroda spomladi manj aktivne kot samci, zato jih tudi težje ujamo. Zaradi odstranjevanja samic iz populacije se lahko zgodi, da samice hitreje spolno dozori in imajo večje število jajčec (Gherardi in sod., 2011). Pri trnavcu je znana tudi apomiktična partenogeneza, kar eradikacijo trnavca dodatno oteži. Zaenkrat apomiktične partenogeneze v naravi še niso opazili (Kozak in sod., 2015).

Uspešnost ponovnega ulova osebkov v letošnjem letu je manjša v primerjavi z lanskim letom, predvsem na račun manj opravljenih nočnih terenov, saj se je v letu 2019 pogosto dogajalo, da smo osebek označen v dnevem vzorčenju, ponovno ujeli še ponoči. Število ponovno ujetih osebkov glede na gramoznice je seveda sorazmerno s številom osebkov, ki smo jih označili. Tako smo največ osebkov ponovno ujeli v Gramoznici 7 in Gramoznici 5. Zanimiv podatek je, da smo v aprilu 2020 v Gramoznici 6 oz. v zatonu pred to gramoznico ujeli osebek, označen in ponovno ujet leta 2019 (26.9.2019; 27.9.2019) v Gramoznici 4. Ta isti osebek smo potem v maju 2020 ujeli še dvakrat, potem pa ne več. Samec je bil pri prvi najdbi v letu 2020 poškodovan in brez 1 škarje, ko je bil ujet drugič je bil že brez obeh škarij in dela hodilk. Med posameznimi ulovi je bilo na tem območju več visokih vod, ki bi lahko bile razlog za omenjene poškodbe. Prav tako smo tudi v Gramoznici 7 aprila 2020 ujeli dva osebka, ki sta bila označena v avgustu in septembru 2019 (13.8.2019; 10.9.2020). Omenjene najdbe kažejo na dobro obstojnost oznake z markerjem. V vseh treh primerih smo osebek označili pred obdobjem parjenja, kar pomeni, da so že prešli v FI-spolno aktivno obliko (Kozak, 2015), ki jo raki obdržijo do pomladanskega časa, ko pride do ponovne levitve. V nasprotnem primeru je pri raki zaradi pogostosti levitev, sploh pri manjših osebkih, uporaba ne-invazivne metode označevanja kratkotrajna, saj se oznake z levitvijo ne obdržijo. V Gramoznici 4 smo letos ponovno ujeli dva osebka, ki smo ju označili tekom praznjenja gramoznice 5. Do ponovnega ulova je prišlo po praznjenju Ptujkega jezera. V primeru, ko se



Iztlavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) iz gramoznic ob reki Dravi pod jezom Markovci, Slovenija. Drugo letno poročilo 2020. Life IP Life 17 IPE/SI/000011.

pretok iz jezua Markovci poveča nad 300 m³/s so vse gramoznice med seboj povezane. Pri trnavcu je bila zaznana disperzija po kopnem (Pukey, 2014), vendar v našem primeru ne moremo trditi da so trnavci potovali med gramoznicami po kopnem. Predvidevamo, da prihaja do prehajanja osebkov po vodi, kadar so le te povezane.

Glede na to, da je bil delež ponovno ulovljenih osebkov majhen, menimo, da je populacija trnavca na območju gramoznic dokaj velika. Za natančnejšo oceno številčnosti z različnimi metodami (metode lova in ponovnega ulova in metode izločanja) se nismo odločili zaradi več razlogov (vpliv električnega toka, obstojnost značk, vpliv sezone, lovni napor in vremenske razmere - ekstremno visok vodostaj).

