

UNIVERZA NA PRIMORSKEM
FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN
INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE

ZAKLJUČNA NALOGA

POPULACIJA VELIKEGA PUPKA (*Triturus carnifex*)
IN HRIBSKEGA URHA (*Bombina variegata*) NA
OBROBJU CERKNIŠKEGA JEZERA

UNIVERZA NA PRIMORSKEM
FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN
INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE

Zaključna naloga

**Populacija velikega pupka (*Triturus carnifex*) in hribskega urha
(*Bombina variegata*) na obrobju Cerknškega jezera**

(Population of Italian crested newt (*Triturus carnifex*) and yellow-bellied toad (*Bombina variegata*) at the edge of the lake Cerknica)

Ime in priimek: Eva Mur Eržen
Študijski program: Biodiverziteta
Mentor: doc. dr. Martina Lužnik

Koper, september 2020

Ključna dokumentacijska informacija

Ime in PRIIMEK: Eva MUR ERŽEN

Naslov zaključne naloge: Populacija velikega pupka (*Triturus carnifex*) in hribskega urha (*Bombina variegata*) na obrobju Cerkniškega jezera

Kraj: Koper

Leto: 2020

Število listov: 46

Število slik: 12

Število tabel: 8

Število referenc: 29

Št. strani prilog: 3

Mentor: doc. dr. Martina Lužnik

Ključne besede: *Triturus carnifex*, *Bombina variegata*, ocena velikosti populacije, fotoidentifikacija, Dewsburyjeva vodna past, Cerkniško jezero

Izvleček:

Na obrobju Cerkniškega jezera v Notranjskem regijskem parku so v Pucinovem lazcu obnovili življenjski prostor velikega pupka (*Triturus carnifex*) in v Novi Karlovinci blizu že obstoječega, vzpostavili nov habitat za hribskega urha (*Bombina variegata*). Za raziskavo populacij teh dveh vrst v letu 2019 smo uporabili metodo ulova, označevanja in ponovnega ulova (MRR) ter fotoidentifikacijo. Za monitoring velikega pupka smo uporabili Dewsburyjeve vodne pasti. Urhe smo polovili z roko. Velikost populacij smo izračunali z metodo po Schnablu in s programom MARK. Prva metoda je pokazala, da se je v času vzorčenj (april-maj) na območju zadrževalo 123 odraslih pupkov (95% interval zaupanja: 103–153). V času vzorčenj urha (maj-september) se je na območju zadrževalo 20 odraslih osebkov (95% interval zaupanja: 20–23). MARK je ocenil populacijo pupkov za samce 79 (95 % interval zaupanja: 75–89), za samice pa 74 (95 % interval zaupanja: 52–128) osebkov. Za urhe smo s tem programom dobili oceno 22 živali (95% interval zaupanja: 20-33). Prisotnost populacije pupkov med razmnoževalnim obdobjem v Pucinovem lazcu je močno odvisna od višine vodne gladine Cerkniškega jezera. Vzpostavitev novega habitata za urha je bila uspešna, saj so osebki ponujene bazenčke uspešno naselili. Pridobljeni podatki in urejen katalog fotografij bodo predstavljali izhodiščno stanje za Notranjski regijski park za nadaljnje spremljanje populacije in postopno dopolnjevanje foto arhiva. V primeru, da bi se stanje populacije poslabšalo, bodo lahko to hitro zaznali in primerno ukrepali.

Key document information

Name and SURNAME: Eva MUR ERŽEN

Title of the final project paper: Population of Italian crested newt (*Triturus carnifex*) and yellow-bellied toad (*Bombina variegata*) at the edge of the lake Cerknica

Place: Koper

Year: 2020

Number of pages: 46

Number of figures: 12

Number of tables: 8

Number of references: 29

Number of appendix pages: 3

Mentor: Assist. Prof. Martina Lužnik, PhD

Keywords: *Triturus carnifex*, *Bombina variegata*, population size, fotoidentification, Dewsbury newt trap, lake Cerknica

Abstract:

At the edge of lake Cerknica Notranjska regional park has restored the habitat of Italian crested newts (*Triturus carnifex*) in Pucinov laz and established a new habitat for yellow-bellied toads (*Bombina variegata*) in Nova Karlovica, bellow existing one. We used mark-release-recapture (MRR) and fotoidentification to monitor the two species. For monitoring of Italian crested newt, we chose to set Dewsbury newt traps. Yellow-bellied toads were caught with hands. Population size was calculated using Schnabel method and MARK programme. The first one showed, that 123 adult Italian crested newts (95% confidence interval: 103–153) stayed in the pond during sampling period (April-May). During the sampling period for yellow-bellied toads (May-September) 20 specimens adult animals (95% confidence interval: 20–23) were found in this area. MARK programme has estimated the population of male Italian crested newts to be 79 (95% confidence interval: 75-89) and of female newts to be 74 (95% confidence interval: 52-128) specimens. For yellow-bellied toads we estimated 22 (95% confidence interval: 20-33) adult animals. The presence of Italian crested newt population in Pucinov laz depends on the water level of lake Cerknica during their time of reproduction. The establishment of new habitat for yellow-bellied toads was successful, because specimens successfully inhabited the available pools. The obtained data and organized catalogue of photos will represent the initial state for further monitoring of the population and gradual supplementation of the foto archive by Notranjska regional park. In case of population declines or other alterations, they will be able to react quickly and properly.

Zahvala

Iskrena hvala mentorici dr. Martini Lužnik za svetovanje in usmerjanje pri izdelavi zaključne naloge. Hvala za vso strokovno in praktično znanje na terenih in drugod.

Iskrena hvala dr. Andreju Sovincu za usmerjanje pri izvedbi terenov in pomoč pri logističnih problemih. Hvala za vso strokovno znanje iz predavalnic in za predloge pri tej zaključni nalogi.

Hvala dr. Juretu Jugovicu za predano znanje, strokoven pregled zaključne naloge in predloge, ki so še bolj obogatile to nalogo.

Hvala zaposlenim iz Notranjskega regijskega parka za posredovane podatke, ki so pripomogli h kvalitetnejši vsebini zaključne naloge.

Hvala dr. Martini Lužnik, dr. Juretu Jugovicu, Maretu K., Neji Mravlja, Sari Strah in družini Mur za vso pomoč pri vzorčenju in fotografiranju pupkov ter urhov. Brez vas terensko delo ne bi bilo tako kakovostno izpeljano!

Posebna zahvala gre Aljažu, ki je moja življenjska - in pri tej nalogi tudi IT - podpora.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD.....	1
1.1	Veliki pupek <i>Triturus carnifex</i> (Laurenti 1768).....	1
1.1.1	Morfologija.....	1
1.1.2	Habitat in ekologija	1
1.1.3	Razširjenost	2
1.1.4	Grožnje in stanje populacij	2
1.2	Hribski urh <i>Bombina variegata</i> (Linnaeus 1758).....	2
1.2.1	Morfologija.....	3
1.2.2	Habitat in ekologija	3
1.2.3	Razširjenost	3
1.2.4	Grožnje in stanje populacij	4
1.3	Varstveni status	4
1.4	Opis območja.....	5
1.4.1	Cerkniško jezero	5
1.4.2	Obnova habitata velikega pupka.....	6
1.4.3	Vzpostavitev novega habitata hribskega urha	7
1.5	Namen in cilji	8
2	METODE DELA	9
2.1	Terenske metode.....	9
2.1.1	Vzorčenje habitata velikega pupka.....	9
2.1.2	Vzorčenje habitata hribskega urha	13
2.2	Fotoidentifikacija in ocena velikosti populacije.....	14
2.2.1	Metoda ulova, označevanja in ponovnega ulova.....	16
2.2.2	Izračun velikosti populacij	16
2.2.2.1	Analiza terenskih podatkov	16
2.2.2.2	Metoda po Schnablu	18
2.2.2.3	Metoda ocenjevanja populacije s programom MARK	18
3	REZULTATI Z DISKUSIJO.....	20
3.1	Ocena velikosti populacije za velikega pupka.....	20
3.1.1	Pregled ulovljenih osebkov velikega pupka po datumih vzorčenja	20
3.1.2	Velikost populacije velikega pupka z metodo po Schnablu	21
3.1.3	Velikost populacije velikega pupka izračunana v programu MARK	21
3.1.4	Diskusija	22
3.2	Ocena velikosti populacije za hribskega urha	25

3.2.1	Pregled ulovljenih osebkov vrste hribskega urha po datumih vzorčenja	25
3.2.2	Velikost populacije hribskega urha z metodo po Schnablu	27
3.2.3	Velikost populacije hribskega urha izračunana v programu MARK.....	28
3.2.4	Diskusija	28
4	ZAKLJUČEK	30
5	LITERATURA IN VIRI	31

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Število osebkov vrste veliki pupek v Godeševem in Pucinovem lazju v letih 2012, 2013 in 2014.	7
Preglednica 2: Višina vodostaja Stržen in globina vodnega telesa v cm na dan vzorčenja ob 12:00 ter takratno vreme.....	9
Preglednica 3: Število ulovljenih osebkov velikega pupka po datumih vzorčenja. *Sad – mladi osebki.....	20
Preglednica 4: Izračun populacije velikega pupka po Schnablu. 1 t – zaporedno vzorčenje; 2 Ct – št. vseh ujetih osebkov v vzorcu t; 3 Rt – št. ponovno ujetih osebkov; 4 Ut – št. na novo ujetih osebkov; 5 Mt – seštevek Ut; 6 N – velikost populacije.	21
Preglednica 5: Modeli z različnimi parametri, ki smo jih testirali pri ocenjevanju zaprte populacije velikega pupka v programu MARK. Ločeno sta podani velikost populacije samcev (Nm) in samic (Nf) ter v oklepaju 95 % interval zaupanja. Izbrani najboljši model je označen krepko.	22
Preglednica 6: Ulovljivost samcev (pm) in samic (pf) velikega pupka s 95% intervali zaupanja (95% IZ).	22
Preglednica 7: Število ulovljenih osebkov hribskega urha po datumih vzorčenja. *Sad – mladi osebki.....	26
Preglednica 8: Izračun populacije hribskega urha po Schnablu. 1 t – zaporedno vzorčenje; 2 Ct – št. vseh ujetih osebkov v vzorcu t; 3 Rt – št. ponovno ujetih osebkov; 4 Ut – št. na novo ujetih osebkov; 5 Mt – seštevek Ut; 6 N – velikost populacije.	27

