

Izlavljanje invazivnega tujerodnega raka trnavca *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817) iz gramoznic ob reki Dravi pod jezom Markovci, Slovenija, v letu 2023

Peto letno poročilo
Akcija C.1.4.



Avtor (avtorji) / Author: Diana Marguč, Luka Mrzelj
Soavtorji / Co-authors: mag. Aljaž Jenič, Valentina Pernat

Spodnje Gameljne, 31. 01. 2024

www.natura2000.si

Projekt:	LIFE-IP NATURA.SI: LIFE Integriran projekt za okrepljeno upravljanje Nature 2000 v Sloveniji – LIFE17 IPE/SI/000011
Akcija:	C.1 IZVEDBA KONKRETNIH AKCIJ OHRANJANJA NA PILOTNIH OBMOČJIH <u>C.1.4 Konkretni ohranitveni ukrepi na vodah Štajerske</u> Iztlavljanje invazivnega tujerodnega trnavca <i>Faxonius limosus</i> (Rafinesque, 1817) iz gramoznic ob reki Dravi pod jezom Markovci, Slovenija, v letu 2023.
Action:	C.1 IMPLEMENTATION OF CONCRETE CONSERVATION MEASURES IN IP PROJECT AREAS <u>C.1.4 Concrete conservation measures on waters of Štajerska Region</u>
Title:	Removal of the invasive Spiny-cheek crayfish <i>Faxonius limosus</i> (Rafinesque, 1817) from gravel pits near the Drava River, close to Nova vas pri Markovcih, Slovenija, in 2023.
Izdelek:	Letno poročilo o napredku in izvedbi ukrepov na pilotnih območjih s strani projektnega partnerja Zavoda za ribištvo Slovenije
Deliverable:	Yearly progress reports on measures implemented in the field, implemented by ZZRS
Nosilec projekta:	Ministrstvo za naravne vire in prostor Dunajska 48 SI-1000 Ljubljana
Izvajalec naloge:	Zavod za ribištvo Slovenije Spodnje Gameljne 61a SI-1211 Ljubljana Šmartno
Nosilec naloge:	mag. Aljaž Jenič, univ dipl. biol.
Delovna skupina:	Diana Marguč, univ dipl. biol Luka Mrzelj, dipl. biol. (UN) Valentina Pernat, mag. biol. in ekol. z naravovar. Maša Panjan, mag. var. nar. Urban Žurbi, lesarski tehnik mag. Maša Čarf, univ. dipl. biol.
Številka:	410-3/2019-54
Datum:	31.01.2024

Zahvala

Draganu Pojetu, Gaji Mrzelj, Ivu Bjelčeviču, Klemnu Gabrijelu, Luku Žoharju in Tinetu Gabrijelu se zahvaljujemo za vso pomoč na terenu.

Kazalo vsebine

1. Uvod	8
1.1 Opis vrste: Trnavec (<i>Faxonius limosus</i>)	8
1.2 Opis območja: Gramoznice ob Dravi pri vasi Markovci	10
2. Materiali in metode dela	12
2.1 Elektroizlov z brodenjem	12
2.2 Lov z roko/obračanje kamenja	13
2.3 Postavitev ekoloških pasti	13
2.4 Mehansko odstranjevanje makrofitov	14
2.5 Monitoring uspešnosti izlova trnavca	14
2.6 Meritve fizikalno kemijskih lastnosti vode v gramoznicah	15
2.7 Morfometrične meritve trnavcev	15
2.8 Obdelava podatkov	15
3. Rezultati	16
3.1 Razmere na terenu	16
3.2 Primerjava metod	19
3.3 Analiza populacijskih parametrov trnavca v letu 2023	20
3.4 Monitoring uspešnosti izlova trnavca	28
3.5 Primerjava populacijskih parametrov med letoma 2017 in 2023	29
3.6 Signalni rak na območju gramoznic	31
4. Diskusija	32
4.1 Primerjava metod	32
4.2 Analiza populacijskih parametrov trnavca v letu 2023	33
4.3 Monitoring uspešnosti izlova	34
4.4 Signalni rak na območju gramoznic, drift kot posledica visokih vod	34
5. Zaključki/Conclusions	35
6. Viri in literatura / References	36

Kazalo slik

Slika 1: Trnavec (<i>Faxonius limosus</i>) (foto: ZZRS).....	8
Slika 2: Razširjenost raka trnavca v Sloveniji	9
Slika 3: Prostorski prikaz obravnavanih gramoznic ob reki Dravi pod jezom Markovci.	11
Slika 4: Primer dnevnega elektroizlova z nahrbtnim agregatom (foto: ZZRS).....	12
Slika 5: Primer lova z roko (foto: ZZRS).....	13
Slika 6: Primer postavitve (levo) in pregledovanja (desno) ekoloških pasti /zidakov (foto: ZZRS)..	13
Slika 7: Primer mehanskega odstranjevanja makrofitov (foto: ZZRS).....	14
Slika 8: Izvajanje meritev trnavcev na terenu (levo) prikaz zaroda ene samice trnavca (desno) (foto: ZZRS).....	15
Slika 9: Zaledenela Gramoznica 7 (foto: ZZRS).....	16
Slika 10: Skoraj povsem presušen Zatoka (levo) in vtoka v Gramoznico 1 pod prepustom (desno). Sliki sta nastali februarja 2023 (foto: ZZRS).....	17
Slika 11: Slika normalnega vodostaja Zatoka (levo) in vtoka v Gramoznico 1 (desno) v mesecu juniju 2023 (foto: ZZRS).....	17
Slika 12: Pojav naplavin v Gramoznici 5 po avgustovskih poplavah 2023 (levo), podrti drevo prek Zatoka (desno) (foto: ZZRS).....	17
Slika 13: Visoka voda v času sanacije Ptujkega jezera pozimi 2023, slikana je cesta med Gramoznico 4 in Gramoznico 6 (foto: ZZRS).....	18
Slika 14: Temperatura vode v posamezni gramoznici v letu 2023.....	19
Slika 15: Razmerje med spoloma ujetih osebkov trnavca na območju gramoznic v letu 2023.....	20
Slika 16: Prikaz regeneracije samčevih gonopodov (foto: ZZRS).....	21
Slika 17: Samica s razvitimi tremi genitalnimi odprtini (levo), samec z razvito eno žensko genitalno odprtino (desno) (foto: ZZRS).....	21
Slika 18: Samica z jajčeci (foto: ZZRS).....	21
Slika 19: Število ujetih osebkov in razmerje med spoloma v posameznem mesecu leta 2023. Napor (N) predstavlja število terenskih dni.....	22
Slika 20: Parjenje trnavcev (foto: ZZRS).....	23
Slika 21: Prikaz števila samic in samcev, ujetih v posamezni gramoznici z večjo gostoto trnavca v letu 2023. Samci z razvitimi ženskimi genitalnimi odprtini zaradi majhnega števila niso prikazani.....	24
Slika 22: Prikaz števila samic in samcev, ujetih v posamezni gramoznici z manjšo gostoto trnavca v letu 2023. Samci z razvitimi ženskimi genitalnimi odprtini zaradi majhnega števila niso prikazani.....	25
Slika 23: Razmerje med spoloma ujetih trnavcev v posameznih gramoznicah v letu 2023. N predstavlja skupno število ujetih trnavcev v posamezni gramoznici.....	25
Slika 24: Skupno število ujetih osebkov trnavca v posameznih gramoznicah v posameznem mesecu leta 2023.....	26
Slika 25: Prikaz števila ujetih osebkov trnavca v posameznih gramoznicah, vključno s ponovno ujetimi samci.....	27
Slika 26: Prikaz številčnosti ujetih trnavcev v eni uri vzorčenja z metodo elektroribolova z brodenjem na enega vzorčevalca.....	28
Slika 27: Prikaz mase ujetih trnavcev v eni uri vzorčenja z metodo elektroribolova z brodenjem na enega vzorčevalca.....	28
Slika 28: Dolžinsko frekvenčni histogram ujetih trnavcev za izbrane gramoznice v obdobju monitoringa za leti 2022 in 2023.....	29
Slika 29: Število ujetih osebkov trnavca od leta 2017 do leta 2023, brez upoštevanja napora.....	30
Slika 30: Razmerje med spoloma pri osebkih trnavca od leta 2017 do leta 2023.....	30
Slika 31: Signalni rak na območju gramoznic (foto: ZZRS).....	31

Kazalo preglednic

Preglednica 1: Prikaz učinkovitosti metod po številu ujetih trnavcev na posamezno vzorčenje in uspešnost ulova glede na čas (h) za celotno leto 2023.	19
Preglednica 2: Številčni prikaz ujetih trnavcev ter število samcev, ki smo jih v začetku leta označili in izpustili.	20

Povzetek

Zavod za ribištvo Slovenije v okviru podakcije C.1.4 projekta LIFE-IP NATURA.SI izvaja ukrep izlova invazivne tujerodne vrste raka trnavca (*Faxonius limosus*) na njegovem edinem do sedaj znanem območju razširjenosti v Sloveniji, v gramoznicah na območju stare struge Drave pod jezom Markovci. Cilj aktivnosti je do največje možne mere izloviti trnavca iz gramoznic z namenom preprečitve njegove razširitve na bližnje območje Nature 2000, Dravinja s pritoki (SI3000306). V Dravinji je namreč prisotna ogrožena domorodna vrsta raka navadni koščak (*Austropotamobius torrentium*), katerega obstoj bi bil zaradi prisotnosti trnavca, kompeticije z njim in prenosa račje kuge močno ogrožen.

Trnavca izlavlamo s kombinacijo različnih metod. V letu 2023 smo uporabljali elektroizlov z brodenjem, lov z roko, postavljanje ekoloških pasti in mehansko odstranjevanje makrofitov. Za najbolj učinkoviti metodi izlova v letu 2023 sta se izkazali metoda mehanskega odstranjevanja makrofitov in metoda postavljanja ekoloških pasti. Metoda mehanskega odstranjevanja makrofitov je bila najbolj učinkovita, vendar le do avgusta 2023. Avgusta so bili makrofiti uničeni zaradi vodnih ujmov in zato metoda ni bila več uporabna. Metoda postavljanja ekoloških pasti se je izkazala za učinkovito preko celega leta, pri čemer se je izkazala tudi za najbolj učinkovito metodo lova samic z jajčeci/zarodom.

Na območju gramoznic Drave smo v času trajanja projekta opravili 1.721 odstranjevanj trnavca in ujeli 14.060 osebkov. V letu 2023 smo opravili 275 odstranjevanj in ujeli 4.697 osebkov trnavca. V primerjavi s prejšnjimi leti smo v letu 2023 ujeli največ osebkov trnavca doslej, kar je posledica povečanja napora tako časovno, kot tudi s povečanjem števila nastavljenih ekoloških pasti. V ulovu smo določili 2035 samic in 2440 samcev. Zelo uspešni smo bili pri odstranjevanju samic z jajčeci. V letu 2023 smo jih odstranili 428 in na ta način odstranili še dodatnih 104.860 jajčec/zaroda. Ena samica je v povprečju nosila 245 jajčec (N=40). Za zmanjševanje populacije trnavca je izlov samic, še posebej samic z jajčeci/zarodom, bistvenega pomena. Iz analize razmerja med spoloma po mesecih smo ugotovili, da se je značilno manjši delež samic lovil februarja (16 %), zato bi bilo morda smiselno zmanjšati napore izlova trnavca v zimskem času na račun povečanja napora v spomladanskem času, ko samice nosijo jajčeca/zarod.

Učinkovitost posameznih metod in najverjetneje tudi kombinacije le teh se spreminja glede na razmere v naravi. Zelo pomembno je, da so na terenu prisotni izkušeni izvajalci ukrepov, ki znajo oceniti in izbrati pravo kombinacijo metod glede na trenutne razmere v okolju.

Letni monitoringi uspešnosti izlova trnavca na območju gramoznic Drave kažejo, da z izlovi trnavca preprečujemo njegovo porast. Trnavec je invazivna tujerodna vrsta, za katero pričakujemo, da bi se brez naših aktivnosti odstranjevanja njegova populacija približala eksponencialni rasti. Aktivnosti izlova, ki jih izvajamo v okviru projekta LIFE-IP NATURA.SI so učinkovite za obvladovanje trnavca na tarčnem območju v normalnih razmerah/pretokih. Veliko grožnjo za razširitev trnavca na nova območja pa predstavljajo dolgotrajni in/ali ekstremno povečani pretoki v stari strugi Drave. Povečani pretoki za daljše obdobje so v prihodnosti načrtovani tudi v okviru sanacije HE Formin. Predlagamo popolno zasutje območja gramoznic pred začetkom del, ki bodo povečali pretok v stari strugi Drave.