Zaradi pogostega elektroizlova lahko potencialno vplivamo na preživitveno sposobnost vrnjenih osebkov. Peay in sod. (2014) so poizkušali odstraniti signalnega raka v manjšem potoku s pomočjo ponavljajočega elektrošoka. Ugotovili so, da so osebkom, ki so bili izpostavljeni elektrošoku, pogosto odpadle škarje. Tekom naše terenske aktivnosti smo bili previdni, da rakov nismo prijemale za škarje takoj po izpostavljenosti električnem toku in s tem v večji meri preprečili lastnost, ki jo opisujejo tudi Westman in sod. (1979). Prav zaradi previdnosti se je zelo poredko zgodilo, da so rakom odpadle škarje zaradi vpliva električnega toka. Elektrošoki imajo močnejši vpliv na manjše (<30 mm CLR) in juvenilne osebkke (<10 mm CLR), pri katerih lahko povzročijo celo smrt (Peay in sod., 2014). Osebkom, ki jim odpadejo škarje, se spremenijo vedenjske navade, zaradi omejene obrambe pa postanejo lažji plen plenilcem. Zaradi odpadlih škarij osebki nazadujejo tudi v rasti, ker veliko energije vložijo v regeneracijo novih, ki so manjše od prvotnih. Ker so taki osebki manjši, to dolgoročno vodi v manjšo intraspecifično kompeticijsko sposobnost (Kozak in sod., 2007). Zaradi stalnih stresnih razmer, ki jih povzročamo z elektrošoki, lahko potencialno trnavec, ki mu oslabimo imunski sistem, postane bolj dovzeten in manj odporen na račjo kugo, kar lahko vodi v povišano smrtnost osebkov zaradi okužbe (Pârvuelescu in sod., 2012). Kljub temu, da je na območju gramoznic bila potrjena prisotnost račje kuge (Mrzelj in sod. 2020), poginulih osebkov nismo našli, zato povečane smrtnosti ne moremo potrditi.

6.1.11 Ozaveščanje

V okviru akcije praznjenja Gramoznice 5 smo skupaj z Zavodom Štirna, ki vodi komunikacijo v okviru LIFE IP projekta, oblikovali interpretativno gradivo za komunikacijo z javnostjo naslovljeno »Rak trnavec v Sloveniji: še imamo čas, da preprečimo njegovo širjenje«. Novica dogodka je bila objavljena tudi na uradni strani Natura2000.si, na Facebook strani, in na spletni strani zzrs.si, vključen je bil tudi krajši posnetek poteka praznjenja. Ozaveščanje širše javnosti, predvsem naključnih mimoidočih, smo izvajali tudi tekom samih vzorčenj. Okoliški sprehajalci in tudi ribiči so pogosto pokazali zanimanje za naše delo, tekom pogovora smo predstavili tudi samo problematiko tujerodnih in invazivnih vrst. Dogodka praznjenja gramoznice se je udeležila tudi novinarka lokalnega časopisa Štajerski tednik, ki je o dogodku objavila članek (dan izdaje 6. 11. 2020, str. 18).



Izlavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) iz gramoznic ob reki Dravi pod jezom Markovci, Slovenija. Drugo letno poročilo 2020. Life IP Life 17 IPE/SI/000011.

V januarju 2021 je bil v Nedeljskih novicah (str. 33) objavljen prispevek novinarja Janeza Petkovška z naslovom »Invazivni raki in školjke izpodrivajo domače vrste«, kjer je prav tako predstavljeno delo projekta LIFE IP in problematika invazivnih vrst.