KAZALO SLIK IN GRAFIKONOV

Slika 1: Območje razširjenosti velikega pupka v Evropi je na sliki prikazano z zeleno barvo (IUCN 2009).....	2
Slika 2: Območje razširjenosti hribskega urha v Evropi je na sliki prikazano z oranžno barvo. Na jugovzhodnem delu Francije sta z s črno barvo označeni območji, kjer je vrsta izumrla, na jugozahodnem delu iste države pa sta z rumeno barvo označeni območji, kjer je vrsta domnevno izumrla (IUCN 2009).....	4
Slika 3: Vzpostavitev novega habitata hribskega urha v bližini ponora Nova Karlovica. Na sliki so razvidni 4 bazeni za vrtni ribnik (foto: arhiv NRP).	8
Slika 4: Postavitev vodnih pasti v Pucinovem lazju (foto: osebni arhiv).	10
Slika 5: Diagram Dewsburyjeve vodne pasti s sprednje in stranske strani (povzeto po Dewsbury, Coleford, & Forest 2014).	11
Slika 6: Dewsburyjeva vodna past v uporabi (vir: https://www.nhbs.com/dewsbury-newt-trap).....	11
Slika 7: Pupek v PVC tulcu med fotografiranjem (foto: osebni arhiv).	12
Slika 8: Lovljenje urhov (foto: osebni arhiv).	14
Slika 9: Samec, poimenovan Cene, se je ulovil 18.4., 25.4., 8.5. in 9.5.2019 (foto: osebni arhiv).....	15
Slika 10: Samica, poimenovana Ilka, se je ulovila 26.8. in 19.9.2019 (foto: osebni arhiv).15	
Slika 11: Izsek preglednice z zgodovino ulovov ujetih velikih pupkov.	17
Slika 12: Izsek preglednice z zgodovino ulovov ujetih hribskih urhov.....	17

KAZALO PRILOG

Priloga A: Preglednica z zgodovino ulovov ujetih in z lastnimi imeni poimenovanih velikih pupkov. Oznaka 1 pomeni, da je bil osebek ujet in 0, da osebek ni bil ponovno ujet (M – samec, F – samica, sad – mlad osebek).

Priloga B: Preglednica z zgodovino ulovov ujetih in z lastnimi imeni poimenovanih hribskih urhov. Oznaka 1 pomeni, da je bil osebek ujet in 0, da osebek ni bil ponovno ujet (M – samec, F – samica, sad – mlad osebek).

1 UVOD

1.1 Veliki pupek *Triturus carnifex* (Laurenti 1768)

Uvrščamo ga v kraljestvo živali (Animalia), deblo strunarjev (Chordata), razred dvoživk (Amphibia), red repatih dvoživk (Caudata) in družino pupkov ter močeradov (Salamandridae) (Romano in sod. 2009).

1.1.1 Morfologija

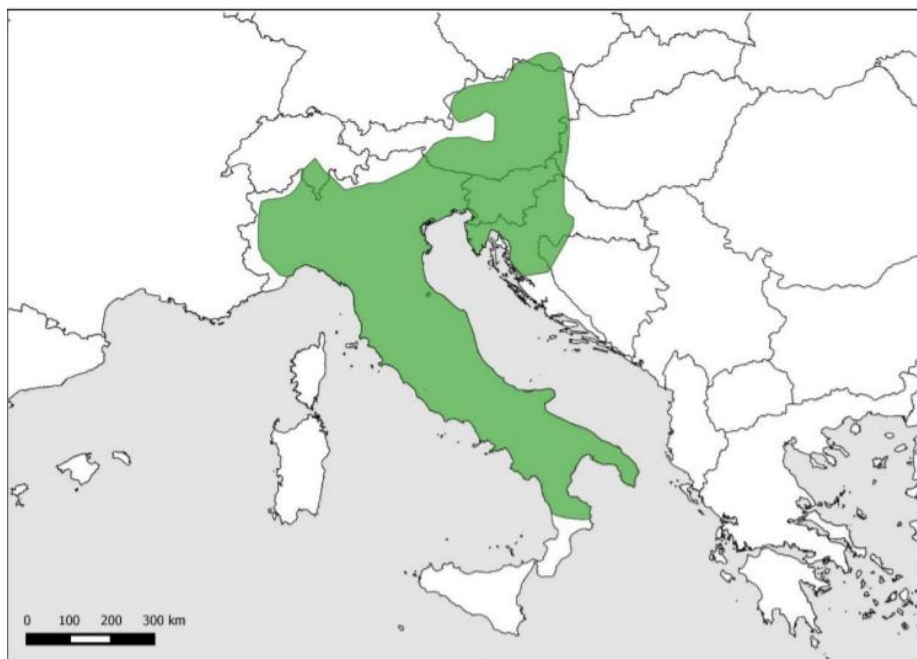
Veliki pupek meri v dolžino od 10 do 18 cm, izjemoma do 25 cm. Na živo oranžnem do rumenkastem trebuhu so številne temne lise. Grlo je temnejših barv z majhnimi belimi pikami. Samca ločimo od samice po večji kloaki in svetlomodri progi, ki jo ima po sredini repa. Nad kloako ima v obdobju parjenja visok, nazobčan hrbtni greben. Pri samicah je spodnji rob repa oranžne barve. Juvenilni osebki imajo na hrbtu rumeno progo in na trebuhu manj lis. Ličinka velikega pupka je dolga do 9 cm. Prsti na zadnjih okončinah so podaljšani. Na hrbtnem delu repnega grebena ima ličinka velike temne pike. Repni greben je visok in sega daleč na telo. Rep na koncu vodi v tanko nitasto konico. Premer jajca meri od 4 do 5 mm in je ovalne oblike. Samica vsakega posebej zavije med oziroma v liste vodnih rastlin (Veenvliet in Kus Veenvliet 2008).

1.1.2 Habitat in ekologija

Vrsta se pojavlja tako v listopadnih gozdovih kot v suhih mediteranskih habitatih od 0 do 2140 metrov nadmorske višine. Za razmnoževanje in larvalni razvoj je nujna stalna ali vsaj kratkotrajna prisotnost vode (Romano in sod. 2009; Edgar in Bird 2006). V povprečju se odrasli osebki med razmnoževanjem v vodi zadržujejo 4 mesece na sezono (Arntzen in Wallis 1999). Na Kraškem robu se zaradi toplejšega podnebja veliki pupek začne zadrževati v vodi že marca, junija pa se jih v njej zadržuje bolj malo (Lužnik 2013). Potem gre na kopno, kjer si poišče zavetje pod kamni ali debli. Izogiba se vodam, v katerih so ribe (Veenvliet in Kus Veenvliet 2008). Zadržuje se tudi v modificiranih habitatih, kot na primer kamnolomih in umetnih vodnih telesih. To so na primer kamniti vodnjaki in zbiralniki pitne vode (Romano in sod. 2009).

1.1.3 Razširjenost

V Evropi lahko vrsto najdemo na Apeninskem polotoku, na Jadranski strani Balkanskega polotoka vse do Velebita na jugu in do območja srednje Evrope (Poboljšaj in Lešnik 2003; Arntzen in Wallis 1999) (Slika 1). V Sloveniji je veliki pupek splošno razširjen (Poboljšaj in Lešnik 2003).



Slika 1: Območje razširjenosti velikega pupka v Evropi je na sliki prikazano z zeleno barvo (IUCN 2009).

1.1.4 Grožnje in stanje populacij

Velike pupke ogroža degradacija njihovih habitatov, krčenje gozdov, spremembe v kmetijskih praksah, uporaba gnojil in pesticidov, ki povzročajo onesnaževanje in tudi evtifikacijo (prenasičenost z nutrienti) ter nenazadnje vnašanje plenilskih rib v njihove vodne habitate (Edgar in Bird 2006). Njegov trenutni populacijski trend upada (Romano in sod. 2009).

1.2 Hribski urh *Bombina variegata* (Linnaeus 1758)

Taksonomsko ga uvrščamo v kraljestvo živali (Animalia), deblo strunarjev (Chordata), razred dvoživk (Amphibia), red brezrepnih dvoživk (Anura) in družino urhov (Bombinatoridae) (Kuzmin in sod. 2009).

1.2.1 Morfologija

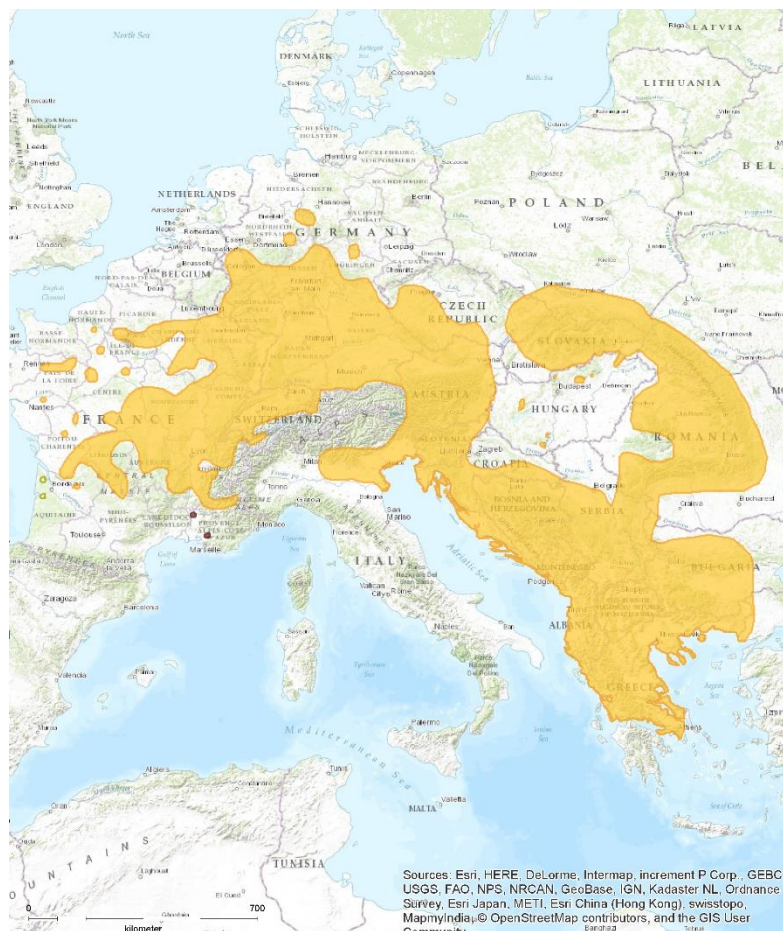
Hribski urh v dolžino meri od 3 do 5 cm. Hrbtna stran je sivorjave barve. Na rumeni, izjemoma oranžni trebušni strani so črnosive lise, na katerih so majhne bele pike ali pa jih ni. Prvi prsti so rumene barve. Lisa, ki poteka z njih, sega na dlani oziroma stopala. Samca ločimo od samice po odebeljeni, rjavo obarvani koži na prvih prstih in podlahteh sprednjih okončin, ki so debelejšje. Bolj izrazito plavalno kožico na zadnjih okončinah imajo samci. Paglavec hribskega urha je dolg do 5 cm. Njegovo telo je sivorjave barve. Oči od spodaj ne vidimo, saj so nameščene hrbtno bočno. Z lupo lahko na repnem grebenu vidimo tanke črte. Majhni paglavci imajo pred očmi dve kratki rumenkasti progi medtem ko imajo večji repni greben in mišični del repa enako obarvana. Premer jajca meri od 4 do 7 mm. Mrest je pritrjen na bilke in vsebuje od 4 do 60 jajc, v povprečju 15 jajc. Ta so razvrščena v nitke, kljub temu da izgledajo kot skupek posamičnih jajc. Vrsta se razmnožuje od aprila do avgusta (Veenvliet in Kus Veenvliet 2008).