Summary

Purposes of planned and executed activities: A substantial population of Invasive Spiny-cheek crayfish (*Faxonius limosus*) is located in gravel pits adjacent the Drava River, close to the village of Nova vas pri Markovcih. So far, this is the only known location of this invasive species in Slovenia. In the scope of the LIFE-IP NATURA.SI project (sub-action C.1.4); the Fisheries Research Institute of Slovenia is implementing methods to reduce the Spiny-cheek crayfish population with the aim to prevent the spread of the population to the nearby Dravinja River basin, which is protected under the Natura 2000 network [Dravinja s pritoki (SI3000306)]. This basin is populated by the native species Stone crayfish (*Austropotamobius torrentium*), which is threatened by the Spiny-cheek crayfish through competition and transference of the crayfish plague disease.

Results and Outcomes: During the project fieldwork, we have removed 14060 specimens of the Spiny-cheek crayfish within 1721 catch reduction actions. In the year 2023, we have removed 4616 specimens of Spiny-cheek crayfish within 275 catch reduction actions, resulting in the largest catch of the Spiny-cheek crayfish per year so far. This was due to the increased effort in time and the number of artificial refuge trap sets (N=89). The catch of 2023 included 2035 females and 2440 males. We were especially successful in capturing brooding females (N=428), and thus we additionally eliminated approximately 104.860 of crayfish eggs/hatchlings. On average, one female carried 245 eggs (N=40). Eliminating females, especially brooding females, is essential for a better success of the Spiny-cheek crayfish population reduction. Analysis of monthly catch ratio between the sexes showed that a significantly smaller proportion of females were caught in February (16 %). Consequently, it might be reasonable to reduce the removal effort in the winter and increase the effort in the spring, when brooding females appear.

During reduction activities, we are using different removal methods. In 2023, we performed electro-fishing by wading, hand capturing, setting artificial refuge traps and mechanical macrophyte removal. The most effective methods in 2023 were the mechanical macrophyte removal and the capture by artificial refuge traps. The macrophyte removal was the most effective method, but only until the August, because the disastrous flooding removed all the macrophyte, and thus the method was useless. The artificial refuge traps setting was very effective method all year round, especially for capturing brooding females.

Conclusions: Effectiveness of individual methods and their combination, varies according to the situation on the field. Therefore, it is imperative that experienced personnel, who are able to assess and select the right combination of methods according to the current environmental situation, are present on the field.

Monitoring activities show that by performing catch reduction actions, we are successfully preventing the Spiny-cheek crayfish population increase. Therefore, we expect that without our reduction actions, crayfish population growth would approach exponential growth. Accordingly, implemented crayfish removal methods are successful under normal conditions/flows and should continue until the final feasible and sustainable solution is determined. A great threat for expansion of the Spiny-cheek crayfish population to new areas pose longterm/extremely high water levels and increased flooding in the target area. Since such conditions are expected during the reconstruction of the Formin Hydroelectric power plant in plan for 2025, we propose that as part of this reconstruction the filling of gravel pits with sediment should be carried out.

1. Uvod

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

V okviru projektnih aktivnosti izvajamo omejevanje populacije trnavca z glavnim ciljem, da se vrsta ne razširi v reko Dravinjo. V letnem poročilu za leto 2023 predstavljamo vrsto, območje izlova in uporabljene metode, ki jih po potrebi dopolnjujemo in nadgrajujemo. Podajamo tudi podatke o učinkovitosti posamezne metode, številu izlovljenih osebkov, indeksu naseljenosti in analizo populacijskih parametrov trnavca. Del aktivnosti izlavljanja trnavca smo izvedli v okviru naloge »Priprava strokovnih podlag pri uveljavitvi ukrepov za odstranitev in obvladovanje vodnih invazivnih tujerodnih vrst«, ki jo financira Ministrstvo za naravne vire in prostor in predstavlja lastni delež ZZRS pri izvajanju akcije C1.4 projekta LIFE IP NATURA.SI.

1.1 Opis vrste: Trnavec (*Faxonius limosus*)



Slika 1: Trnavec (*Faxonius limosus*) (foto: ZZRS).

Latinsko ime: *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817)

Nekdanje poimenovanje: *Orconectes limosus*

Slovensko ime vrste: trnavec

Družina: *Cambaride*

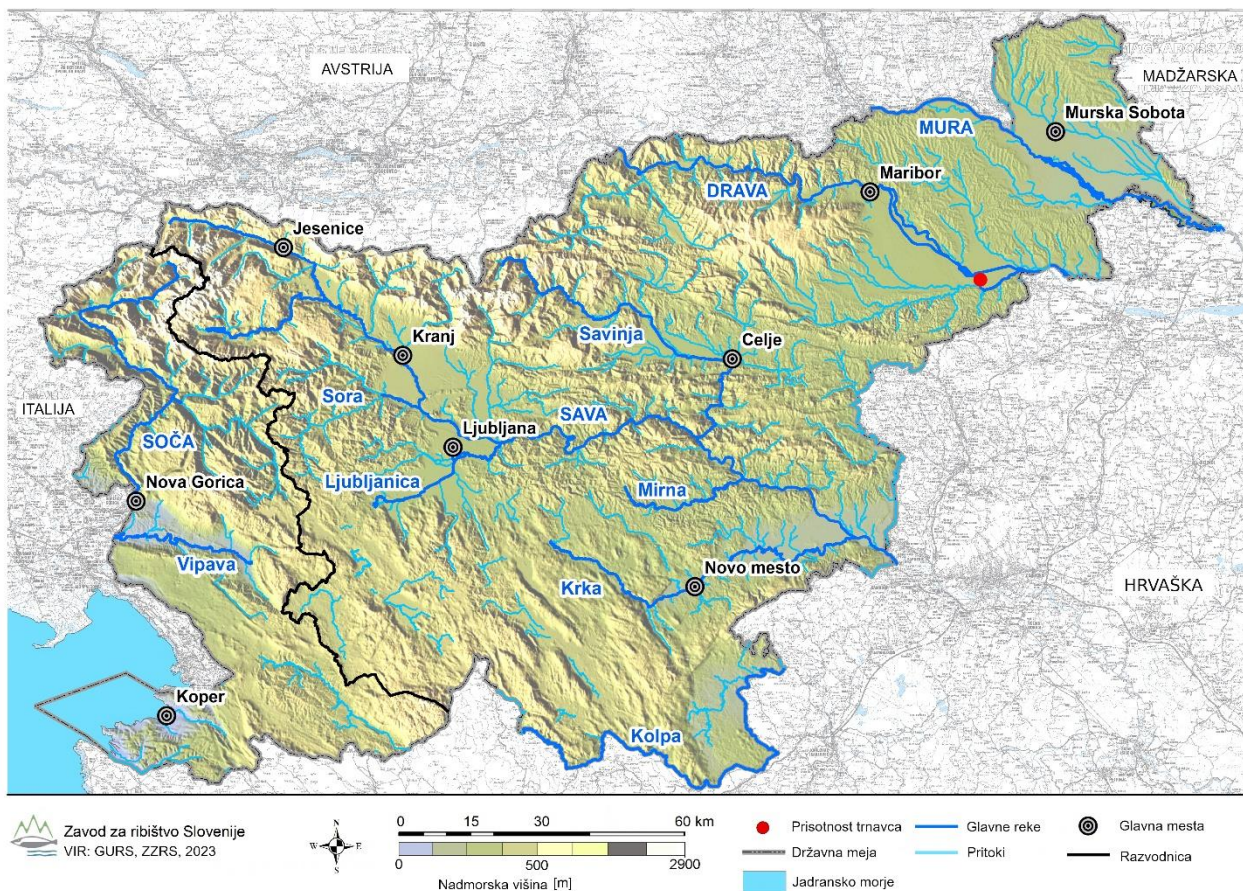
Morfologija

Trnavec je manjši severno ameriški rak, s kratko življenjsko dobo od 2 do 4 let (Crandall in sod., 2017; Alridge, 2016). Telo je rjavo ali olivno zeleno obarvano z značilnimi rdeče rjavkastimi prečnimi progami na zadku. Sprednji del koša trnavca preraščajo številni trni, od koder izvira ime vrste. Preostali del koša je razmeroma gladek. Konice škarij so oranžno obarvane (Kus Venvlieet, 2013).

Razširjenost

Trnavec je bil v Evropo vnesen leta 1890 na Poljsko. Do danes je potrjen že v 25 evropskih državah, tudi pri nas (Tricarico, 2022).

V Sloveniji je bil trnavec prvič odkrit leta 2015 v gramoznicah ob reki Dravi pod Ptujskim jezerom. Najdena je bila številčna populacija z osebki različnih velikostnih razredov (Govedič in sod., 2017). Izvirna populacija in način vnosa vrste še danes ostajata neznanka (Govedič, 2017). Danes so gramoznice ob Dravi edina znana lokacija najdbe trnavca v Sloveniji (Slika 2).



Slika 2: Razširjenost raka trnavca v Sloveniji

Biologija in habitat

Trnavec lahko spolno zrelost doseže že v prvem letu starosti. Paritveno obdobje navadno nastopi jeseni in lahko traja vse do konca pomladi (Burič in sod., 2013; Holdich in Black, 2007). Na gramoznicah smo popisali parjenje že v avgustu (Marguč in Mrzelj, 2023). Gre za hitro rastočo vrsto z visokim reproduktivnim potencialom (»R- strateg«) (Burič in sod., 2013; Kozak in sod., 2015). Naseljuje nižinske vodotoke, kanale, ribnike in jezera, najdemo ga tudi v brakičnih vodah (Kus Venvlieet, 2013). Gre za generalista in prehranskega oportunisto s široko ekološko valenco. Odrasli osebki dobro prenašajo nizke temperature, sušne razmere in onesnaženja. V račinah lahko v stanju mirovanja preživijo tudi daljša sušna obdobja (Alridge, 2016).

Za rake deseteronožce je značilen gonohorizem; v manj kot 1 % populacije se lahko pojavijo tudi obojespolniki (Yazicioglu in sod., 2016). Trnavci z razvitimi zunanjimi morfološkimi znaki enega in drugega spola so bili potrjeni tudi v gramoznicah Drave (Marguč in Mrzelj, 2023). Pri samicah trnavca

so v laboratorijskih razmerah potrdili apomiktično partenogenezo (Burič in sod., 2013; Burič in sod., 2011). Spol se pri trnavcu določi s pomočjo primarnega in sekundarnega pleopoda. Pri samcih sta ta dva pleopoda preoblikovana v dva para gonopodov (proti abdomnu segajoči podolgovati strukturi). Samice preoblikovanih pleopodov nimajo, imajo pa med četrtem in petim parom hodilk na trebušni strani glavoprsja prisotno kamrico - *annulus ventralis*, kamor shranjujejo samčeve spermatofore. Gonopori oz. genitalne odprtine se pri samicah nahajajo na bazi tretjega para hodilk, pri samcih pa na bazi petega para hodilk (Kozák in sod., 2015).

Vplivi na okolje in avtohtone vrste

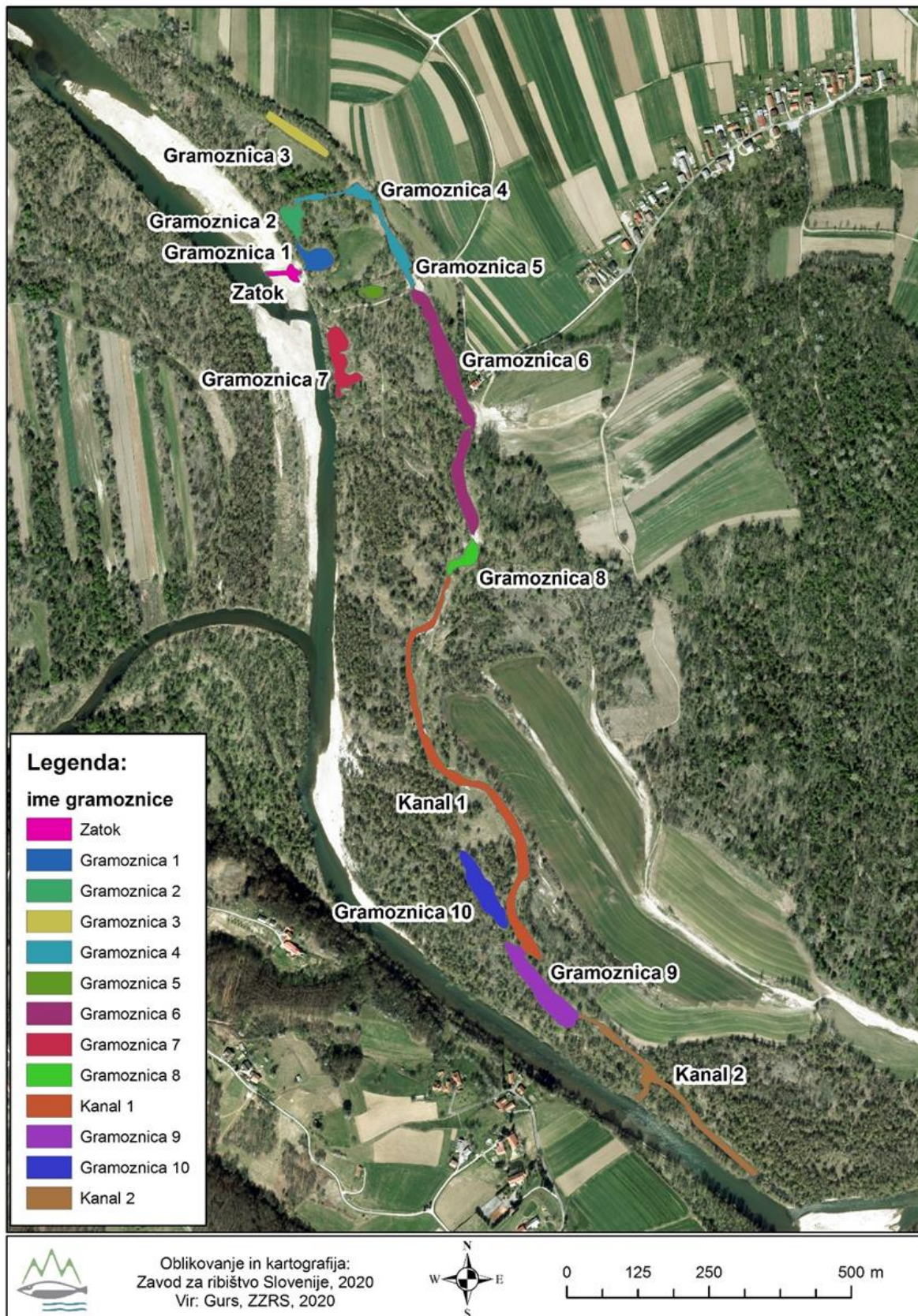
Trnavec negativno vpliva na okolje in avtohtone vrste. Z avtohtonimi vrstami tekmuje za hrano in prostor in s tem povzroča spremembe trofičnih nivojev ter zmanjšuje naravno biotsko raznovrstnost (Burič in sod., 2009, Kozak in sod., 2007). Trnavec prenaša bolezenski nevarni rakom. Na območju obravnavanih gramoznic Drave je bila potrjena okužba trnavca z račjo kugo (*Aphanomyces astaci*) (Mrzelj in sod., 2020). Gre za bolezen, ki je našim avtohtonim rakom lahko zelo nevarna, zato trnavec kot prenašalec te bolezenski predstavlja veliko grožnjo domorodnim potočnim rakom. Poročajo tudi, o negativnem vplivu vrste na ribogojstvo in ribištvo (Hirsch in sod., 2015). Za prehrano človeka trnavec ni zanimiva vrsta (Šmietana in sod., 2020).