7 SKLEPI IN ZAKLJUČKI

- V letu 2020 smo, tako kot v letu 2019, izvajali ukrep odstranjevanja populacije trnavca na edini znani lokaciji za to vrsto v Sloveniji. Samice smo aktivno odstranjevali, med tem ko smo označene, spolno zrele samce vračali na mesta ulova.
- Na območju razširjenosti smo s kombinacijo metod skupaj ujeli 2072 osebkov, kar je 281 manj kot v letu 2019, ko smo jih ujeli 2353.
- Pri pregledu območja smo ugotovili, da je vrsta še vedno razširjena znotraj območja gramoznic. Izven znanega območja trnavcev nismo zasledili. Ocenjujemo, da so posamezni osebki preko Zatoka in Kanala 2 potencialno prešli v reko Dravo, predvsem pri najvišjih pretokih. Trnavca v vodnih telesih dolvodno od Gramoznice 8 v letu 2020 nismo potrdili.
- Z metodami elektroizlova smo ulovili največje število osebkov glede na napor. Kljub temu, da smo bili z metodo lova z vršami in lova z rokami manj uspešni, sta ti metodi uporabni za lov tistih osebkov, ki jih zaradi omejitev izvedbe elektroizlova ne ulovimo. Ker imajo vse izmed uporabljenih metod v določenih predelih in sezonskih obdobjih pomanjkljivosti in prednosti, smo mnenja, da je za učinkovito odstranjevanje osebkov potrebna kombinacija sprejemljivih metod.
- Največ trnavcev smo ujeli v Gramoznici 7, kjer smo ulovili kar 75 % vseh osebkov. Sledila je Gramoznica 5 v kateri je bilo ujetih 20 % vseh osebkov. Že v letu 2019 smo ocenili, da se tu nahaja največji del populacije trnavca, zato smo ti dve gramoznici v letu 2020 iztlavljali najbolj intenzivno in obenem tukaj tudi preizkusili novi metodi odstranjevanja. V obeh omenjenih gramoznicah smo tako leta 2020 ujeli več osebkov kot leta 2019.
- Ulov trnavcev je bil v letu 2020, v primerjavi z ulovom leta 2019 v Zatoku in Gramoznicah 1, 2, 4, 6 in 8 manjši, kar kaže na napredek v zmanjševanju populacije.
- V obdobju lovne sezone (2020) je bilo razmerje med samci in samicami na celotnem območju 1:0,8 v prid samcem. V letu 2019 je bilo razmerje med spoloma v prid samicam, in sicer 1:1,09. Predvidevamo, da se kaže vpliv vračanja označenih samcev in odstranjevanje samic iz populacije. Večji delež samcev v populaciji kaže na uspešnost trenutno izvedenih aktivnosti.
- V letošnjem letu je povprečna dolžina glavoprsja z rostrumom vseh ujetih osebkov merila 31,97 mm (CLR), kar je več kot v letu 2019 (CLR: 30,39 mm) ter letu 2017 (CLR: 29,53



Iztlavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) iz gramoznic ob reki Dravi pod jezom Markovci, Slovenija. Drugo letno poročilo 2020. Life IP Life 17 IPE/SI/000011.

mm) in letu 2018 (CLR: 21,36 mm). Iz povprečnih velikosti samcev in samic je opazen trend večanja velikosti ujetih osebkov. Trend nakazuje staranje populacije.

- Označili smo 815 osebkov trnavca, kar je 108 več kot v letu 2019, ponovno pa smo ujeli 72 osebkov, kar je 18 manj kot v letu 2019. Majhno število ponovno ujetih osebkov še vedno kaže na veliko populacijo trnavca na območju gramoznic.
- V prihodnjem letu bomo nadaljevali z odstranjevanjem trnavcev iz sistema gramoznic in ponovno pregledali širše območje razširjenosti, predvsem sotočje Dravinje in Drave.
- O nevarnosti invazivnih vrst, predvsem trnavca smo ozaveščali lokalno prebivalstvo (tudi direktno na terenu). Na temo invazivnih tujerodnih vrst sta bila napisana dva članka v časopisih.



8 ZAHVALA

Za vsa pomoč in sodelovanje tekom terenskega dela bi se še posebej radi zahvalili:

- Članom ribiške družine Ptuj,
- gasilcem PGD Nova vas pri Markovcih,
- VGP Ptuj d.o.o., Nevenu Verdniku za geodetske izmere in posnetke z dronom,
- ekipi ZRSVN (Tamara Karlo, Jasmina Kotnik) za pomoč,
- DRSVN za hitro reševanje postopkov pri pridobivanju dovoljenja za črpanje vode iz gramoznice,
- ekipi Štirne, ki je skrbela za komunikacijo z javnostjo,
- novinarki Štajerskega tednika Mojci Zemljarič za objavo v časniku,
- vsem mimoidočim, ki so z zanimanjem spremljali naše delo,
- Dr. Jasni Lajtnar iz oddelka za zoologijo, Prirodoslovno matematične fakultete Univerze v Zagrebu za določitev invazivne tujerodne školjke azijske bisernice.