1.2.2 Habitat in ekologija

Vrsta se pojavlja v iglastih, listopadnih in mešanih gozdovih, grmičevju in na travnatih ter poplavnih površinah. Na nižji nadmorski višini se zadržuje v listopadnih, na višji pa v iglastih gozdovih in višje ležečih jasih. Hribskega urha najdemo v številnih vodnih telesih, kot na primer jezerih, ribnikih, kalih, barjih, rekah, potokih, izvirih, lužah, vodnih zbiralnikih, jarkih in ne nazadnje v kolesnicah, napolnjenih z vodo. Njegovo mrestišče mora imeti dovolj sonca, začasno vsebovati vodo in biti v bližini gozda. Potrjeno je, da vrsta tolerira rahlo onesnaženost vode (Kuzmin in sod. 2009). Hribski urh se izogiba vodam, v katerih so ribe (Veenvliet in Kus Veenvliet 2008).

1.2.3 Razširjenost

Hribski urh je v Evropi razširjen čez centralni in južni del ter je avtohtona vrsta v Albaniji, Avstriji, Bosni in Hercegovini, Bolgariji, Franciji, Nemčiji, Grčiji, Italiji, Lihtenštajnu, Luksemburgu, Makedoniji, Črni gori, Romuniji, Srbiji, Sloveniji, Švici, Ukrajini, na Češkem, Hrvaškem, Madžarskem, Nizozemskem, Poljskem in na Slovaškem (Slika 2). Regionalno je izumrl v Belgiji, v Združenem kraljestvu pa so ga naselili (Kuzmin in sod. 2009). Hribski urh se pojavlja po celotni Sloveniji. Na SV delu države in na območju Krakovskega gozda ter Jovsov prihaja do stika in križanja s populacijami nižinskega urha (Veenvliet in Kus Veenvliet 2008).



Slika 2: Območje razširjenosti hribskega urha v Evropi je na sliki prikazano z oranžno barvo. Na jugovzhodnem delu Francije sta z s črno barvo označeni območji, kjer je vrsta izumrla, na jugozahodnem delu iste države pa sta z rumeno barvo označeni območji, kjer je vrsta domnevno izumrla (IUCN 2009).

1.2.4 Grožnje in stanje populacij

Vrsta na globalni ravni ni znatno ogrožena, čeprav na zahodnih in severozahodnih območjih svojega areala lokalno izumira. Kljub temu da je v Karpatih, Sloveniji in na Poljskem populacija pogosta, njegov populacijski trend upada. Lokalne populacije pa so in sicer jim grožnjo predstavlja izguba ustreznih habitatov zaradi urbanizacije, gradnje cest in izpustov onesnažil v vodna telesa. Vzrok za zmanjšanje populacij v določenih območjih bi lahko bilo pobiranje osebkov za vabo, trgovanje in znanstvene namene, a bi bilo treba vpliv na to vrsto še raziskati (Kuzmin in sod. 2009).

1.3 Varstveni status

V Sloveniji so vse dvoživke uvrščene na rdeči seznam dvoživk oz. Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam (Ur. I. RS 82/2002). Zavarovane so z Uredbo o zavarovanih prosto živečih živalskih vrst (Ur. I. RS 46/2004; 109/2004). Veliki

pupek in hribski urh sta v slovenskem rdečem seznamu opredeljeni kot ranljivi (V; ang. *vulnerable*) vrsti. Uvrščeni sta v Prilogo II Bernske konvencije, v kateri so navedene strogo zavarovane živalske vrste in prilogo II Direktive o habitatih (Direktiva Sveta 92/43/EGS; Konvencija... 1999). V Evropi sta ti dve dvoživki klasifikacijski Natura 2000 vrsti. Na podlagi Direktive o habitatih so njuni habitati opredeljeni kot posebna ohranitvena območja in sestavljajo del območja Nature 2000. Na rdečem seznamu IUCN (Mednarodna zveza za ohranjanje narave in naravnih virov) sta vrsti kategorizirani kot najmanj ogroženi vrsti (ang. *least concern*) (Romano in sod. 2009).

1.4 Opis območja

1.4.1 Cerknško jezero

Cerkniško jezero je del porečja kraške Ljubljani. Ker nima površinskega odtoka, vsa voda odteka pod zemljo (Beltram in sod. 2005). Vodni režim na Cerknškem jezeru se neprestano spreminja. Ta vzdržuje življenjske združbe, uravnava pretok energije in kroženje snovi ter tako daje jezeru vitalen pomen. Vzrok za presihanje in polnjenje jezera so klimatske, hidrološke in geomorfološke značilnosti območja. To so kraški značaj, velika količina padavin, obsežno povodje in topnost kamninske podlage, ki je karbonat – apnenec in na nekaterih delih prehaja v dolomit. Vse zgoraj našete značilnosti ustvarjajo Cerknško jezero kot poseben ekosistem in zato je *locus typicus* (klasično nahajališče) za presihajoča jezera in kraška polja (Gaberščik in Urbanc Berčič 2002).

Za območje Cerknškega jezera je značilno ostro celinsko podnebje z nekoliko več padavinami (1600-1800 mm/leto) in maksimumom v novembru. Minimum je v februarju s povprečno količino 100 mm padavin. Poleti in pozno pozimi je jezero večinoma suho. Navadno se napolni ob obilnem deževju jeseni in taljenju snega spomladi. V januarju je povprečna mesečna temperatura zraka okoli 1,5 °C, v juliju 17,5 °C. Možnost gozdarske in kmetijske rabe sta že od nekdaj privlačili naseljevanje človeka na to območje. Na zahodnem delu Cerknškega polja uspevajo jelovo-bukovi gozdovi, na vzhodnem pa bukovi. Prvi so tipični dinarski, drugi predgorski. Površine, ugodne za kmetijstvo, pa so na dnu polja (Beltram in sod. 2005).

Zaradi značilnosti presihanja jezera, je tu moč najti tako vodne in prehodne, kot tudi kopenske habitate. Odras te značilnosti je izredna biotska pestrost organizmov. Tu ima rastišče 52 višjih rastlin, uvrščenih na slovenski rdeči seznam. Ogrožene rastlinske vrste, ki uspevajo na tem območju so na primer močvirska perunika (*Iris pseudacorus*), božja milost (*Gratiola officinalis*), srednja rosika (*Drosera intermedia*) in številne druge (Beltram in sod. 2005). Na tem območju so do sedaj našeli 270 vrst ptic, kar predstavlja kar polovico vseh

evropskih vrst (DOPPS 2017). V neposredni bližini jezera se zadržuje 11 vrst plazilcev. V jezeru so prisotne avtohtone ribe, kot so klen (*Leuciscus cephalus*), linj (*Tinca tinca*), ščuka (*Esox lucius*) in druge. V širši okolici je znanih 36 vrst kačjih pastirjev, 428 vrst hroščev in 125 vrst dnevnih metuljev, kar predstavlja četrtno vseh evropskih vrst. Predstavniki sesalcev na tem območju so na primer evrazijska vidra (*Lutra lutra*), povodna rovka (*Neomys anomalus*), rjavi medved (*Ursus arctos*), navadni volk (*Canis lupus*), srna (*Capreolus capreolus*) in jelen (*Cervus elaphus*) (Beltram in sod. 2005).

Območje Cerkniškega polja z okoliškimi gozdovi je eno najpomembnejših za dvoživke v Sloveniji. Tu se zadržuje kar 13 vrst dvoživk, kar je 70% vseh vrst dvoživk pri nas. Prisotne so vse tri zelene žabe (*Pelophylax sp.*), navadna krastača (*Bufo bufo*), sekulja (*Rana temporaria*), rosnica (*Rana dalmatina*), zelena rega (*Hyla arborea*), hribski urh (*Bombina variegata*), navadni močerad (*Salamandra salamandra*) in veliki (*Triturus carnifex*), planinski (*Mesotriton alpestris*) ter navadni pupek (*Lissotriton vulgaris*). Poleg vseh prej omenjenih vrst dvoživk v slovenski favni, najbolj izstopa človeška ribica - močeril (*Proteus anguinus*), ki je s svojim jamskim načinom življenja fenomen tako v naravoslovni kot kulturni zgodovini Slovenije (Veenvliet in Pobljšaj 2002).

Presihajoče Cerkniško jezero je od leta 2006 uradno mednarodno pomembno mokrišče, ki sodi ne le v Ramsarsko območje, ampak tudi v mrežo območij Natura 2000. Ramsarska konvencija za Slovenijo pomeni, da je z mokrišči potrebno ravnati preudarno, načrtovati izvajanje in ohranjati vsa mokrišča na ozemlju države ter zavarovati pomembna mokrišča in vse tipe mokrišč z razglasitvijo ramsarske lokalitete (Beltram 2005).

1.4.2 Obnova habitata velikega pupka

Veliki pupek se razmnožuje v do zdaj znanih dveh habitatih na obrobju Cerkniškega polja, v Godeševem in Pucinovem lazju (Veenvliet in Pobljšaj 2002). Zaposleni iz Notranjskega regijskega parka so posredovali podatke o številu osebkov v Godeševem in Pucinovem lazju iz let 2012, 2013 in 2015. Ker so bili zabeleženi s »štetjem od daleč«, predstavljajo minimum številčnosti populacije, vendar nakazujejo na prisotnost preko več let. Prikazani so v Preglednici 1.

Preglednica 1: Število osebkov vrste veliki pupek v Godeševem in Pucinovem lazju v letih 2012, 2013 in 2014.

leto	lokacija	število
2012	Cerkniško jezero – Godešev laz	70
05.05.2013	Cerkniško jezero – Godešev laz	100
10.05.2013	Cerkniško jezero – Godešev laz	50
12.05.2015	Cerkniško jezero – Godešev laz	70
2012	Cerkniško jezero – Pucinov laz	20
05.05.2013	Cerkniško jezero – Pucinov laz	20
10.05.2013	Cerkniško jezero – Pucinov laz	13
12.05.2015	Cerkniško jezero – Pucinov laz	21

Ena izmed projektnih aktivnosti KRAS.RE.VITA je bila obnova življenjskega prostora velikega pupka (NRP 2017). Osredotočili so se na vodni habitat oz. kal v Pucinovem lazju, saj se je njegovo bivalno okolje zaradi opuščanja gospodarjenja poslabšalo. Habitatu v bližnjem Godeševem lazju se niso posvečali, saj tamkajšnji lastnik z njim ravna v skladu s priporočili upravljalcev parka.