Status v Evropski uniji

Trnavec je vključen na seznam invazivnih tujerodnih vrst po uredbi (EU) št. 1143/2014 Evropskega parlamenta in Sveta o preprečevanju in obvladovanju vnosa in širjenja invazivnih tujerodnih vrst ter izvedbeni uredbi št. 2016/1141, ki zadevata Evropsko unijo. Uredba št. 1143/2014 je namenjena blaženju posledic vpliva tujerodnih vrst na slabšanje biotske raznovrstnosti. Za vse vključene vrste na Uredbo veljajo najstrožji ukrepi za preprečitev širjenja. Te vrste je prepovedano vnašati v Evropsko unijo, jih razmnoževati, gojiti, prevažati, kupovati, prodajati, uporabljati, izmenjevati, posedovati ali izpustiti v okolje (Kus Venvlieet in Venvlieet, 2016).

1.2 Opis območja: Gramoznice ob Dravi pri vasi Markovci

Obravnavane gramoznice ležijo na levem bregu reke Drave pod Ptujskim jezerom. Celotno območje gramoznic poseljuje trnavec. Območje je sestavljeno iz 12 vodnih teles, katerih poimenovanje in lokacije so prikazane na Sliki 3. Večji del populacije trnavca se nahaja v Zatoku ter Gramoznicah 1, 2, 5 in 7. V manjši meri poseljuje tudi Gramoznici 8 in 4. Občasno se trnavec pojavlja tudi v vodnih telesih stare struge dolvodno od Gramoznice 8, ki smo jih zaradi lažje sledljivosti poimenovali Kanal 1, Kanal 2 in Gramoznica 9 ter Gramoznica 10. Območje, na katerem je razširjen trnavec, predstavlja ostanek nekdanje stare struge reke Drave in po večini ne gre za antropogeno izkopane gramoznice. Opažamo, da se gramoznice z leti zasipavajo.



Slika 3: Prostorski prikaz obravnavanih gramoznic ob reki Dravi pod jezom Markovci.

2. Materiali in metode dela

V okviru podakcije C.1.4 smo v letu 2023 na območju gramoznic intenzivno odstranjevali osebke trnavca z uporabo kombinacije naslednjih metod:

- elektroizlov z brodenjem,
- lov s pomočjo ekoloških pasti (zidaki votlaki in ART pasti),
- mehansko odstranjevanje rakov z grabljenjem makrofitov,
- lov z roko/obračanje kamenja.

2.1 Elektroizlov z brodenjem

Odlov rakov smo izvajali z metodo elektrolova z brodenjem z bencinskim nahrbtnim elektroagregatom (Slika 4) (Peay in sod., 2014). Direktni enosmerni tok rake omami do te mere, da jih lahko ujamemo.

Posamezno vzorčenje je predstavljal en obhod gramoznice. V primeru dveh elektroribičev je vsak izvajal svoje vzorčenje na način, da sta skupaj naredila en obhod. Zaradi varnosti smo vzorčenja izvajali v paru.



Slika 4: Primer dnevnega elektroizlova z nahrbtnim agregatom (foto: ZZRS).

2.2 Lov z roko/obračanje kamenja

Lov rakov z roko je zajemalo obračanje kamnov (Slika 5), pregledovanje račin (rovov) ter pregledovanje organskega materiala v vodnih habitatih, ki rakom služijo kot skrivališča. Metoda je uporabna v plitvejših predelih gramoznic, do globine, kamor lahko vzorčevalec seže z roko.



Slika 5: Primer lova z roko (foto: ZZRS).

2.3 Postavitve ekoloških pasti

V letu 2023 smo v primerjavi s predhodnim letom povečali število ekoloških pasti v gramoznicah za 89 pasti. Ekološke pasti so predstavljali zidaki votlaki in ART pasti sestavljene iz povezanih cevi. Pasti so bile postavljene v vseh vodnih telesih, razen v Gramoznici 3.

Posamezno vzorčenje je zajemalo pregledovanje zidakov votlakov in ART pasti (Slika 6), nameščenih v posamezni gramoznici. Za pregledovanje umetnih pasti sta predvsem zaradi teže zidakov potrebna dva vzorčevalca, tako da lahko eden past dvigne, drugi pa z mrežico/plastično gajbico ujeme v past ujete trnavce. Posamezne trnavce, ki niso sami od sebe padli iz pasti, smo iz pasti izbezali s pomočjo manjše palice.



Slika 6: Primer postavitve (levo) in pregledovanja (desno) ekoloških pasti /zidakov (foto: ZZRS).

2.4 Mehansko odstranjevanje makrofitov

Makrofite smo mehansko odstranjevali iz gramoznic z grabljenjem. Ob hitrem potegu makrofitov z grabljami so se raki, ki so živeli med njimi, v rastlinje zapletli. S potegom makrofitov na brežino smo lahko zapletene rake enostavno ročno pobrali. Zabeležili smo čas grabljenja. Večino odstranjenih makrofitov sta predstavljali tujerodni vrsti zahodna račja zel (*Elodea nuttallii*) in vodna kuga (*Elodea canadensis*), katere smo po odstranitvi iz gramoznice razprostrli po obrežju, kjer so se na soncu posušili.



Slika 7: Primer mehanskega odstranjevanja makrofitov (foto: ZZRS).

2.5 Monitoring uspešnosti izlova trnavca

Monitoring uspešnosti izlova trnavca smo izvajali v gramoznicah z visoko gostoto trnavca in sicer na Gramoznici 1, Gramoznici 5 in Gramoznici 7. Uporabili smo metodo elektroizlova z brodenjem. Monitoring smo izvajali na istih odsekih/obhodih v obdobju najvišje aktivnosti rakov, od 15. avgusta do 31. oktobra, v obdobju razmnoževanja. V okviru posameznega monitoringa smo lov izvajali z enim elektroagregatom, pri čemer smo beležili trajanje vzorčenja. Številčnost oz. biomasa trnavca

prikazujemo kot CPUE (Catch per unit effort - Ulov na enoto napora), in sicer število oz. masa ujetih trnavcev v eni uri.

2.6 Meritve fizikalno kemijskih lastnosti vode v gramoznicah

Fizikalno kemijske lastnosti smo merili na globini 10 cm z merilcem Hach Lange HQ40d Multi meter. Izmerili smo: temperaturo vode ($^{\circ}\text{C}$), pH, koncentracijo raztopljenega kisika v vodi (mg/L), nasičenost vode s kisikom (%) ter električno prevodnost vode ($\mu\text{S}/\text{cm}$). V letošnjem letu smo februarja v Gramoznice 1, 5, 6, 7 in 8 postavili tudi merilce temperature, z namenom merjenja temperature vode vsako uro preko celotnega leta.

2.7 Morfometrične meritve trnavcev

Vsakemu ujetemu osebkju trnavca smo določili spol, maso (g) in s pomočjo digitalnega kljunastega merila dolžino glavoprsja z rostrumom (CLR). Samicam s pritrjenimi jajčeci na zadku smo poleg CLR izmerili tudi druge biometrične znake, ki so podrobneje predstavljeni v predhodnem poročilu Marguč in sod. (2023). Prešteli smo število pritrjenih jajčec 40 naključno izbranim samicam. S tehtanjem samic pred in po odstranitvi jajčec smo določili skupno maso jajčec posamezne samice.

V skladu s projektnim predlogom smo ujete samce trnavcev ($\text{CLR} > 35\text{mm}$) kastrirali in označene izpuščali nazaj v gramoznico. V sredini aprila smo protokol izpuščanja samcev ukinili na podlagi posveta s projektnimi partnerji, ki je potekal 13.4.2023.



Slika 8: Izvajanje meritev trnavcev na terenu (levo) prikaz zaroda ene samice trnavca (desno) (foto: ZZRS).

2.8 Obdelava podatkov

Terenske podatke smo vnesli v Biološko zbirko podatkov Zavoda za ribištvo Slovenije (BIOS, ZZRS, 2023). Do podatkov smo dostopali s programom MS Access. Za prenos podatkov iz GPS naprave ter njihov pregled smo uporabljali program Base Camp (Garmin). Podatke smo analizirali oz. prikazali z uporabo programov MS Office in ArcGIS.

3. Rezultati

Terensko delo smo v letu 2023 izvajali med februarjem in decembrom. Opravili smo 30 terenskih dni.

3.1 Razmere na terenu

Leto 2023 so zaznamovale vodne ujme, ki so v drugi polovici leta močno vplivale na vodostaje in posledično na izvedbo planiranih aktivnosti.

V zimskem času leta 2023 so bili določeni deli gramoznic zamrznjeni (Slika 9), vodostaj v začetnem delu leta je bil nizek (Slika 10), po preverjanju na spletni strani Dravskih elektrarn tudi do 5 m/s. Nizek vodostaj nam je omogočil dostop do delov, ki jih v »normalnih razmerah« ne dosežemo.

Avgusta zaradi obsežnih padavin, posledično ekstremnih pretokov in poplav nismo mogli izvesti vseh planiranih aktivnosti. Po poplavih je poleg višje vodnatosti gramoznic, vzorčenje oteževalo tudi veliko podrtih dreves in naplavin (Slika 12). Zaradi velikega pretoka je bil dostop do gramoznic otežen, spremenil pa se je tudi relief dna posameznih območij, ki smo ga predhodno že poznali. To nam je dodatno otežilo izvajanje terenskih aktivnosti, saj nismo poznali vseh območij do te mere, kot smo jih poznali pred poplavami. Veliko ekoloških pasti je bilo premaknjenih, prestavljenih na kopno ali pa so bile zasute in polne gramoza ter sedimenta. Kljub temu pa smo v tem sedimentu našli trnavce. Sestava substrata gramoznic se je spremenila, mulj je v določenih predelih zamenjal prod. Odnosno je večji del makrofitov, zaradi česar metode mehanskega odstranjevanja makrofitov po mesecu avgustu ni bilo več možno uporabljati.

Zaradi padavin je prišlo do obdobja visokega vodostaja tudi v jesenskem času. Poleg tega so se od 4. 12. do 9. 12. izvajala sanacijska dela na Ptujskem jezeru, ki so vplivala na vodostaj Drave. Zaradi povečanih pretokov v stari strugi Drave pod Ptujskim jezerom ukrepov v času povečanih pretokov ni bilo mogoče izvajati.



Slika 9: Zaledenela Gramoznica 7 (foto: ZZRS).



Slika 10: Skoraj povsem presušen Zatoka (levo) in vtoka v Gramoznico 1 pod prepustom (desno). Sliki sta nastali februarja 2023 (foto: ZZRS).



Slika 11: Slika normalnega vodostaja Zatoka (levo) in vtoka v Gramoznico 1 (desno) v mesecu juniju 2023 (foto: ZZRS).