9 LITERATURA

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

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.

Dravske elektrarne Maribor, 2021. Spletni viri in pogovori preko e-pošte.

Filipová, L., Lieb, D. A., Grandjean, F., Petrusek, A., 2011. Haplotype variation in the spiny-cheek crayfish *Orconectes limosus*: colonization of Europe and genetic diversity of native stocks. Journal of the North American Benthological Society, 30(4), 871-881.

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

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.

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.

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.



Izavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) iz gramoznic ob reki Dravi pod jezom Markovci, Slovenija. Drugo letno poročilo 2020. Life IP Life 17 IPE/SI/000011.

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.

International Union for Conservation of Nature, 2020. IUCN Red List of Threatened Species, Version 2020-2.

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.

Lele, S., Parvolescu, L., 2017. Experimental evidence of the successful invader *Orconectes limosus* outcompeting the native *Astacus leptodactylus* in acquiring shelter and food. *Biologia* 72, 877-885.

Maguire, I., Klobučar, G., 2003. Appearance of *Orconectes limosus* in Croatia. *Crayfish news* (1023-8174) 25; 7-7.

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.

Mrzelj, L., Kukulja, V., Marguč, D., 2020. Izavljanje 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.

Pârvulescu, L., Schrimpf, A., Kozubíková, E., Cabanillas, Resino S., Vrålstad, T., Petrušek, A., Schulz, R., 2012. Invasive crayfish and crayfish plague on the move: first detection of the plague agent *Aphanomyces astaci* in the Romanian Danube. *Diseases of aquatic organisms*, 98: 85-94.

Peay, S., Hiley, P., 2001. Eradication of alien crayfish. Phase II. Environmental Agency Technical Report W1-037/TR1. Environ Agency, Bristol, 118 str.

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.



Iztlavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) iz gramoznic ob reki Dravi pod jezom Markovci, Slovenija. Drugo letno poročilo 2020. Life IP Life 17 IPE/SI/000011.

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.

Roškar, B., 2012. Hidroelektrarne na reki Dravi in njihov vpliv na poplavno ogroženost. Diplomsko delo, Višja prometna šola Maribor.

Semrajc, B., 2018. Priprava strokovnih podlag pri uveljavitvi ukrepov za odstranitev in obvladovanje vodnih invazivnih tujerodnih vrst. Poročilo o izvedenih aktivnostih v letu 2018. Zavod za ribištvo Slovenije, Ljubljana 2018.

Sepros, R., Farkas, A., Sebestyen, A., Lokkos, A., Kelbert, B., Gal, B., Puky, M., Weiperth, A., 2018. Current status and distribution of non-native spiny cheek crayfish (*Faxonius limosus* Rafinesque, 1817) in lake Balaton. Hungarian Agricultural Research 2018/3. 20-26.

Stebbig P., Longshaw M., Taylor N., Norman R., Lintott R., Pearce F., Scott A., 2012. Review of methods for the control of invasive crayfish in Great Britain. CEFAS. Contract C5471 final report

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

Weinländer, M., Müller, M., Vogl, G., Niedrist, G., 2019. Wiederentdeckung des Edelkrebse im Weissensee in Koexistenz mit dem Kamberkrebs – Resistenz gegenüber der Krebspest? Carinthia II: 635-654.

Westman, K., Pursiainen M., 1979. Development of the European crayfish *Astacus astacus* (L.) and the American crayfish *Pacifastacus leniusculus* (Dana) populations in a small Finnish lake. Freshwater crayfish 4 (1979): 243-250.