V Pucinovem lazju so z odstranitvijo lesene zarasti in z redčenjem obrežne vegetacije dosegli večjo osvetljenost vodnega telesa. Iz njega so odstranili odvečne odmrle rastlinske dele. Za lažje migriranje osebkov so bila potrebna vzdrževalna dela, kot sta pozna poletna košnja in redčenje obrežne vegetacije (NRP 2017).

1.4.3 Vzpostavitev novega habitata hribskega urha

Na območju Cerkniškega jezera je do sedaj znana ena lokacija, kjer se razmnožuje hribski urh. Lociran je jugozahodno od naselja Dolenja vas, v bližini ponora Nova Karlovica, na nadmorski višini 332 m. Ravno tu so bile pred časom naravne površine uničene. Njegov habitat leži v območju poplav in ga v času visokih vod dosežejo ribe. Z njimi urh ne more sobivati in zato zapusti to območje (Veenvliet in Pobjljšaj 2002).

V neposredni bližini obstoječega habitata hribskega urha, ki se nahaja izven dosega poplav in je tako onemogočen dostop rib, so v okviru projekta KRAS.RE.VITA na gozdni parceli uredili nov habitat le-tega (NaravaNarave 2018). Na njej so razredčili vegetacijo, skopali 4 gradbene jame globine do 80 cm, v njih nasuli peščeno – prodne blazine in vgradili 4 prefabricirane lupine – bazene za vrtni ribnik. Dva sta dimenzij 135 x 92 x 54 cm, volumna 250 l, druga dva pa 240 x 140 x 62 cm, volumna 1000 l (Slika 3). V in okoli bazenov so nasuli sejan gramoz v debelini 25 cm. Vanje so dodali tudi nekaj vodnih rastlin iz bližnje okolice (NRP 2019).



Slika 3: Vzpostavitev novega habitata hribskega urha v bližini ponora Nova Karlovica. Na sliki so razvidni 4 bazeni za vrtni ribnik (foto: arhiv NRP).

1.5 Namen in cilji

Namen zaključne naloge je bil oceniti vpliv posega v obstoječi habitat velikega pupka v Pucinovem lazcu na njegovo populacijo, za hribskega urha pa oceniti uspešnost vzpostavitve nadomestnega habitata v bližini dosedanjega pri Novi Karlovinci. S pomočjo metodologije lova, označevanja in ponovnega ulova (ang. *mark-release-recapture*; MRR) smo ocenili velikost populacije odraslih osebkov obeh vrst v letu 2019, kar bo podlaga za nadaljnje spremljanje populacij teh dveh dvoživk v spreminjajočih habitatih.

Cilji so naslednji:

- Ocena velikosti populacij za vsako od vrst na izbranih habitatih v bližini Cerknškega jezera v letu 2019.
- Ocena uspešnosti naselitve hribskega urha v nadomestnem habitatu na jugozahodu Cerknškega jezera.
- Ureditev kataloga fotografij vseh ulovljenih osebkov velikega pupka in hribskega urha.

Delo je potekalo na pobudo projekta KRAS.RE.VITA, katerega polno ime je Izboljšanje stanja naravovarstveno najpomembnejših delov travnišč in barjanskih površin na Cerknškem jezeru in Planinskem polju.

2 METODE DELA

2.1 Terenske metode

Vzorčenje za potrebe ocene velikosti populacije odraslih dvoživk je potrebno izvajati v obdobju, ko je večina osebkov na mrestišču. Veliki pupek in hribski urh se vsako pomlad preselita iz prezimovališč na mrestišča. Proti koncu sezone zapustita vodna telesa in se vrneta v prezimovališče. Najboljši čas za izvajanje monitoringa je v višku sezone – torej dovolj pozno v sezoni, ko je večina osebkov že prišla na mrestišče in dovolj zgodaj v sezoni, ko ga še niso zapustila. Morebitnim vplivom okoljskih dejavnikov na naključnost in verjetnost ujetja osebkov se izognemo tako, da vzorčenje izvajamo nekaj dni zaporedoma (Cipot in sod. 2011).

2.1.1 Vzorčenje habitata velikega pupka

Vodno telo v Pucinovem lazu je na nadmorski višini 552 m. Ker je kal povezan s presihajočim jezerom, so prisotna velika nihanja gladine. Površine in globine kala nismo merili vsakič posebej, smo pa zabeležili višino vodostaja potoka Stržen pri Dolenjem jezeru ob 12:00 na dan vzorčenja s spletne strani ARSO. Empirično smo ugotovili, da ko višina tega vodostaja pade pod 200 cm, je vodno telo brez vode. Gre za drugačno nadmorsko višino. Zato smo globino kala izračunali tako, da smo vrednosti višine vodostaja odšteli 200 cm. Monitoring z vodnimi pastmi je potekal od aprila do maja (Preglednica 2), julija smo preverili vodno telo še z drugimi metodami.

Preglednica 2: Višina vodostaja Stržen in globina vodnega telesa v cm na dan vzorčenja ob 12:00 ter takratno vreme.

Vzorčenje	Vodostaj Stržen [cm]	Globina vodnega telesa [cm]	Vreme
18.4.	287	87	pretežno oblačno
25.4.	259	59	pretežno oblačno
8.5.	280	80	pretežno oblačno
9.5.	283	83	jasno
10.5.	292	92	jasno
11.5.	301	101	jasno
23.5.	344	144	jasno
28.5.	331	131	pretežno oblačno
29.5.	355	155	deževno

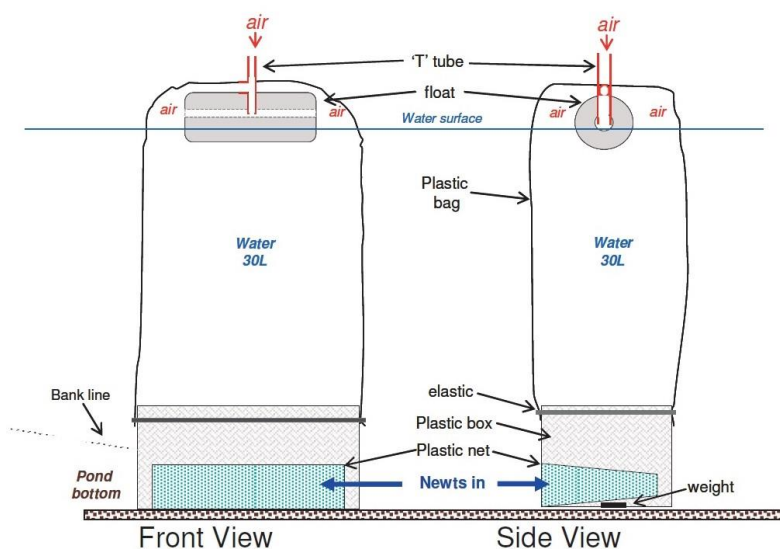
Za monitoring odraslih osebkov velikega pupka v razmnoževalni sezoni smo uporabili Dewsburyjeve vodne pasti (Dewsbury, Coleford in Forest 2014), pri katerih nismo uporabili

vab. Razporedili smo jih enakomerno, čimbolj proti sredini kala. Z vrvico smo jih privezali na količke, da se ne bi preveč oddaljili od brežine (Slika 4).



Slika 4: Postavitev vodnih pasti v Pucinovem lazju (foto: osebni arhiv).

Past služi kot zatočišče za osebkke. Možnost, da se poškodujejo je zelo majhna, saj so pasti potopljene v vodi, v njih pa je dovolj tako vode kot zraka. Pupki lahko v pasti še vedno plavajo do gladine, da zajamejo zrak. Narejene so iz plastične posode, ki ima na daljši stranici odprtino. Nanjo je na notranjo stran pritrjena mrežica, skozi katero lahko gredo osebkki le v eno smer, torej v past. Na vrhu posode je z elastiko pripeta plastična vreča, v kateri je plovec, ki omogoča, da vreča ostane na gladini vodnega telesa. Past je privezana na vrvico, s katero jo po koncu vzorčenja potegnemo k bregu (Dewsbury, Coleford in Forest 2014) (Sliki 5 in 6).



Slika 5: Diagram Dewsburyjeve vodne pasti s sprednje in stranske strani (povzeto po Dewsbury, Coleford, & Forest, 2014).



Slika 6: Dewsburyjeva vodna past v uporabi (vir: <https://www.nhbs.com/dewsbury-newt-trap>).

Vzorčenje s pastmi smo izvedli devetkrat. V vodno telo smo vsakič potopili 6 vodnih pasti in počakali 24 ur. Ujetim osebkom smo vsakič določili spol, jih prešteli, fotografirali in vrnili v vodno telo. Puppe sta vedno vzorčili 2 osebi. Prva je pupka vstavila v prozoren PVC tulec, druga je fotografirala njegovo trebušno stran z mobilnim telefonom Xiaomi Mi A1 (Slika 7). S pridobitvijo fotografij trebušne strani vseh ulovljenih pupkov smo zagotovili njihovo individualno prepoznavo. Vzorec na trebušni strani velikega pupka je namreč unikaten. (več v poglavju 2.2. Fotoidentifikacija).



Slika 7: Pucek v PVC tulcu med fotografiranjem (foto: osebni arhiv).

Kal smo po razmnoževalni sezoni ponovno pregledali, da bi ugotovili uspešnost razmnoževanja. Ugotavljali smo prisotnost jajčec in drugih stadijev (predvsem ličink) z vizualnim štetjem osebkov. Prisotnost jajčec je eden izmed kazalnikov uspešnega razmnoževanja vrste. Samica velikega pupka jajčeca po oploditvi vsakega posebej ovije v liste plavajočih ali potopljenih mehkolistnih vodnih rastlin. Vodno telo se ob počasnem obhodu pregleda in na vodnih rastlinah preveri, ali so na njih odložena jajčeca. Ta metoda pove, ali je bilo razmnoževanje uspešno, vendar ni nujno, da sta bila kasnejši razvoj jajčec in preobrazba ličink uspešna (Cipot in sod. 2011).

Vizualno štetje osebkov je metoda, ki je primerna za potrditev prisotnosti vrste. Lahko jo izvajamo podnevi in ponoči (s pomočjo ročnega reflektorja). Primerna je za manjše mlake in kale, kjer je dno vodnega telesa dobro vidno. Veliki pupki so ponoči bolj aktivni in zato je metoda takrat uspešnejša. Vodno telo se ob počasnem obhodu pregleda in prešteje vse opažene osebkove. Če je možno, se jim določi spol in razvojno stopnjo (Cipot in sod. 2011). Kal smo vizualno pregledali 3.7. podnevi, da smo preverili ali se v njem še vedno zadržujejo odrasli pupki oziroma ličinke. V letu 2020 kala nismo ponovno preverili, smo pa preverjali podatke o vodostaju potoka Stržen.