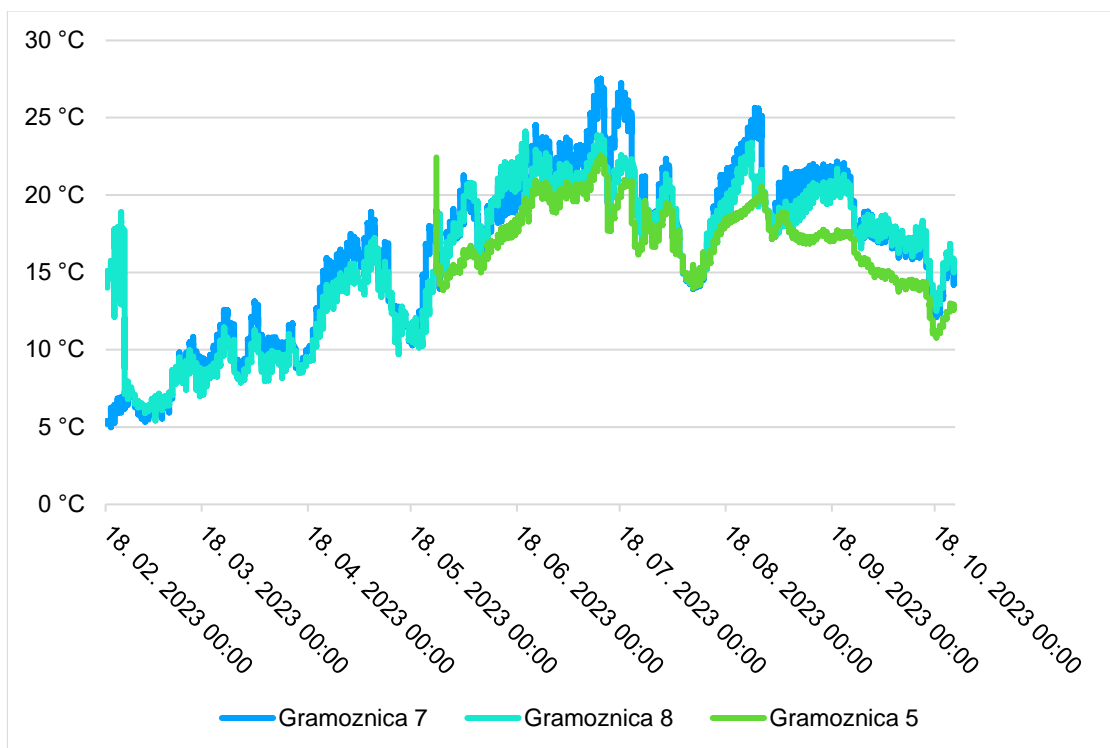
Slika 12: Pojav naplavin v Gramoznici 5 po avgustovskih poplavih 2023 (levo), podrti drevo prek Zatoka (desno) (foto: ZZRS).



Slika 13: Visoka voda v času sanacije Ptujkega jezera pozimi 2023, slikana je cesta med Gramoznico 4 in Gramoznico 6 (foto: ZZRS).

V Gramoznice 1, 5, 6, 7 in 8 smo v letu 2023 postavili merilce temperature vode. Nastavili smo jih 28. 2. 2023, in zadnje meritve odčitani 23. 10. 2023 (Slika 14). V Gramoznici 5 in 1 sta merilca izginila, v Gramoznici 6 pa je prišlo do poškodbe merilca in izgube podatkov. V Gramoznici 5 smo izgubljeni merilec nadomestili z novim, dne 25. 5. 2023. Podatki o temperaturi vode za Gramoznico 5 so zato na voljo le med 25. 5 in 23. 10. 2023, ko smo zadnjič v letu 2023 odčitani meritve.

Zaradi primerljivosti med posameznimi gramoznicami (7, 5 in 8) smo za primerjavo povprečnih temperatur vode, uporabili le podatke, izmerjene v obdobju od 25. 5. 2023 do 23. 10. 2023. Gramoznica 5 se je izkazala za najhladnejšo gramoznico, tako po povprečni temperaturi (17°C) kot minimalni (10°C) in maksimalni (22°C) temperaturi vode. Najvišjo poletno temperaturo smo zabeležili v Gramoznici 7 in sicer 27°C. Gramoznica 8 je dosegala najvišjo poletno temperaturo 24°C. Najvišje temperature vode so bile v vseh treh gramoznicah zabeležene v juliju in drugi polovici avgusta. Najnižji temperaturi za omenjeno obdobje sta se gibali okoli 12°C. V Gramoznici 8 in 7, kjer so meritve temperature potekale od februarja naprej smo najnižjo temperaturo vode zabeležili marca in sicer okoli 5°C.



Slika 14: Temperatura vode v posamezni gramoznici v letu 2023.

3.2 Primerjava metod

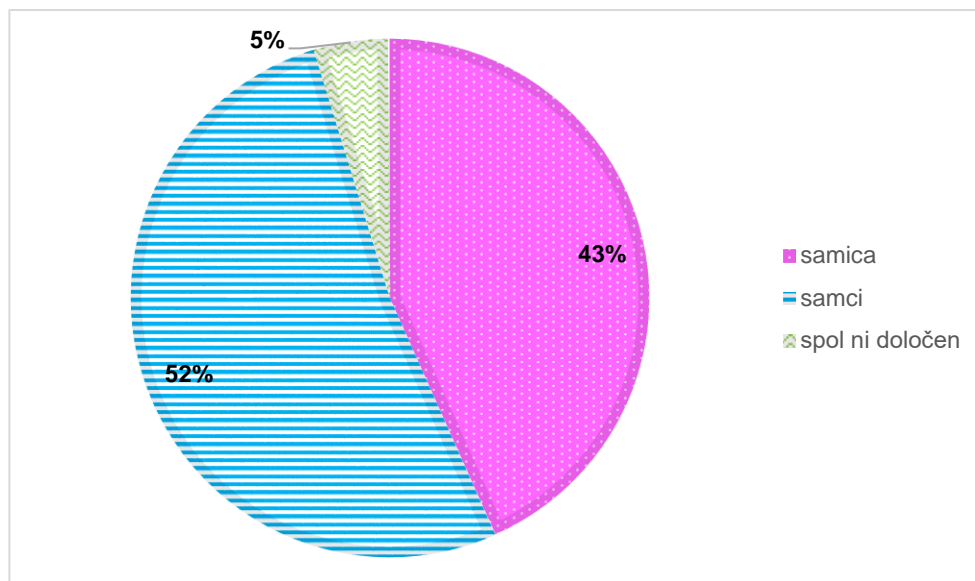
Trnavca smo v letu 2023 izlavljali s kombinacijo štirih različnih metod. Največ vzorčenj smo izvedli z metodo postavitve umetnih skrivališč (n=219) in na ta način ujeli tudi največ trnavcev in sicer 3196. Sledilo je vzorčenje z elektroizlovom z brodenjem (n=34), s katerim smo ujeli 439 osebkov trnavca. Za zelo učinkovito metodo izlova trnavca se je izkazala tudi metoda mehanskega odstranjevanja makrofitov, s katero smo v 11 vzorčenjih ujeli 1024 osebkov trnavca. S to metodo smo v povprečju ujeli največ trnavcev, sledila je metoda postavitve ekoloških pasti, šele nato sledi elektroizlov z brodenjem in nazadnje lov z roko. Za najbolj časovno učinkovito metodo se je prav tako izkazalo mehansko odstranjevanje makrofitov, sledila je postavitve ekoloških pasti, lov z roko in šele na zadnje elektroizlov z brodenjem.

Preglednica 1: Prikaz učinkovitosti metod po številu ujetih trnavcev na posamezno vzorčenje in uspešnost ulova glede na čas (h) za celotno leto 2023.

	Št. vzorčenj	Št. ujetih osebkov	Povprečje osebkov na vzorčenje	Skupni čas vzorčenja (h)	Št. ujetih osebkov/h
<i>Lov z roko</i>	11	38	3	1,14	33
<i>Elektroizlov z brodenjem</i>	34	439	13	19,86	22
<i>Mehansko odstranjevanje makrofitov</i>	11	1024	93	16,75	61
<i>Postavitev ekoloških pasti</i>	219	3196	15	57,65	55

3.3 Analiza populacijskih parametrov trnavca v letu 2023

Skupno smo v letu 2023 izvedli 275 vzorčenj v okviru 30 terenskih dni. Ujeli smo 4697 osebkov raka trnavca in odstranili več kot 9800 jajčec. Med vsemi ujetimi trnavci je bilo 2440 (52 %) samcev in 2035 samic (43 %). Spola nismo določili 215 juvenilnim osebkom (5 %). Ujeli smo tudi 7 osebkov z razvitimi moškimi spolnimi znaki in vsaj eno žensko genitalno odprtino na bazi tretjega para hodilk (>1 %). Popisali smo tudi samice, ki so imele razvito dodatno žensko genitalno odprtino (Slika 17). V letu 2023 je bilo 1616 (34 % ulova) ujetih trnavcev manjših od 20mm CLR.



Slika 15: Razmerje med spoloma ujetih osebkov trnavca na območju gramoznic v letu 2023.

V letu 2023 smo do vključno 11. 4. 2023 samce, katerih CLR je bil večji od 35 mm še označevali, kastrirali in spuščali nazaj. Tako smo v letu 2023 na novo označili in izpustili 81 samcev (Preglednica 2) in ponovno ujeli ter izpustili 34 označenih samcev. Omenjene samce smo kastrirali s SMRT tehniko z mehanskim odstranjevanjem gonopodov. Na ponovno ujetih označenih samcih iz prejšnjih let smo opazili regeneracijo gonopodov prikazano na Slika 16.

Preglednica 2: Številčni prikaz ujetih trnavcev ter število samcev, ki smo jih v začetku leta označili in izpustili.

Samica (odstranjena)	Samec (odstranjen)	Samec (ujet, označen in izpuščen)	Samec (ponovno ujet)	Obojespolnik (odstranjen)
2035	2325	81	34	7

Od 21. 4. 2023 naprej smo ujeli in odstranili 168 označenih samcev, kar predstavlja 7% ujetih samcev v tem letu. V letu 2023 smo skupno odstranili 4582 osebkov trnavca.



Slika 16: Prikaz regeneracije samčevih gonopodov (foto: ZZRS).



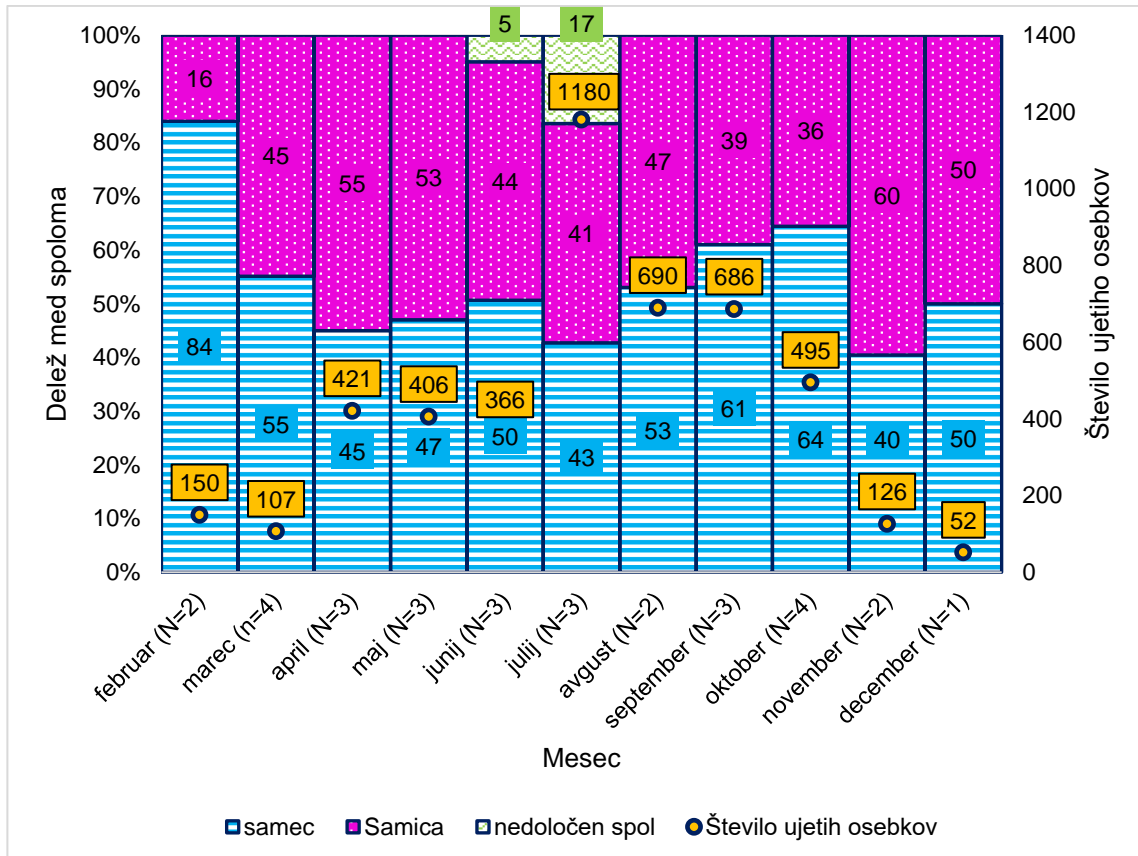
Slika 17: Samica s razvitimi tremi genitalnimi odprtini (levo), samec z razvito eno žensko genitalno odprtino (desno) (foto: ZZRS).