2.1.2 Vzorčenje habitata hribskega urha

Monitoring hribskega urha v nadomestnih vodnih telesih je potekal od 17.5. do 19.9.2019. Vzorčenje smo izvedli desetkrat. Uporabili smo standardno metodo za vzorčenje urhov z vizualnim štetjem osebkov. Vodna telesa ob počasnem obhodu pozorno pregledamo, preštujemo vse vidne osebkke in določimo razvojno stopnjo. Po obhodu počakamo 10 minut in s tem dosežemo, da se prikažejo osebkki, ki so se ob prihodu popisovalca skrili pod vodo. Z vodno mrežo ali z roko polovimo vse odrasle in mlade osebkke (subadulte). Shranimo jih v plastičen terarij in vsakemu določimo spol in razvojno stopnjo. Nato fotografiramo trebušno stran. Vidne morajo biti vse lise na trebuhu, grlu in okončinah. Osebkke po fotografiranju vrnemo v vodno telo (Cipot in sod. 2011).

Standardno metodo smo nekoliko prilagodili in obhod vsakokrat izvedli dvakrat v enem dnevu v časovnem razmiku treh ur. Tako smo povečali verjetnost, da ulovimo tudi tiste osebkke, ki so se ob prihodu popisovalca skrili pod vodo oz. se skrili med okoliško vegetacijo. Lovili smo jih z roko in jih nato začasno dali v vedro (Slika 8). Ujetim osebkkom smo določili spol, jih prešteli, fotografirali in vrnili v vodno telo. Tako smo naredili za vsak bazen posebej. Urhe sta vedno vzorčili 2 osebi. Prva je urha prijela za zadnje noge in ga položila na hrbtno stran na svojo dlan, druga je fotografirala njegovo trebušno stran z mobilnim telefonom Xiaomi Mi A1. Ob iskanju in lovu odraslih ter mladih osebkov smo vsakič beležili tudi morebitno razmnoževanje (oglašanje samcev, pari v amplexusu), prisotnost jajčec in paglavcev. Nadomestne habitate smo obiskali 6.6.2020, takrat smo preverili uspešnost naselitve urhov.



Slika 8: Lovljenje urhov (foto: osebni arhiv).

2.2 Fotoidentifikacija in ocena velikosti populacije

Tako veliki pupek kot hribski urh imata individualni vzorec na trebuhu kar lahko uporabimo kot individualno označitev ujetih osebkov. To imenujemo »pattern mapping« (Cipot in sod. 2011). Po pridobitvi terenskih podatkov, smo izbrali fotografije z najboljšim kontrastom, jih obrezali in shranili ločeno po datumih vzorčenj. Vse fotografije pupkov smo primerjali med seboj in jih poimenovali z lastnimi imeni. Fotoidentifikacijo smo izvedli vizualno s simultano uporabo dveh računalniških zaslonov. Poimenovane pupke smo shranili v interni katalog fotografij, ločeno po lastnih imenih (Slika 9).



Slika 9: Samec, poimenovan Cene, se je ulovil 18.4., 25.4., 8.5. in 9.5.2019 (foto: osebni arhiv).

Prav tako kot pri pupkih, smo tudi pri urhah izbrali fotografije z najboljšim kontrastom, jih obrezali in shranili ločeno po datumih vzorčenj. Vse fotografije urhov smo primerjali med seboj in jih poimenovali z lastnimi imeni. Fotoidentifikacijo smo izvedli vizualno s simultano uporabo dveh računalniških zaslonov. Poimenovali smo shranili ločeno po lastnih imenih (Slika 10).



Slika 10: Samica, poimenovana Ilka, se je ulovila 26.8. in 19.9.2019 (foto: osebni arhiv).

2.2.1 Metoda ulova, označevanja in ponovnega ulova

Metodo ulova, označevanja in ponovnega ulova oz. MRR uporabljamo na območjih zaprtih populacij, na primer v dolinah potokov ali v bližini stoječih vodnih teles. Pri pupku smo MRR metodo kombinirali z metodo lova s pastmi.

Metoda MRR temelji na naslednjih predpostavkah:

- označitev posameznega osebkca je trajna in enoznačna,
- označitev osebkca ne vpliva na verjetnost ponovnega ujetja osebkca,
- označitev osebkca ne vpliva na verjetnost preživetja osebkca,
- verjetnost ujetja vseh osebkov je enaka.

Izračun velikosti populacije temelji na predpostavki, da je razmerje med številom ponovno ujetih živali v vzorcu in številom vseh živali v vzorcu enako razmerju med številom vseh označenih živali v populaciji in številom vseh živali v populaciji (Cipot in sod. 2011).

2.2.2 Izračun velikosti populacij

2.2.2.1 Analiza terenskih podatkov

V programu Excel (2016) smo oblikovali preglednico z imeni osebkov in datumi vzorčenja (Prilogi A in B). Zgodovino ulovov smo beležili vzporedno s fotoidentifikacijo z oznako 1, če je bil osebek ponovno ulovljen in z 0, če osebek ni bil ponovno ujet. V preglednici smo označili spol. Oznaka »M« (ang. male) za samce, »F« (ang. female) za samice in »sad« za mlade osebkce oz. subadulte (Sliki 11 in 12).

	SPOL (M/F)	IME	18.04.2019	25.04.2019	5.8.2019	5.9.2019	5.10.2019	5.11.2019
1	M	Adam	1	1	1	1	0	0
2	M	Benjamin	1	1	0	0	0	0
3	M	Cene	1	1	1	1	0	0
4	M	Čarli	1	0	0	0	0	0
5	M	Damjan	1	1	1	0	0	0
6	M	Edi	1	1	0	0	0	0
1	M	Albert	0	1	0	0	0	0
2	M	Bine	0	1	1	0	0	0
3	M	Ciril	0	1	0	0	0	0
4	M	Čedomir	0	1	0	1	0	0
5	M	Denis	0	1	1	0	0	0
6	M	Emil	0	1	1	1	1	0
7	M	Fabjan	0	1	1	1	0	0
8	M	Ferdo	0	1	1	0	0	0
9	M	Gaber	0	1	0	0	0	0
10	M	Gašper	0	1	0	0	0	0
11	M	Henrik	0	1	0	0	0	0
12	M	Herman	0	1	0	0	1	0

Slika 11: Izsek preglednice z zgodovino ulovov ujetih velikih pupkov.

	SPOL (M/F)	IME	5.17.2019	5.30.2019	6.20.2019		7.3.2019	
1	M	Arne	1	1	1	1	0	1
2	M	Branko	1	0	0	1	1	1
3	M	Cveto	1	0	0	1	1	1
4	F	Anita	1	0	1	0	0	0
5	F	Biserka	1	1	0	1	1	1
6	F	Cilka	1	0	0	1	1	1
1	M	Črtomir	0	1	0	0	0	0
2	F	Čelestina	0	1	1	0	1	1
1	M	Drago	0	0	1	1	1	1
2	M	Evgen	0	0	1	1	1	1
3	M	Franci	0	0	1	1	0	0
4	F	Dolores	0	0	1	1	0	0
5	F	Erika	0	0	1	1	1	1
6	F	Franja	0	0	1	0	0	0
1	M	Gustav	0	0	0	1	1	1
2	sAD	Bežigrad	0	0	0	1	1	1
1	F	Gracijela	0	0	0	0	1	1
1	F	Hermiona	0	0	0	0	0	0
2	F	Ilka	0	0	0	0	0	0

Slika 12: Izsek preglednice z zgodovino ulovov ujetih hribskih urhov.

2.2.2.2 Metoda po Schnablu

Za izračun velikosti zaprtih populacij iz serije vzorčenj velikega pupka in hribskega urha smo uporabili Schnablovo metodo. Parametri, ki so potrebni za izračun so: število vseh ujetih osebkov v vzorcu t (C_t), število v vzorcu t ujetih osebkov, ki so že bili ulovljeni v vsaj enem od prejšnjih vzorcev (R_t) in število na novo ujetih osebkov v vzorcu t (U_t) (Bueno in sod. 2007). Pred vzorcem t je v populaciji M_t označenih osebkov:

$$M_t = \sum_{i=1}^{t-1} U_i$$

$$C_t = R_t + M_t$$

Velikost populacije lahko ocenimo po formuli:

$$N = \frac{\sum_{t=1}^m C_t M_t}{\sum_{t=1}^m R_t}$$

Kjer je m število vseh vzorčenj.

Schnablova metoda temelji na naslednjih predpostavkah:

- populacija je konstantna (ni priseljevanja in odseljevanja),
- smrtnost je zanemarljiva,
- vzorčenje je naključno,
- vsi osebki imajo enako verjetnost ujetja v vsakem od vzorcev.

Za oceno velikosti populacije velikega pupka po Schnablu smo združili podatke za oba spola v enotno preglednico in računali skupno velikost populacije. Mlade osebkove smo zanemarili, saj nas je zanimala le populacija odraslih osebkov, torej tista, ki se je razmnoževala. Enako smo naredili za oceno velikosti populacije hribskega urha.

2.2.2.3 Metoda ocenjevanja populacije s programom MARK

Preglednici v katerih sta bili zbrani zgodovini ulovov za posamezno vrsto smo uporabili kot vhodni podatek v programu MARK 9.0 (White in Burnham 1999), kjer smo ocenjevali velikosti populacij odraslih, ne pa tudi mladih osebkov. Program nam poda oceno številnih demografskih parametrov za ponovno ulovljene živali (npr. velikost populacije, preživetje, ulovljivost). Podatke za ponovni ulov osebkov lahko pridobimo od ponovno ulovljenih ali zgolj opaženih živali, prav tako od mrtvih živali (npr. lovske trofeje, ulovljene ribe), z radiometrijskim sledenjem ali s kombinacijo teh metod. V različnih modulih programa lahko

uporabimo in modeliramo različne kombinacije parametrov. Modeliramo lahko samo eno skupino živali ali ločeno mlade in stare živali, ločeno samce in samice ali katerekoli smiselne skupine (npr. zaradi domnevno različne stopnje preživetja ali ulovljivosti). Število parametrov program uporabi za izračun vrednosti navideznega verjetja AIC (angl. *quasi-likelihood AIC value*) za vsak posamezen model, kar nam omogoči izbiro najprimernejšega modela (Lužnik 2013; White in Burnham 1999).

Glede na pretekle izkušnje z analizami podatkov velikega pupka (Lužnik in sod. 2014) in načrtom vzorčenja (9-kratno vzorčenje v 40 dneh) smo ocenili, da gre za zaprto populacijo. Enako smo sklepali za hribskega urha, predvsem zaradi podaljšanega razmnoževanja, ki poteka celo poletje. Za analizo podatkov obeh vrst smo v programu MARK uporabili prirejeno metodo za zaprte populacije (modul *Closed captures*, opcija *Huggins' p and c*). Ta modul ocenjuje velikost populacije (N) preko parametrov ulovljivosti (p) in ponovne ulovljivosti (c) – parametre pa modelira kot funkcijo časa, skupno ali ločeno za posamezno skupino.

Testirali smo štiri modele za oceno velikosti populacije, M_t , M_b , M_h in M_0 . Model M_t predvideva časovno odvisnost ulovljivosti, pri čemer je $p = c$. M_b kaže na vedenjski odziv na ulov, npr. žival ima zaradi ujetja kasneje slabšo ponovno ulovljivost (efekt *trap-shy*) ali pa boljšo ponovno ulovljivost (efekt *trap-happy*); $p \neq c$. Model M_h kaže na heterogenost ulovljivosti v populaciji. M_0 je najpreprostejši model, ki predvideva konstantno ulovljivost in enako ponovno ulovljivost med osebki. Preverjali smo tudi vpliv skupine (spola) na navedene parametre. Glede na kriterij AIC, ki ga poda program MARK, smo izbrali najboljši model, na podlagi katerega smo ocenili iskane parametre: ulovljivost in ponovno ulovljivost v posameznem vzorčnem intervalu ter oceno velikosti populacije.

Izračune velikosti populacije za velikega pupka v programu MARK smo naredili z različnimi možnostmi oz. različno oblikovanimi vhodnimi podatki. Tako smo preverili ali se rezultati (ulovljivost, ponovna ulovljivost in končna ocena velikosti populacije) spreminjajo z združevanjem časovnih intervalov in združevanjem vseh podatkov ne glede na spol.

3 REZULTATI Z DISKUSIJO

3.1 Ocena velikosti populacije za velikega pupka

3.1.1 Pregled ulovljenih osebkov velikega pupka po datumih vzorčenja

V letu 2019 smo v devetih vzorčenjih opravili 209 ulovov, od tega 161 samcev, 46 samic in 2 mlada osebka (Preglednica 3). Nekateri ulovljeni osebki so se med monitoringom ponavljali, zato je celokupno število različnih osebkov 110 (od tega 72 samcev, 36 samic in 2 mlada osebka – subadulta).

*Preglednica 3: Število ulovljenih osebkov velikega pupka po datumih vzorčenja. *Sad – mladi osebki*

Vzorčenje	Samci	Samice	Sad*	Skupaj
18.4.	6	0	0	6
25.4.	35	17	2	54
8.5.	26	6	0	32
9.5.	19	4	0	23
10.5.	7	2	0	9
11.5.	5	5	0	10
23.5.	16	5	0	21
28.5.	20	4	0	24
29.5.	27	3	0	30
Skupaj	161	46	2	209

Največ pupkov se je ujelo 25.4., od tega 35 samcev, 17 samic in 2 mlada osebka, najmanj pa 18.4., ko se je ujelo 6 samcev. Pri samcih sta se največkrat ponovno ujela osebka, ki smo ju poimenovali Damjan in Emil, in sicer petkrat. Damjan se je ujel 25.4., 8.5., 23.5., 28.5. in 29.5., Emil pa 8.5., 9.5., 10.5., 28.5. in 29.5. Štirikrat se je ponovno ujel en samec, trikrat devet, dvakrat 14 in enkrat 20 samcev. Vseh nikoli ponovno ujetih samcev smo naštetli 26. Pri samicah sta se največkrat ponovno ujeli Albina in Cecilija in sicer dvakrat. Albina se je ujela 11.5. in 23.5., Cecilija pa 11.5. in 28.5. Enkrat se je ponovno ujelo šest samic, nikoli ponovno ujetih samic je bilo 28. Noben od mladih osebkov se ni ujel ponovno.

Kal smo pregledali 20.6.2019 in opazili 3 ličinke velikega pupka. Jajčec nismo našli.

3.1.2 Velikost populacije velikega pupka z metodo po Schnablu

Z metodo po Schnablu smo izračunali, da se je v časovnem obdobju vzorčenj na območju zadrževalo 123 odraslih osebkov velikega pupka (95% interval zaupanja: 103–153) (Preglednica 4).

Preglednica 4: Izračun populacije velikega pupka po Schnablu. 1 t – zaporedno vzorčenje; 2 C_t – št. vseh ujetih osebkov v vzorcu t ; 3 R_t – št. ponovno ujetih osebkov; 4 U_t – št. na novo ujetih osebkov; 5 M_t – seštevek U_t ; 6 N – velikost populacije.

T	C_t	R_t	U_t	M_t	$C_t M_t$
1	6	0	6	0	0
2	52	5	47	6	312
3	32	14	18	53	1696
4	23	15	8	71	1633
5	9	7	2	79	711
6	10	6	4	81	810
7	21	12	9	85	1785
8	24	20	4	94	2256
9	30	20	10	98	2940
VSOTA		99	108	108	12143
				N	123

Iz preglednice je razvidno, da so se osebki že z 2. vzorčenjem začeli ponavljati (stolpec R_t). Od četrtega vzorčenja naprej smo vedno ujeli več kot polovico predhodno ujetih osebkov. Največji delež ponovno ujetih je bilo pri osmem vzorčenju, kjer smo ponovno ujeli 20 od 24 osebkov. Z metodo po Schnablu smo izračunali, da smo v posameznih vzorčenjih ujeli maksimalno eno tretjino vseh prisotnih osebkov.

3.1.3 Velikost populacije velikega pupka izračunana v programu MARK

Kot najustreznejša se je izkazala metoda, kjer smo v vhodnih datotekah pustili ločene podatke vseh devetih ulovnih priložnosti in prav tako obeh spolov pri čemer smo lahko testirali vpliv spola na ulovljivost. S tako oblikovanimi vhodnimi podatki so testirani modeli imeli dokaj konsistentne rezultate, predvsem pa ni bilo velikih odstopanj za izračunani 95 % interval zaupanja. S pomočjo kriterija AIC smo kot najboljši model opredelili tistega z ulovljivostjo, ki je časovno spremenljiva in odvisna od spola (model g^*M_t), precej slabše pa se je uvrstil model M_t , ki ulovljivosti ne modelira ločeno po spolu, ampak samo po času (Preglednica 5). Preostali modeli (M_b , M_0 in njune kombinacije z modeliranjem ločeno po spolu) so imele še slabše ocenjen kriterij AIC, zato smo jih pri oceni velikosti populacije zanemarili.

Preglednica 5: Modeli z različnimi parametri, ki smo jih testirali pri ocenjevanju zaprte populacije velikega pupka v programu MARK. Ločeno sta podani velikost populacije samcev (N_m) in samic (N_f) ter v oklepaju 95 % interval zaupanja. Izbrani najboljši model je označen krepko.

Model	delta AIC	število parametrov	N_m	N_f
g^*M_t	0	18	79 (75-89)	74 (52-128)
M_t	25	9	85 (79-98)	43 (39-52)
g^*M_b	69	4	85 (76-112)	45 (38-75)
g^*M_0	69	2	80 (76-91)	81 (55-143)
M_0	95	1	87 (80-101)	44 (39-54)
M_b	97	2	87 (78-110)	43 (39-58)

Glede na najboljši model je bila številčnost samcev velikega pupka v Pucinovem lazu spomladi 2019 ocenjena na 79 (95 % interval zaupanja: 75 – 89), samic pa na 74 (95 % interval zaupanja: 52 – 128). Ulovljivost samcev je bila zelo variabilna: od 0,063 do 0,444; ulovljivost samic pa sprva 0 (prva ulovna priložnost, ko samic nismo ujeli), sicer pa med 0,040 in 0,229 (Preglednica 6). Ulovljivost samic je bila vedno manjša od ulovljivosti samcev, kar se je na terenu izkazalo tako, da smo v pasti ujeli veliko manj samic (celokupno 36 samic in 72 samcev), poleg tega so se samice tudi manjkrat ponovno ulovile. Kljub temu je ocena velikosti populacije obeh spolov podobna, vendar je za samice interval zaupanja veliko širši.

Preglednica 6: Ulovljivost samcev (p_m) in samic (p_f) velikega pupka s 95% intervali zaupanja (95% IZ).

Vzorčenje	p_m	95% IZ	p_f	95% IZ
1	0,076	0,034-0,16	0	0
2	0,444	0,333-0,56	0,229	0,115-0,403
3	0,33	0,232-0,444	0,081	0,032-0,19
4	0,241	0,158-0,35	0,054	0,018-0,149
5	0,089	0,042-0,175	0,027	0,006-0,109
6	0,063	0,026-0,144	0,067	0,025-0,17
7	0,203	0,127-0,308	0,067	0,025-0,17
8	0,253	0,168-0,363	0,054	0,018-0,149
9	0,342	0,243-0,457	0,04	0,012-0,129

3.1.4 Diskusija

V obdobju 41 dni smo v devetih vzorčenjih kljub razmeroma majhnem vodnem telesu ob Cerknškem jezeru v pasti ujeli dokaj veliko število velikih pupkov (110). Izbira metode vzorčenja z Dewsburyjevimi vodnimi pastmi se je izkazala za uspešno. Brez težav smo ugotovili istovetnost osebkov s fotografij njihovih trebušnih strani. Zbrane in urejene

fotografije bodo osnova kataloga za nadaljnje dolgotrajno spremljanje velikih pupkov na območju okolice Cerknškega jezera.

Oceni velikosti populacije velikega pupka, ki smo ju pridobili z dvema različnima metodama, se razlikujeta (Schnabel: 123 živali; MARK najboljši model: 153 živali), vendar se intervala zaupanja prekrivata. Model M_0 , ki je ekvivalenten modelu po Schnablu, vendar po analizi v programu MARK slabo podprt, je ocenil populacijo na 131 živali. V programu MARK smo pridobili ločeni oceni za samce: prvi so bili ocenjeni na 79 osebkov (kar je le 3 več, kot smo ujeli samcev) in z ozkim intervalom zaupanja, kar pomeni, da smo ujeli skoraj vse samce v populaciji. Drugače je bilo pri samicah: ujeli smo 36 samic, v ulovih so se veliko manj ponavljale in populacija je bila ocenjena na 74 (z zelo širokim intervalom zaupanja).