Samice z jajčeci ali zarodom smo v letu 2023 lovili od sredine marca (16. 3. 2023) do začetka junija (7. 6. 2023). V letošnjem letu smo v omenjenem obdobju odstranili skupno 428 samic z jajčeci oz. zarodom, največ z metodo ekoloških pastí (N=396), sledila je metoda mehanskega odstranjevanja makrofitov (N=31), z elektroagregatom z brodenjem pa smo ujeli le eno samico z jajčeci/zarodom.



Slika 18: Samica z jajčeci (foto: ZZRS).

Največ trnavcev smo v letu 2023 ujeli julija (1180 osebkov); sledita avgust s 690 osebki in september s 686 osebki. Oktobra je število ujetih osebkov upadlo pod 500. Značilno večji delež samcev (84%) smo ujeli v mesecu februarju (Slika 1 Slika 19).



Slika 19: Število ujetih osebkov in razmerje med spoloma v posameznem mesecu leta 2023. Napor (N) predstavlja število terenskih dni.

Konec marca smo v Gramoznici 1 in Gramoznici 7 ujeli dva para trnavcev v fazi parjenja (Slika 20).



Slika 20: Parjenje trnavcev (foto: ZZRS).

V Gramoznici 7 smo ujeli največ trnavcev, in sicer 3627. Ujeli smo 1886 samcev, 1542 samic in štiri samce z dodatno razvito vsaj eno genitalno žensko odprtino (Slika 21). Razmerje med spoloma je bilo v prid samcev (Slika 23). V začetku leta smo 67 samcev označili, kastrirali in izpustili nazaj. Do sredine aprila smo v 32 primerih ujeli označenega samca, ki smo ga izpustili nazaj. Od konca aprila smo iz Gramoznice 7 odstranili kar 155 označenih samcev. Največje število osebkov trnavca smo ujeli julija, avgusta in septembra, sledijo junij, maj in april, oktobra se je število ujetih osebkov še dodatno zmanjšalo. Manjše število osebkov smo ujeli februarja, marca in novembra. Najmanj osebkov je bilo ujetih decembra (Slika 24).

Po številu ujetih trnavcev je sledila Gramoznica 1 (Slika 21), v kateri smo skupaj ujeli 782 trnavcev, delež je bil v prid samcem (Slika 23). Ujeli smo 353 samic, 428 samcev in enega samca, ki je imel razvito žensko genitalno odprtino. Od 428 ujetih samcev smo jih odstranili 412; od tega je bilo 10 označenih. V začetku leta smo 14 samcev po ujetju označili, kastrirali in izpustili nazaj. Do sredine aprila smo v dveh primerih označenega samca ujeli in ga spustili nazaj. V Gramoznici 1 smo največje število osebkov ujeli oktobra, sledita april, avgust, september in julij. V ostalih mesecih je bilo ujetu manjše število trnavcev (Slika 24).

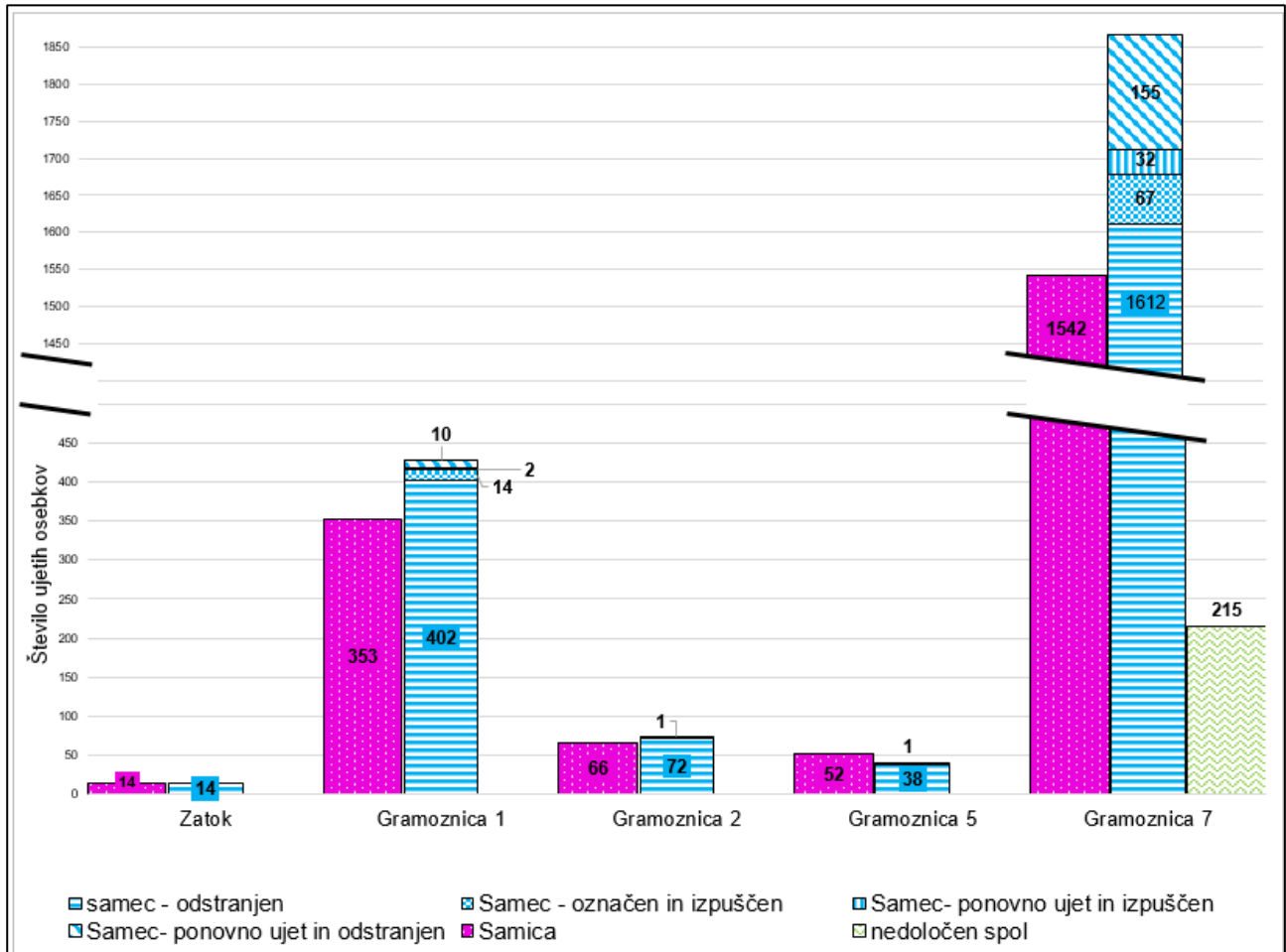
V Gramoznici 5 smo ujeli in odstranili skupaj 92 trnavcev (Slika 23). Razmerje med spoloma je v prid samicam. Ujeli smo 52 samic, 38 samcev in enega samca z razvito žensko genitalno odprtino (Slika 21). Med ujetimi samci je bil en samec označen. V Gramoznici 5 smo bili z ulovom najuspešnejši avgusta, julija in maja (Slika 24).

V Gramoznici 2 smo v letu 2023 ujeli in odstranili 140 osebkov. Od ujetih trnavcev je bilo 72 samcev, 66 samic in en samec z razvito žensko genitalno odprtino (Slika 21). Med samci je bil ujet tudi en označen samec. Razmerje med spoloma je bilo v prid samcem (Slika 23). V Gramoznici 2 smo bili z ulovom najbolj uspešni oktobra in avgusta (Slika 24).

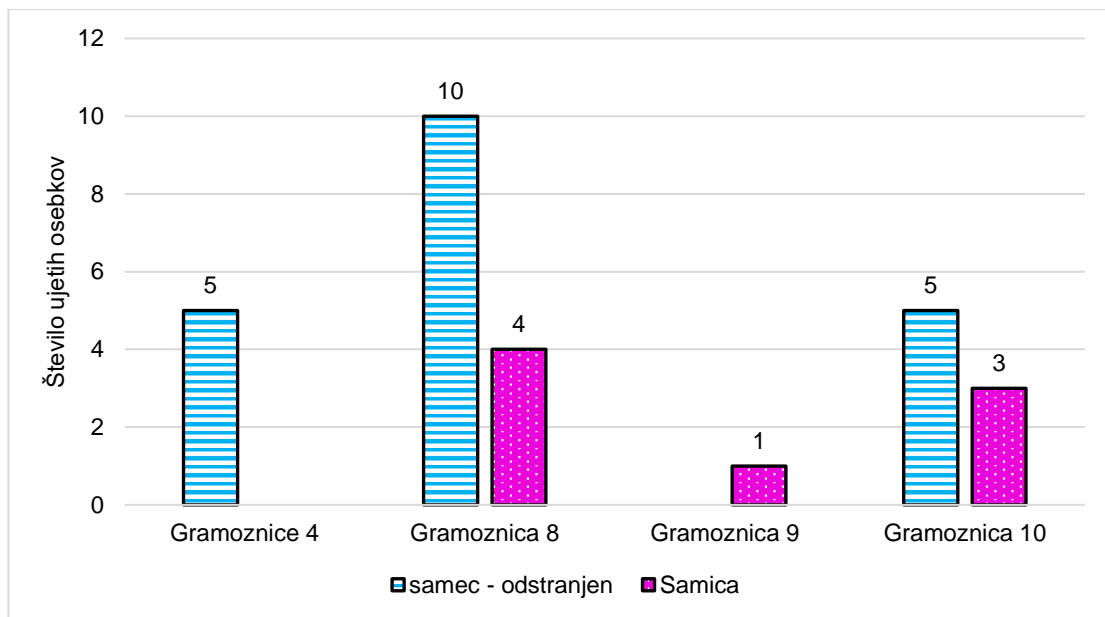
V Zatoku smo skupaj ujeli in odstranili 28 osebkov. Razmerje med spoloma je bil 1:1, 14 samic in 14 samcev (Slika 22). V zatoku nismo ujeli nobenega označenega trnavca. V Zatoku smo največ osebkov ($n=9$) ujeli v avgustu.

V Gramoznici 4 smo ujeli 5 trnavcev, od katerih so bili vsi samci (Slika 22). In sicer smo po enega ujeli marca in aprila, ostale pa v oktobru (Slika 24). V Gramoznici 8 smo ujeli 14 trnavcev, razmerje

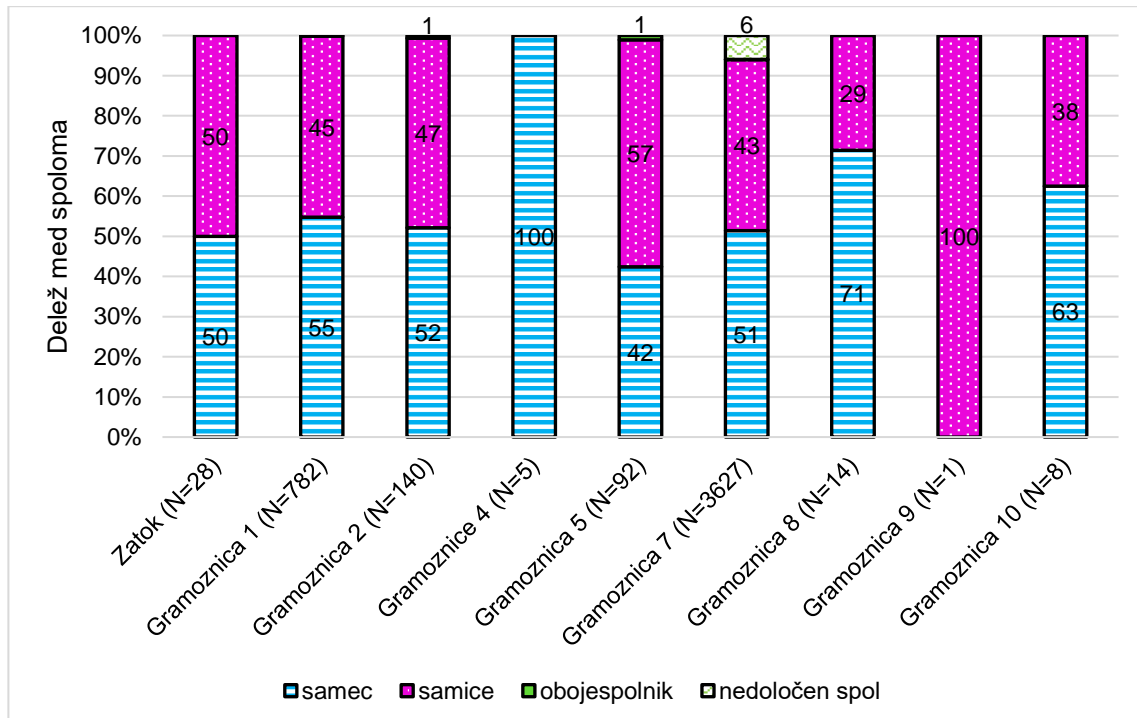
je bilo v prid samcem (Slika 24). Najuspešnejši smo bili z ulovom v oktobru. Isto velja za gramoznico 10, kjer smo ujeli 8 trnavcev (Slika 22) vse v jesenskem času (Slika 24).