Problem veliko širšega intervala zaupanja za samice, oziroma kako na terenu ujeti večje število samic, bi lahko poizkusili popraviti na različne načine. Mori in sod. (2017) v raziskavi navajajo, da pridejo samci v kal 1 – 2 tedna prej kot samice. Glavni razlog je v branjenju teritorija, kjer se bo odvijalo dvorjenje. Lahko sklepamo, da med našim prvim vzorčenjem v kalu še ni bilo samic, saj se je takrat ujelo le 6 samcev. Rezultat bi bil morda drugačen, če bi z vzorčenjem pričeli kakšen teden prej in ga nadaljevali še v junij. Možno bi bilo tudi, da se je pri samicah pojavil negativen vedenjski odziv na ujetje (angl. *trap – shy*) in so se po prvem ujetju začele izogibati pastem. Ob predpostavki, da smo vzorčenje zajeli čez celotno razmnoževalno sezono, bi izogibanje pastem preverili s primerjanjem števila prvih ulovov samcev in samic. V tem primeru bi problem rešili tako, da bi namesto vodnih pasti uporabili vodne mreže. Po celotnem kalu bi vzorčili dve osebi, ujete pupke bi začasno dali v vedra, jim določili spol, jih prešteli in fotografirali. Takšno vzorčenje bi bilo bolj naključno. V idealnih razmerah bi na ta način lahko izvedli popoln izlov pupkov v majhnem kalu in tako prišli do popolnega cenzusa populacije. Tak način pa je v proučevanem vodnem telesu težje izvedljiv, zaradi občasne velike globine, velikega števila skrivališč v odmrlem materialu na dnu ter rastlinja, ki nudi zatočišče pupkom in ki bi ga s takim vzorčenjem lahko uničili. Uporaba vabe, npr. briketirane ribje hrane, v vodnih pasteh bi morda prinesla več ulovov samic. Vendar tudi Gorički in Strah (2019), ki sta tako vabo uporabili v kombinaciji z Ortmanovimi pastmi, poročata o veliko manjšem ulovu (in ponovnem ulovu) samic. Gorički in sod. (v tisku) ugotavljajo, da imajo samice slabšo ulovljivost, ker v tem času odlagajo jajčeca.

Podobne raziskave kot je pričujoča, so izvedli Lužnik in sod. (2014), ki so proučevali populacije velikega pupka v kalih na območju Kraškega roba. Monitoring so izvajali s standardnimi metodami za dvoživke – vizualno iskanje odraslih osebkov, ličink in jajčec ter vzorčenje z vodno mrežo, vodnih pasti pa niso uporabili. Abundanco so ocenili z metodo MRR. V programu MARK so uporabili modul za zaprte populacije – »Closed captures«.

Raziskava je potekala leta 2006, 2007, 2008 in 2013. Ugotovili so, da se veliki pupek pojavlja v 10 od 21 kalov na območju. Natančneje so proučevali populacijo v kalu nad Kastelcem, ki je podobnih dimenzij kot kal v Pucinovem lazju (površina približno 40 m²). Izračunali so, da je v letu 2007 populacija velikega pupka štela 140 živali (95 % interval zaupanja: 107 – 204), leta 2013 pa 259 živali (95 % interval zaupanja: 217 – 325). Rezultati širše raziskave na Kraškem robu nakazujejo, da je vrsta na območju sicer razširjena, vendar ne dosega minimalne viabilne populacije in je zato njeno dolgoročno preživetje vprašljivo. Ugotovili so, da populacije velikega pupka najbolj ogroža vnašanje rib v njene habitate, pa tudi drugi vzroki slabšanja vodnih habitatov (Lužnik in sod. 2014).

Mori in sod. (2017) so izvajali dolgotrajen monitoring velikega pupka v štirih stalnih umetnih vodnih telesih v Provincii Grosseto v južni Toskani. Kali so bili majhni in so merili 0.44, 5.45, 3.76 in 1.35 m². Puppe so lovili z mrežo enkrat na mesec med letoma 1994 in 2013. Vsakemu ulovljenemu pupku so z elektronsko natančnim metrom izmerili dolžino in določili spol. Živali so občasno migrirale med proučevanimi kali, ne pa izven območja, zato so vse podatki in analize združili. Vzorce na ventralni strani osebkov so do leta 2004 skicirali na roko, od takrat naprej pa so jih fotografirali z digitalno kamero. V dvajsetih letih so imeli 488 ulovov in identificirali 65 različnih osebkov velikega pupka (32 samcev in 33 samic). Samice so prevladovali v prvih petih letih, nato so vse do konca monitoringa prevladovali samci. Povprečno so največ pupkov ulovili meseca maja, najmanj pa decembra. Zaradi majhnosti in preglednosti kalov so domnevali, da so ob vsakem vzorčenju ulovili vse odrasle pupke. To so potrdili tudi z analizo v programu MARK, kjer uporabili modul za odprte populacije »Cormack-Jolly-Seber« in določili ulovljivost 1 (oz. 100%).

Leta 2010 so iz enega izmed kalov odstranili zlate ribice vrste *Carassius auratus*. Pred tem letom v tem kalu niso opazili ličink ali jajčec in 60% odraslih osebkov je pred tem v kalu imelo poškodovane zadnje okončine. Po odstranitvi ribic so v tem vodnem telesu prvič opazili ličinke in prisotnost pupkov preko zime. Glede na celokupen porast populacije pupkov po tem letu sklepajo, da zlate ribice vplivajo na njihovo populacijsko strukturo in dinamiko. Lužnik (2013) ravno tako navaja, da bi lahko prisotnost zlatih ribic vplivala na spremenjeno vedenje (in s tem ulovljivost) pupkov.

V primerjavi z našo raziskavo je navedena raziskava v Toskani (Mori in sod. 2017) nekoliko drugačna. Predvsem je to dolgotrajna raziskava, s katero pridobimo drugačne podatke o populaciji, kot smo jih mi v kratkem obdobju ene razmnoževalne sezone. Omenjena populacija je očitno bistveno manjša od populacije v Pucinovem lazju, vendar jo je možno, zaradi značilnosti vodnih teles, vedno v celoti povzorčiti in se tako izogniti oceni populacije z računskimi metodami.

Tudi na Kraškem robu so več let proučevali vodno telo in v dveh letih tudi ocenili populacijo velikega pupka (Lužnik in sod. 2014). Tako je bila populacija leta 2008 primerljive velikosti (140 osebkov), leta 2013 pa precej večja (259 osebkov) kot proučevana populacija v Pucinovem lazcu leta 2019 (153). Površina (oz. prostornina) kala v Pucinovem lazcu je izjemno variabilna zaradi nihanja gladine Cerkniškega jezera iz katerega se napaja, vendar ocenjujemo, da je velikost kala oz. vsaj velikostni razred primerljiv s tistim nad Kastelcem. V slednjem kalu je navadno spomladi dovolj vode vse do poletja in se lahko zato pupki nemoteno razmnožujejo vsako leto (Lužnik 2013). Vodna gladina v Pucinovem lazcu skupaj z gladino Cerkniškega jezera zelo niha. Poleg tega je pred posegom s strani Notranjskega regijskega parka prišlo do zaraščanja, kar je slabšalo habitat za velikega pupka. Zaradi take variabilnosti v razmnoževalnem habitatu je pričakovati razlike v velikosti populacije velikega pupka med leti, občasno pa tudi odsotnost osebkov v habitatu med razmnoževalnim obdobjem. Na primer, 25. 4. 2019, ko je bil vodostaj potoka Stržen 259 cm, je bilo v Pucinovem lazcu ujetih 54 pupkov. Z 28.3.2020 je vodostaj padel pod 220 cm in vse do druge polovice junija ni presegel te višine (ARSO 2020). Po uspešni in z monitoringom dokumentirani razmnoževalni sezoni v letu 2019, so pupki v letu 2020 razmnoževanje zaradi pomanjkanja vode v tem vodnem telesu izpustili. V slednjih primerih, ki so sicer bolj redki, obstaja možnost, da so se razmnoževali v drugem vodnem telesu. To bi lahko bil kal v Godeševem lazcu, za katerega sicer nimamo podatkov o vodostaju v letu 2020. Druga možnost je Cerkniško jezero, čeprav se bi s tem izpostavili številnim plenilcem. Predvsem so v tem primeru najranljivejše ličinke, ker so plen številnim ribam. Viri navajajo (npr. Cipot in sod. 2011; Mori in sod. 2017), da samica velikega pupka doseže starost od 7 do 19 let (povprečno 9 let) in ravno zaradi dolgoživosti lahko populacija na določenem območju preživi, kljub neuspešni ali občasno izpuščeni razmnoževalni sezoni. Torej je možno, da se pupki v določenem vodnem telesu uspešno razmnožujejo vsakih nekaj let, kar pa zadošča za ohranjanje populacije na bližnjem območju.

Pridobljeni podatki in urejen katalog fotografij velikega pupka bodo predstavljali izhodiščno stanje za nadaljnje spremljanje populacije in postopno dopolnjevanje foto arhiva. Nenazadnje je to lahko zelo dobro izhodišče tudi za Notranjski regijski park. V primeru, da bi se stanje populacije poslabšalo, bodo lahko to hitro zaznali in primerno ukrepali.

3.2 Ocena velikosti populacije za hribskega urha

3.2.1 Pregled ulovljenih osebkov vrste hribskega urha po datumih vzorčenja

V desetih vzorčenjih smo opravili 105 ulovov, od tega 51 samcev, 49 samic in 5 mladih osebkov (subadultov). Nekateri ulovljeni osebki so se med monitoringom ponavljali, zato je

celokupno število različnih živali 23 (od tega 8 samcev, 12 samic in 3 mladi osebki). Največ urhov smo ujeli 26.8, od tega 7 samcev in 8 samic (v drugem ulovu istega dne pa 6 samcev in 9 samic), najmanj pa 30.5., ko smo ujeli 2 samca in 2 samici (Preglednica 5).

*Preglednica 7: Število ulovljenih osebkov hribskega urha po datumih vzorčenja. *Sad – mladi osebki.*

Vzorčenja	Samci	Samice	Sad*	Skupaj
17.05.	3	3	0	6
30.5.	2	2	0	4
20.06._1	4	5	0	9
20.06._2	7	4	1	12
03.07._1	5	5	1	11
03.07._2	6	5	1	12
26.08._1	7	8	0	15
26.08._2	6	9	0	15
19.09._1	4	5	2	11
19.09._2	7	3	0	10
Skupaj	51	49	5	105

Vse prisotne samce v populaciji smo aktivno (z roko) ujeli večkrat. Največkrat smo ponovno ujeli Arneti in sicer osemkrat: 30.5., 20.6. (obakrat), 3.7., 26.8. (obakrat) in 19.9. (obakrat). Šestkrat smo ponovno ujeli šest samcev, petkrat dva, štirikrat in trikrat po enega samca. Pri samicah smo največkrat ponovno ujeli Biserko in sicer osemkrat: 30.5., 20.6., 3.7. (obakrat), 26.8. (obakrat) in 19.9. (obakrat). Šestkrat smo ponovno ujeli eno samico, petkrat dve, štirikrat eno, trikrat dve, enkrat tri. Dveh samic nismo nikoli ujeli ponovno. Enega mladega osebka smo ponovno ujeli enkrat, dva pa nikoli ponovno. 26.8.2019 smo še preverili habitat ob požiralniku Nova Karlovica in tam opazili okoli 15 odraslih hribskih urhov, ki pa jih nismo ulovili in fotografirali.