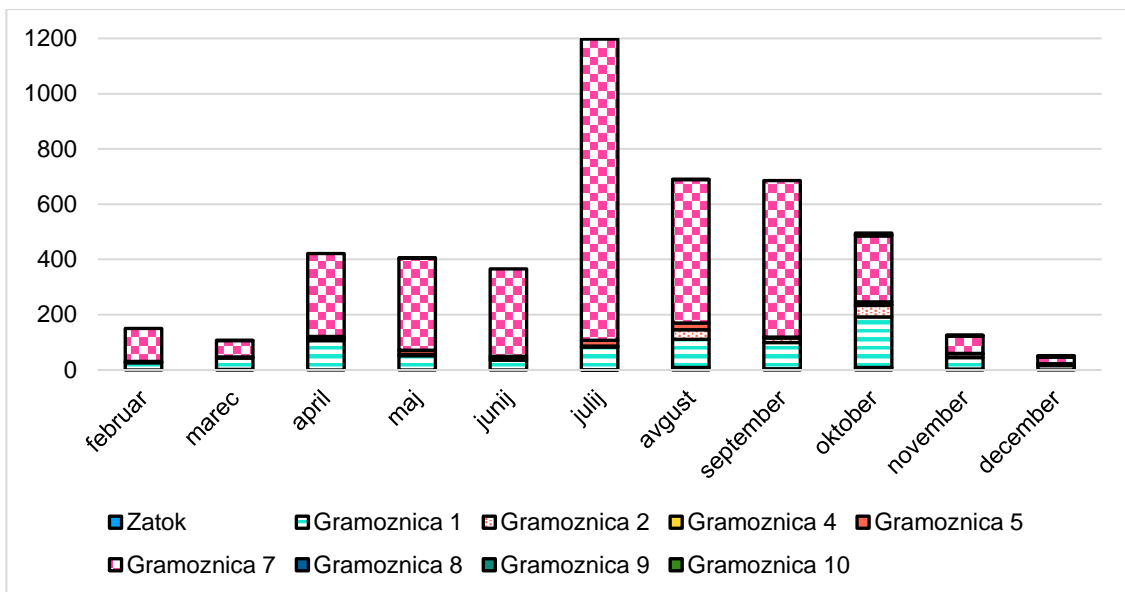
Slika 21: Prikaz števila samic in samcev, ujetih v posamezni gramoznici z večjo gostoto trnavca v letu 2023. Samci z razvitimi ženskimi genitalnimi odprtini zaradi majhnega števila niso prikazani.



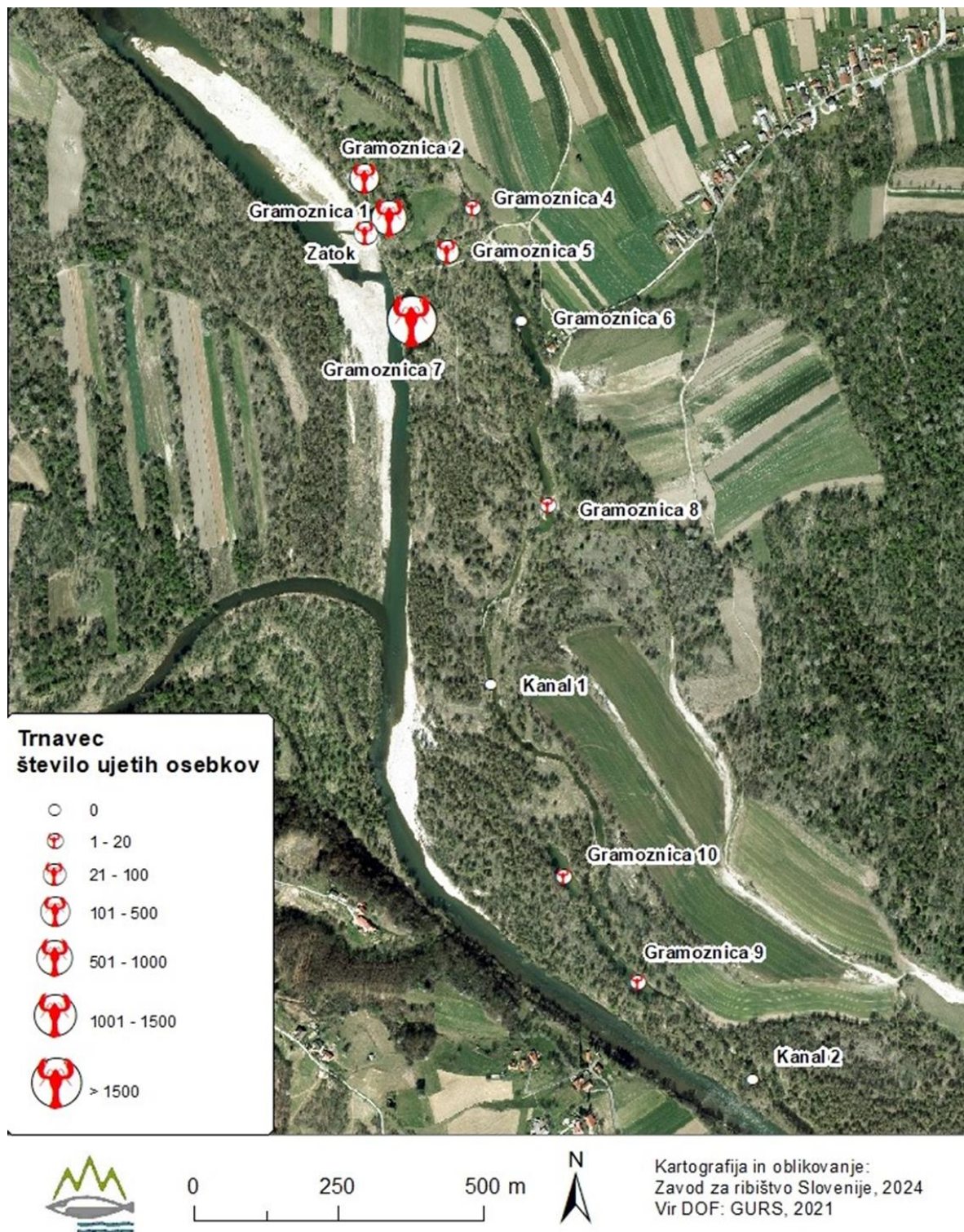
Slika 22: Prikaz števila samic in samcev, ujetih v posamezni gramoznici z manjšo gostoto trnavca v letu 2023. Samci z razvitimi ženskimi genitalnimi odprtini zaradi majhnega števila niso prikazani.



Slika 23: Razmerje med spoloma ujetih trnavcev v posameznih gramoznicah v letu 2023. N predstavlja skupno število ujetih trnavcev v posamezni gramoznici.



Slika 24: Skupno število ujetih osebkov trnavca v posameznih gramoznicah v posameznem mesecu leta 2023.

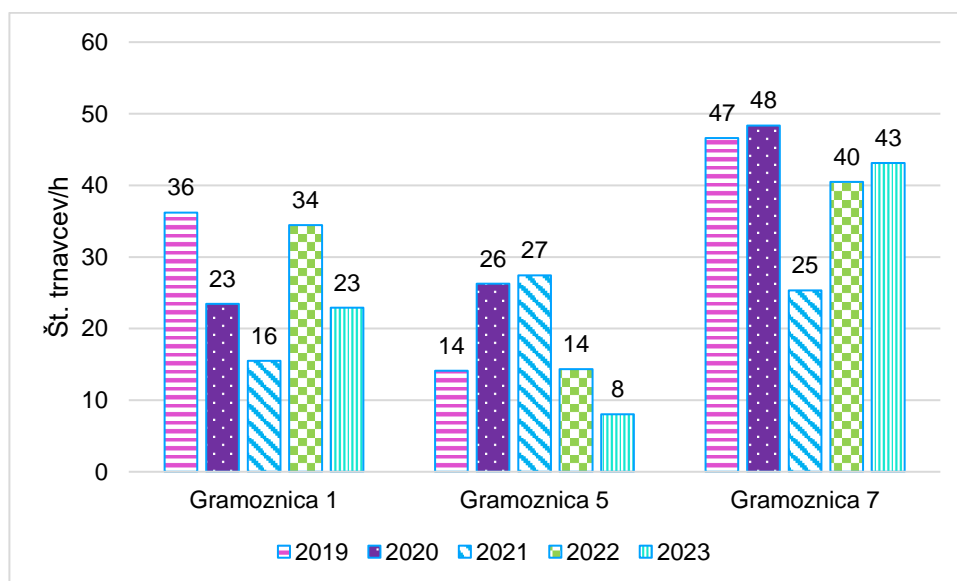


Slika 25: Prikaz števila ujetih osebkov trnavca v posameznih gramoznicah, vključno s ponovno ujetimi samci.

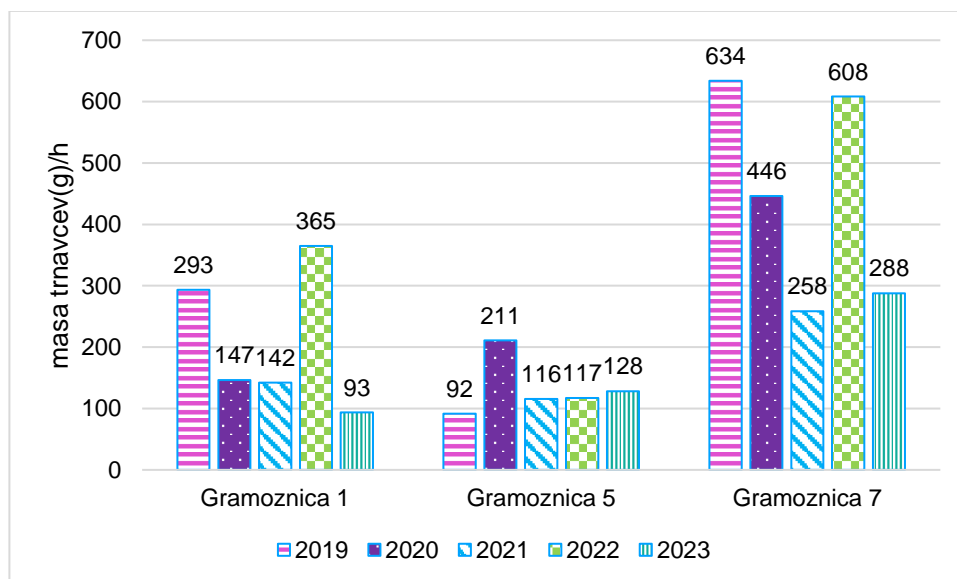
3.4 Monitoring uspešnosti izlova trnavca

Pri monitoringu uspešnosti izlova trnavca med letoma 2019 in 2023 nismo zaznali značilnih trendov zmanjševanja oz. rasti v številčnosti in biomasi trnavca.

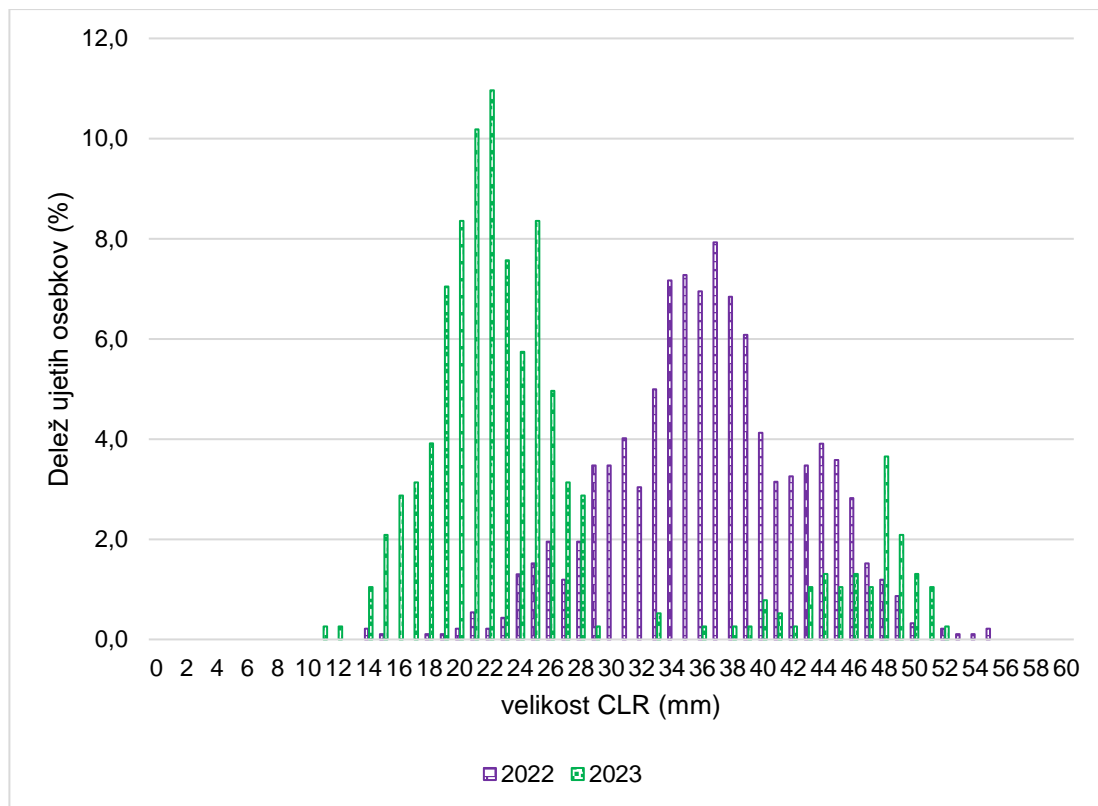
Ocene naseljenosti trnavca med letoma 2019 in 2023 (Slika 26; Slika 27) se v Gramoznici 1 gibljejo med 16 in 36 osebk/h (93 do 365 g/h), v Gramoznici 5 med 8 in 27 osebk/h (92 do 211g/h) in v Gramoznici 7 med 25 do 48 osebk/h (258 do 634g/h). Leta 2023 so bili v ulovu osebkki manjših velikostnih razredov kot leta 2022 (Slika 28).



Slika 26: Prikaz številčnosti ujetih trnavcev v eni uri vzorčenja z metodo elektroribolova z brodenjem na enega vzorčevalca.



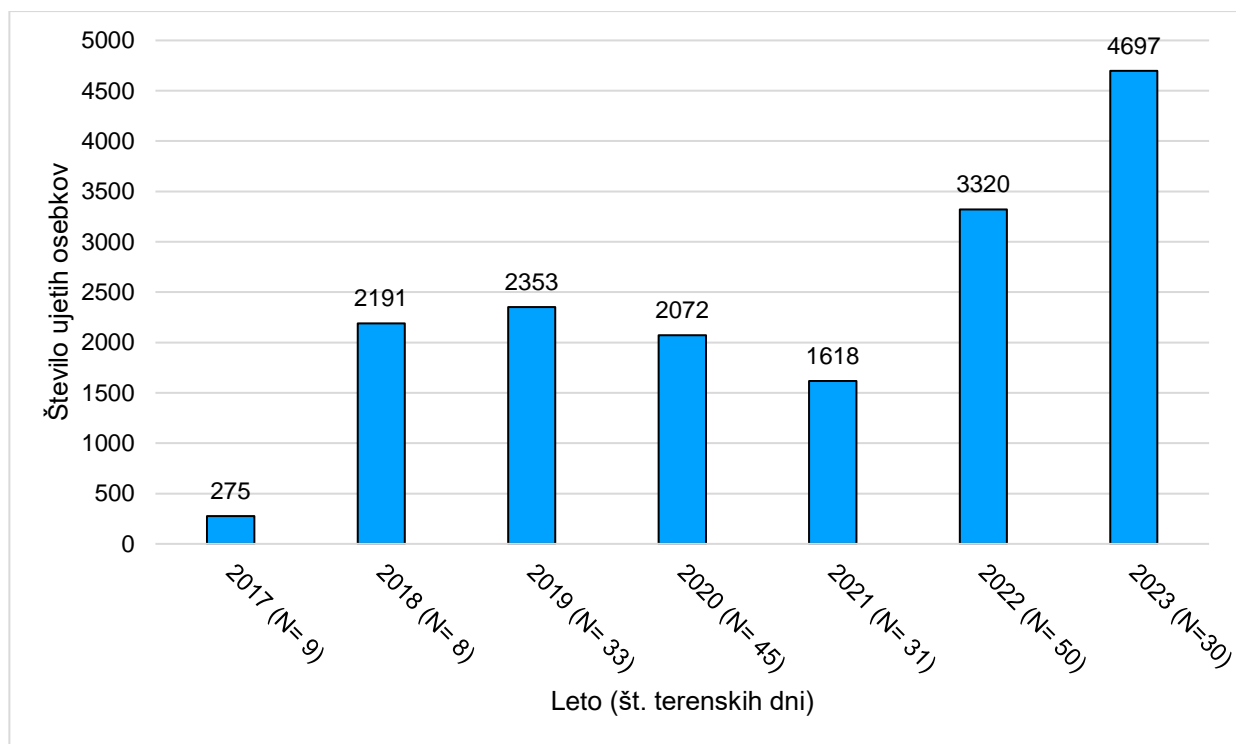
Slika 27: Prikaz mase ujetih trnavcev v eni uri vzorčenja z metodo elektroribolova z brodenjem na enega vzorčevalca.



Slika 28: Dolžinsko frekvenčni histogram ujetih trnavcev za izbrane gramoznice v obdobju monitoringa za leti 2022 in 2023.

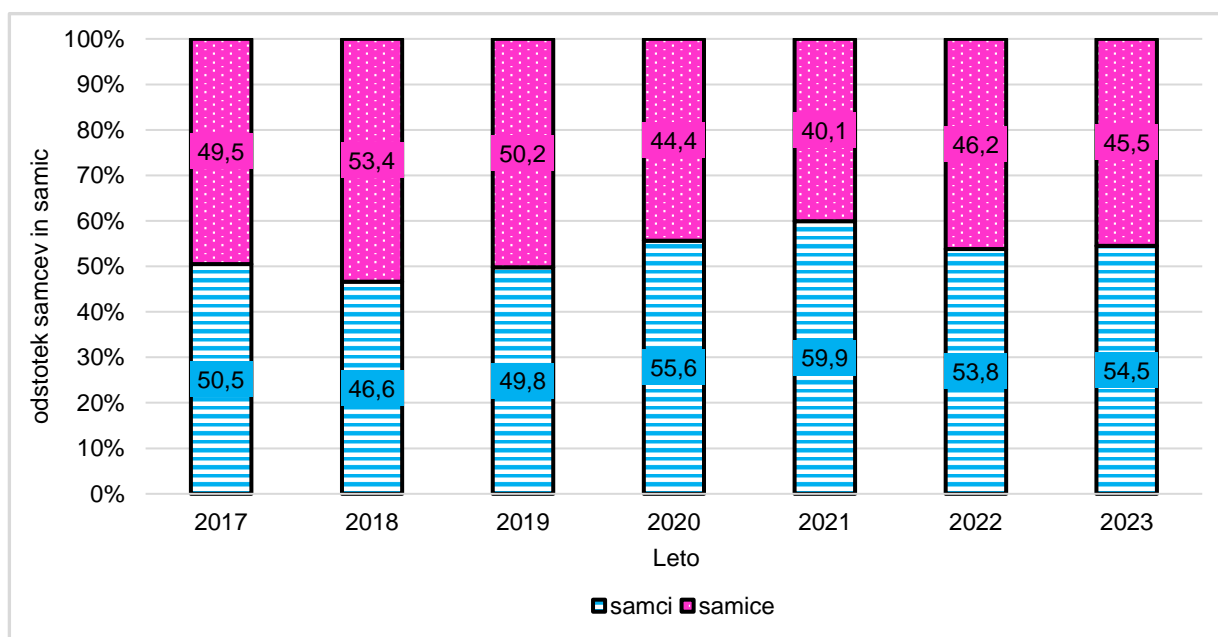
3.5 Primerjava populacijskih parametrov med letoma 2017 in 2023

Na sliki (Slika 29) je prikazano število ujetih osebkov trnavca znotraj posameznega leta. V letih 2017 in 2018 je ZZRS v okviru naloge »Priprava strokovnih podlag pri uveljavitvi ukrepov za odstranitev in obvladovanje vodnih invazivnih tujerodnih vrst« izvajal aktivnost odstranjevanja trnavca iz gramoznic ob Dravi. V letu 2017 je bilo v 9 terenskih dneh ujetih 275 osebkov, leta 2018 pa v 8 terenskih dneh 2191 osebkov. V letu 2019 smo pričeli z izvajanjem projekta LIFE-IP NATURA.SI, v okviru katerega smo opravili 33 terenskih dni, v katerih smo ujeli 2353 osebkov. Leta 2020 smo v 45 terenskih dneh ujeli 2072 osebkov, leta 2021 v 41 terenskih dneh 1618 osebkov. V letu 2023 smo v 30 terenskih dneh ujeli kar 4697 trnavcev. Skupno smo v obdobju od leta 2017 do leta 2023 ujeli 16.526 osebkov (v to številko so vključeni tudi ponovno ujeti samci). Od leta 2017 do leta 2019 se je povečeval napor (št. dni vzorčenja) in posledično tudi ulov rakov. Leta 2020 se število ujetih osebkov na letni ravni kljub večjemu naporu v primerjavi s predhodnimi leti ni več povečevalo, ampak upadalo. V letu 2022 se je zaradi večjega navora in uporabe novih metod število ujetih osebkov opazno povečalo. V letu 2023, je bilo ujeto največje število trnavcev do sedaj, saj smo povečali napor s povečanjem časa vzorčenja ter števila ekoloških pasti v gramoznicah.



Slika 29: Število ujetih osebkov trnavca od leta 2017 do leta 2023, brez upoštevanja napora.

Pri razmerju med spoloma, prikazanem na Slika 30, je mogoče opaziti, da je razmerje med ujetimi samci in samicami blizu razmerja 1:1.



Slika 30: Razmerje med spoloma pri osebkih trnavca od leta 2017 do leta 2023.

3.6 Signalni rak na območju gramoznic

Kot v letih 2021 in 2022 smo tudi leta 2023 na območju gramoznic potrdili prisotnost invazivne tujerodne vrste signalnega raka (*Pacifastacus leniusculus*). Ujeli smo kar 27 osebkov signalnega raka, CLR velikost se je gibala med 14 in 52 mm.



Slika 31: Signalni rak na območju gramoznic (foto: ZZRS).

4. Diskusija

4.1 Primerjava metod

Za izlov rakov smo v času izvajanja projekta uporabili 6 različnih metod in sicer: elektroribolov z brodenjem, elektroriblov iz čolna, nastavljanje ekoloških pasti, postavljanje vrš, metodo lova z roko in mehansko odstranjevanje makrofitov. Z uporabo kombinacije različnih metod smo zajeli rake širšega območja, kot bi jih z uporabo le ene metode. Kombinacijo smo prilagajali glede na sezono, razmere na terenu, vremenske razmere in izražene vedenjske vzorce. Na primer v času razraščanja makrofitov smo z mehanskim grabljenjem makrofitov izlovili rake, ki so se zadrževali v njih. Hkrati smo z nastavljanjem ekoloških pasti lovili rake skrite v skrivališčih, z elektroribolovom pa predvsem aktivne rake izven skrivališč, makrofitov in zavetišč. Metodo ročnega izlova smo izvajali kot dopolnilno metodo za lov rakov iz naravnih skrivališč. Metoda izlova s čolnom, se je v preteklih letih izkazala kot dobra metoda za vzorčenje globljih predelov gramoznic, vendar je njena izvedba časovno zahtevna in terja veliko napora. Uporabnost te metode je odvisna od prosojnosti vode, dostopnosti do vode, plovnosti, itd. Zato se te metode letos nismo poslužili. Metoda postavljanja vrš se je do sedaj od vseh uporabljenih metod izkazala za najmanj učinkovito (Marguč in sod., 2021) in zato tudi te metode v letu 2023 nismo uporabljali.

Za najučinkovitejšo metodo izlova glede na napor se je v letu 2023 izkazala metoda **mehanskega odstranjevanja makrofitov**. Z njo smo v povprečju ujeli 61 osebkov/h. Kljub temu pa je bila ta metoda uporabna le del leta, od marca do junija, ko je bila razrast makrofitov velika. Največjo razrast makrofitov smo v preteklosti zabeležili pozno poleti. V letu 2023 je bila zaradi velikih pretokov v času avgustovskih poplav večina makrofitov potrgana oz. zasuta in tako metoda mehanskega odstranjevanja makrofitov takrat ni bila več uporabna. Odstranjevanje makrofitov iz gramoznic ima dodano vrednost, saj večji del makrofitov predstavljata invazivni tujerodni vrsti zahodna račja zel (*Elodea nuttallii*) in vodna kuga (*Elodea canadensis*). Z izvedbo metode mehanskega odstranjevanja makrofitov smo tako hkrati s trnavcem odstranjevali tudi omenjeni invazivni tujerodni vrsti. Z razprostranjem pograbljenih makrofitov lokalno po obrežju, kjer so se na soncu posušili, smo jih omejevali in preprečevali njihovo nadaljnje širjenje.

Največ osebkov trnavca smo na območju gramoznic v letu 2023 ujeli z metodo **postavljanja ekoloških pasti**. Odstranili smo kar 3196 osebkov, kar je v povprečju nanese 55 osebkov/h. S to metodo smo odstranili 92% vseh ujetih samic z jajčeci/zarodom, zato je ta metoda odstranjevanja še posebej pomembna za lov rakov v spomladanskem času, ko samice na zadku nosijo jajčeca/zarod. Z vsako odstranjeno samico z jajčeci/zarodom smo namreč preprečili nadaljnji razvoj nekaj sto osebkov trnavca. Samice trnavca na območju pod Ptujskim jezerom v povprečju nosijo 245 jajčec/zaroda. Zaključujemo, da se je metoda postavljanja ekoloških pasti izkazala za nepogrešljivo metodo pri odstranjevanju trnavca na gramoznicah in jo bomo uporabljali še naprej v prihodnih sezonah.

Radi bi poudarili, da se učinkovitost posameznih metod in najverjetneje tudi kombinacije le teh, spreminja glede na razmere. Zato je nujno, da so na terenu prisotni izkušeni izvajalci ukrepov, ki znajo oceniti in izbrati pravo kombinacijo metod glede na trenutne razmere v okolju. Kot primer naj navedemo, da se je v letu 2023 za najmanj učinkovito metodo med uporabljenimi izkazal elektroizlov z brodenjem, ki je v preteklih letih veljal za bolj uspešno metodo. Hkrati pa lahko ugotovimo, da smo bili v letu 2023 z metodo elektroribolova bolj učinkoviti kot v predhodnem letu.

4.2 Analiza populacijskih parametrov trnavca v letu 2023

V letu 2023 smo ujeli 4.697 trnavcev, kar je 29% več rakov kot v letu 2022. Od tega je bilo v ulovu prisotnih 428 samic z jajčeci/zarodom, kar pomeni, da je dejansko število odstranjenih osebkov trnavca še veliko večje (N~104860). Po poročanju Kozaka in sodelavcev (2015) ena samica nosi med 31 in 555 jajčec, kar se ujema z našimi podatki, da samica v povprečju nosi 245 jajčec/zaroda.

Večje število ujetih trnavcev v letu 2023 v primerjavi s predhodnimi leti je posledica povečanega navora pri izvajanju obeh najučinkovitejših metod (mehansko odstranjevanja makrofitov in postavitve ekoloških pasti). Napor smo povečali tako časovno, kot tudi s povečanjem števila ekoloških pasti na območju gramoznic.

V letu 2023 je bil delež juvenilnih osebkov v ulovu večji (34% ulova) v primerjavi z letom 2022 (6,4% ulova). Ulov večjega deleža juvenilnih osebkov je lahko posledica večjega uspeha pri razmnoževanju in razvoju zaroda v naravi ali pa posledica spremembe izlova. Aprila 2023 smo po dogovoru s projektnimi partnerji prenehali z vračanjem večjih kastriranih samcev v gramoznice in s tem zmanjšali pritisk plenjenja na juvenilne osebkove (kanibalizem).

Vrhunec lovne sezone glede na število ujetih trnavcev, so v letu 2023 predstavljali meseci julij, avgust in september. To je obdobje, ko raki postopoma preidejo v novo paritveno sezono. V paritvenem obdobju raki postanejo bolj aktivni tudi preko dneva in se prično gibati na bistveno daljše razdalje zaradi iskanja partnerjev (Burič in sod., 2009).

Največ trnavcev smo izlovili iz **Gramoznice 7**, ki je ena izmed največjih gramoznic na obravnavanem območju. V njej smo ujeli 77% (N=3627) vseh ujetih trnavcev v letu 2023. V Gramoznici 7 smo ujeli tudi največ samic z jajčeci/zarodom (82%; N= 351) in izmerili najvišjo temperaturo vode, ki je znašala 27°C. Od leta 2020 dalje je to gramoznica z najvišjim indeksom naseljenosti trnavcev. Zato smo največ časa in navora vložili v izlov trnavca prav v Gramoznici 7 in v Gramoznici 1, kjer smo ujeli še dodatnih 17 % (N=782) vseh trnavcev v letu 2023. Ulov v ostalih gramoznicah je predstavljal le 6% ujetih trnavcev.

V Gramoznicah 9 in 10, kjer smo ujeli najmanjše število trnavcev, jih z metodo elektroribolova v letu 2023 nismo zaznali. Vsi trnavci v omenjenih gramoznicah so bili ujeti z metodo postavljanja ekoloških pasti. Iz tega bi lahko sklepali, da je metoda postavljanja ekoloških pasti občutljivejša, vendar so za to potrebne nadaljnje raziskave.

Razmerje med spoloma pri ujetih trnavcih leta 2023 je bilo v povprečju 45,5:54,5 v prid samcev. Februarja smo v ulovu zabeležili 5,3-krat več samcev kot samic, kar predstavlja veliko odstopanje od povprečja. Odstranjevanje samic je za zmanjševanje populacij učinkovitejše od odstranjevanja samcev, saj se samica lahko pari z več samci in ima celo zmožnost apomiktične partenogeneze. Iz tega sklepamo, da mrzli zimski meseci niso ravno optimalni za obvladovanje populacije trnavca. Zato je napor smiselno usmerjati v toplejša obdobja leta.

Tako kot v letu 2022 smo tudi leta 2023 ujeli osebkove z zunanjimi morfološkimi znaki obojespolnosti. Samci so imeli poleg gonopodov razvito žensko genitalno odprtino. Osebkove smo shranili v alkoholu za nadaljnje morfološke raziskave, ki bodo potrdile morebitno prisotnost notranjih spolnih organov in s tem funkcionalno obojespolnost. Obojespolnost je bila v populacijah rakov desetoronožcev že potrjena. V povprečju naj bi obojespolniki predstavljali manj kot 1 % populacije (Yazicioglu in sod.,

2017). Kot zanimivost naj povemo, da smo v letu 2023 ponovno popisali samice, ki so imele razvite tri ženske genitalne odprtine.

4.3 Monitoring uspešnosti izlova

Rezultati monitoringa uspešnosti izlova trnavca ne kažejo trenda upadanja oz. rasti populacije na območju gramoznic med leti 2019 in 2023. Trend populacije je stabilen z letnimi nihanjem, ki jih pripisujemo različni uspešnosti reprodukcije trnavca v posameznem letu. Nihanja v naseljenosti bi lahko pripisali tudi driftu osebkov v času visokih voda med gramoznicami in v sosednja območja, vendar slednje v okviru monitoringa širjenja trnavca na druga območja, ki ga izvaja partner projekta NIB, ni bilo potrjeno (Bedjanič in sod., 2021; Bedjanič, 2022).

Na podlagi monitoringa uspešnosti izlova trnavca zaključujemo, da z izlovi uspešno omejujemo njegovo naseljenost na danem območju. Trnavec je invazivna tujerodna vrsta, katere naseljenost v gramoznicah, bi se brez izvajanja aktivnosti izlova najverjetneje približala eksponencialni rasti, kar se ne dogaja. S povečevanjem številčnosti in biomase populacije bi se verjetnost širjenja te vrste na sosedna območja povečevala. Zato predlagamo, da z aktivnostmi izlova nadaljujemo, dokler ne najdemo izvedljive dokončne rešitve. Aktivnosti izlova, katere izvajamo v okviru projekta LIFE NATURA.SI so učinkovite za obvladovanje trnavca na tarčnem območju v normalnih razmerah/pretokih. Veliko grožnjo za razširitev trnavca na nova območja pa predstavljajo dolgotrajni in/ali ekstremno povečani pretoki v stari strugi Drave. Povečani pretoki za daljše obdobje so v prihodnosti načrtovani tudi v okviru sanacije HE Formin. Kot preventivo predlagamo popolno zasutje območja gramoznic v okviru sanacije, pred začetkom del, ki bodo povečali pretok v stari strugi Drave in njegovo revitalizacijo. Predlagana dokončna rešitev iztrebitve trnavca je bila tudi eden od zaključkov srečanja s partnerji projekta, ki smo jo izvedli dne 11.4.2023, v prostorih Zavoda za ribištvo Slovenije. Poudariti je treba, da vpliv zasutja na ostale vrste, ki poseljujejo tarčno območje še ni bil preverjen in ocenjen kot spremenljiv, kar je pred samo izvedbo potrebno narediti.

4.4 Signalni rak na območju gramoznic, drift kot posledica visokih vod

V gramoznicah smo signalnega raka prvič potrdili v letu 2021 (Marguč in sod. 2022). Ujeli smo en osebek te vrste. V letu 2022 smo prisotnost vrste v gramoznicah ponovno potrdili, z najdbo še enega osebkov (Marguč in Mrzelj 2023). Signalni rak je namreč prisoten približno 2 km gorvodno od gramoznic, v Ptujskem jezeru, torej nad pregrado Markovci. V letu 2023 smo v gramoznicah ujeli kar 27 signalnih rakov. Vsi raki so bili ujeti v drugi polovici leta, torej po ekstremnih poplavih. Zato predvidevamo, da je visoka številčnost signalnega raka v ulovu posledica drifta iz Ptujkega jezera po toku navzdol na območje gramoznic.

5. Zaključki

- Za najučinkovitejši način izlova trnavca na območju gramoznic se je izkazala uporaba kombinacije več metod, s katerimi smo zajeli rake s čim večjega območja ob upoštevanju sezone, vremenskih razmer in vedenjskih vzorcev.
- Za izlov smo v letu 2023 uporabljali metodo mehanskega odstranjevanja makrofitov, postavitve ekoloških pasti, lov z roko in elektroizlov z brodenjem.
- Metoda mehanskega odstranjevanja makrofitov se je izkazala za časovno najbolj učinkovito. Uporabna je bila do začetka avgusta, ko so nastopile velike poplave in uničile vse makrofite. Sledila je metoda postavitve ekoloških pasti, katera je uporabna prek celega leta. Sledila je metoda lova z roko in elektroizlova z brodenjem.
- Menimo, da je izlov samic z jajčeci/zarodom bistvenega pomena za zmanjševanje populacije. Za lov samic z jajčeci/zarodom se je za najboljšo metoda izkazala postavitve ekoloških pasti.
- V letu 2023 smo ujeli 4697 osebkov trnavca, kar je največ do sedaj. Med njimi je bilo kar 428 samic z jajčeci/zarodom, z njihovo odstranitvijo smo odstranili povprečno 104.860 zaroda trnavca. Visoko število ujetih trnavcev v letu 2023 je posledica povečanja vloženega npora (čas vzorčenja in povečanje števila ekoloških pasti).
- V Gramoznici 7 smo ujeli 77% trnavcev. Sledi ji Gramoznica 1, kjer smo ujeli 17% trnavcev, preostala vodna telesa na območju gramoznic so predstavljala ostalih 6 % ujetih trnavcev.
- Po 5 letih intenzivnega izlavljanja trnavca na območju gramoznic, z veliko vloženega npora, lahko rečemo, da z do sedaj uporabljenimi tehnikami in metodami obvladujemo naseljenost trnavca na danem območju.
- Izvajanje izlova s kombinacijo do sedaj uporabljenih metod je primerna za obvladovanje rasti populacije trnavca in omejevanje njegovega širjenja na nova območja v obdobju z običajnimi razmerami/pretoki. Ob dolgotrajnejšem in/ali ekstremnem povečanju pretokov uporabne metode niso dovolj, zato je potrebno poiskati trajnejšo rešitev. Predlagamo, da z aktivnostmi izlova nadaljujemo, dokler ne najdemo izvedljive dokončne rešitve.
- Kot dokončno rešitev, iztrebitev vrste na območju, predlagamo popolno zasutje obravnavanega območja in njegovo revitalizacijo. Zasutje bi bilo smiselno izvesti v okviru predvidene sanacije HE Formin in to pred deli, ki bodo povzročila dolgotrajen povečan pretok v stari strugi Drave, kar predstavlja veliko grožnjo za razširitev populacije trnavca na nova območja.
- V letu 2023 smo na območju gramoznic ujeli 27 signalnih rakov. Predvidevamo da je njihova prisotnost posledica drifta iz Ptujškega jezera v času avgustovskih poplav.

6. Viri in literatura

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

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

Bedjanič, M. 2021. Vmesno interno poročilo o spremljanju morebitvenega širjenja invazivne tujerodne vrste raka trnavca (*Orconectes limosus*) na vplivnem območju Dravinja s pritoki (SI3000306) - Akcija D.1.: Nacionalni inštitut za biologijo, Oddelek za raziskave organizmov in ekosistemov, Ljubljana. 15str. Naročnik: Ministrstvo za okolje in prostor, Ljubljana

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.

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

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

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

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

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

Kozak, P., Duriš, Z., Petrusek, 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.

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

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

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

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

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

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

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

Marguč D. in Mrzelj L., 2023 Izlavljanje invazivnega raka trnavca *Faxonius limosus* na področju stare struge reke Drave pod jezom Markovci, Slovenija. Akcija A.1.2, Life IP Life 17 IPE/SI/000011, Zavod za ribištvo Slovenije.

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