V juliju 2019 smo opazili 10-20 paglavcev in 3-5 juvenilnih urhov na bazen. V septembru 2019 smo poleg odraslih osebkov na območju nadomestnega habitata opazili 15 paglavcev.

Nadomestni habitat smo ponovno obiskali 6.6.2020. Z roko smo polovili vse odrasle in mlade osebke. S pomočjo fotoidentifikacije smo prišli do uspešnih rezultatov. Ti so namreč pokazali, da smo naložili 6 istih samcev in 6 istih samic kot lani. Habitat so naselili tudi novi osebki in sicer 5 samcev in 2 samici. Trije pari osebkov so bili medtem v amplexusu in jih zato nismo fotografirali. Kljub temu obstaja verjetnost, da so vsi trije pari (3 samci in 3 samice) isti kot v prejšnjem letu. Našteli smo 14 subadultov, ki so verjetno potomci urhov iz lanskega leta. Opazili smo še okoli 20 paglavcev in mrest letošnjih jajčec. Slišali smo tudi oglašanje samcev.

3.2.2 Velikost populacije hribskega urha z metodo po Schnablu

Z metodo po Schnablu smo izračunali, da se je v časovnem obdobju vzorčenj zadrževalo 18 osebkov hribskega urha (95% interval zaupanja = 15 – 23). Ocena ne more biti pravilna, saj iz fotoidentifikacije vemo, da se na območju habitata zadržuje vsaj 20 različnih osebkov. Vzrok za napako pri računski metodi je gotovo majhno število urhov (Preglednica 8).

Preglednica 8: Izračun populacije hribskega urha po Schnablu. t – zaporedno vzorčenje; C_t – št. vseh ujetih osebkov v vzorcu t ; R_t – št. ponovno ujetih osebkov; U_t – št. na novo ujetih osebkov; M_t – seštevek U_t ; N – velikost populacije.

t	C_t	R_t	U_t	M_t	$C_t M_t$
1	6	0	6	0	0
2	4	2	2	6	24
3	9	3	6	8	72
4	11	10	1	14	154
5	10	9	1	15	150
6	11	11	0	16	176
7	15	13	2	16	240
8	15	13	2	18	270
9	9	9	0	20	180
10	10	10	0	20	200
VSOTA	100	80	20	20	1466
			N		18

Iz preglednice je razvidno, da so se osebki že z drugim vzorčenjem začeli ponavljati. Od četrtega vzorčenja naprej smo vedno ujeli več kot 80% ponovno ujetih osebkov. Če zanemarimo vse tri subadulte, smo po tej oceni dosegli največji delež ponovno ujetih razmnožujočih se osebkov kar trikrat in sicer pri šestem, devetem in desetem vzorčenju. Z metodo po Schnablu smo izračunali, da smo v 7. in 8. vzorčenju ujeli maksimalen delež prisotnih osebkov (65%).

3.2.3 Velikost populacije hribskega urha izračunana v programu MARK

Glede na majhno število ulovljenih odraslih urhov, njihovo pogosto ponovno ujetje ter predhodno nizko oceno številčnosti (metoda po Schnablu), smo vhodne podatke združili po spolu. Čeprav so bili vzorci narejeni v istem dnevu v razmaku treh ur, smo vsakega izmed njih obravnavali ločeno. Mladih osebkov v analizo nismo vključili. Po kriteriju AIC je bil med preizkušenimi modeli kot najboljši izbran model z vedenjskim odzivom na ujetje (M_b), ki je predvideval, da je bila ulovljivost manjša ($p = 0,257$) kot ponovna ulovljivost ($c = 0,602$). Glede na to, da za tako vedenje ne najdemo ustrezne biološke razlage, predvidevamo, da je ustrenejši model M_h (razlika AIC od najboljšega modela je 5,99). Slednji v populaciji predpostavlja dve skupini, ki se razlikujeta po ulovljivosti (ponovna ulovljivost pa je enaka ulovljivosti). Delež prve skupine, z majhno ulovljivostjo $p_1 = 0.137$, je bil 0.312; preostala populacija (delež 0.688) je imela večjo ulovljivost $p_2 = 0.613$. Po tem modelu je velikost populacije urhov 22 (95% interval zaupanja: 20 – 33). Preostala testirana modela M_t in M_0 sta imela slabšo oceno AIC (13 in 16) in ju pri izračunu velikosti populacije nismo upoštevali.

Glede na ocene številčnosti smo populacijo urhov dobro povzročili, saj smo ujeli skoraj vse prisotne odrasle živali. Kljub temu analize (tako po Schnablu kot v MARKu) z intervalom zaupanja kažejo, da je morda populacija še nekoliko večja in se je nekaj živali izognilo ulovu.

3.2.4 Diskusija

Proučevana populacija hribskega urha je po naših podatkih majhna, a kaže na uspešno vzpostavitev nadomestnega habitata. Odrasli urhi so se v vodnem habitatu zadrževali od maja do septembra, morda še dlje. Prisotnost in številčnost odraslih na mrestišču je pomemben podatek, ki bo v pomoč nadaljnjemu načrtovanju monitoringa te vrste. Z raziskavo v letu 2019 in preverjanjem habitata junija 2020 smo prav tako potrdili uspešno razmnoževanje (prisotni amplexusi, jajčeca/mresti in paglavci v letu 2019 ter preobraženi mladi urhi v letu 2020). Junija 2020 je bilo v bazenčkih prisotnih 6 samcev (Arne, Branko, Cveto, Drago, Franci, Gustav) in 6 samic (Anita, Cilka, Čelestina, Erika, Gracijela, Hermiona) istih kot lani. Glede na prisotnost novih dodatnih osebkov (5 samcev in 2 samici) in poleg potrjenih osebkov iz 2019, sklepamo, da se je populacija v 2020 povečala.

Cayuela in sodelavci (2011) so v 187 lužah, ki so nastale na skalah vzdolž reke Gluyère (Francija), spremljali populacijo hribskega urha od aprila do junija 2010. Uporabili so standardno vizualno metodo iskanja jajčec, paglavce pa so vzorčili z vodno mrežo. Rezultati monitoringa so pokazali, da urhi za razmnoževanje raje izberejo vodno telo z večjim volumnom in višjo temperaturo vode. Izogibajo se naplavinam, ne pa tudi organskemu materialu, kot je na primer posušeno listje. Osebki s tem, ko izberejo najgloblja vodna telesa,

zelo tvegajo s preživetjem jajčec, saj večje povodnji nanesejo največ naplavin ravno v večja vodna telesa (Cayuela in sod. 2011). Če primerjamo omenjene habitate z našimi, so prvi bolj dovzetni za poplavljanje, medtem ko so bazenčki v nadomestnem habitatu manj dovzetni pred poplavljačim Cerkniškim jezerom. V času poplav jezera bi bilo potrebno dogajanje na območju habitata natančno spremljati. Poplavna voda bi v bazene lahko prinesla plenilce, ki bi jih bilo potrebno popisati, izloviti in spustiti nazaj v jezero (NaravaNarave 2018). Bazeni niso zelo globoki in bodo zelo verjetno zahtevali vzdrževanje, torej čiščenje usedlin in vegetacije, ki se nabira v njih, hkrati pa dodajati steblike, na katere bodo lahko urhi pritrdili jajca.

Dokazano je, da hribski urhi za odlaganje jajčec izbirajo vodna telesa z višjo temperaturo, saj ta pospeši proces preobrazbe iz paglavca v odraslo žival (Smith-Gill in Berven 1979). Barandun in Reyer (1997) sta ugotovila, da v njuni raziskavi uspešnost razvoja osebkov ni bila odvisna od temperature, ampak od obstojnosti vodnega telesa, kljub temu da so bili v njem pupki, žuželke in druge žabe. Hribski urh s tem tvega izpostavljenost pred plenilci, hkrati pa si zagotovi dovoljšno količino vode, ki je ključna pri preobrazbi osebkov (Barandun in Reyer 1997). Naša raziskava odpira nove možnosti za potrditev teh ugotovitev. Naši bazenčki so vsi črne barve in delno so na soncu, delno pa v senci. V prihodnosti bi bilo smiselno narediti poskus z bazenčki drugačnih barv, ali vsaj z vzporednim merjenjem temperature in prostornine vode v njih oz. enako obravnavo primerljivega naravnega habitata hribskega urha.

4 ZAKLJUČEK

Obnova in vzpostavitev novega habitata za velikega pupka in hribskega urha na območju Cerkniškega jezera sta bili uspešni. To potrjuje dejstvo, da so se osebki tam zadrževali celo sezono in se razmnoževali. Zadnji obisk nadomestnega habitata za urha (6.6.2020) je nedvomno potrdil primer dobre prakse, saj so ga naselili isti osebki kot lansko leto, poleg tega smo opazili subadulte, paglavce in mrest.

Z metodo po Schnablu smo dobili oceni velikosti populacij za velikega pupka 123 (95% interval zaupanja: 103–153) in za hribskega urha 20 (95% interval zaupanja: 20 – 23) osebkov. Ker ta metoda ne da nujno dobre ocene, smo velikosti populacij izračunali še s programom MARK in dobili rezultata za samce velikega pupka 79 (95 % interval zaupanja: 75 – 89), za samice pa 74 (95 % interval zaupanja: 52 – 128) osebkov. Ocena velikosti populacije urhov s programom MARK znaša 22 (95% interval zaupanja: 20 – 33). Vsi pridobljeni rezultati monitoringov služijo kot podlaga za nadaljnje spremljanje velikosti populacije.

Zbrali in uredili smo fotografije trebušnih vzorcev vseh osebkov velikega pupka in hribskega urha, ki so bili prisotni v letu 2019 v Pucinovem lazju in v nadomestnem habitatu v bližini Nove Karlovice. Na podlagi teh katalogov bodo lahko ti dve populaciji ogroženih vrst dvoživk spremljali še naprej. Začetni oceni populacij iz leta 2019 sta tako podlaga za nadaljnji monitoring, ki je za Natura 2000 vrste nujen.

Dvoživke se hitro odzovejo na spremembe v okolju. Tako antropogeni vplivi kot naravne spremembe lahko hitro ogrozijo populacije. Ravno tako velja v obratni smeri – ko človek pripomore k povrnitvi ali obnovi habitatov, se populacije hitro stabilizirajo. Ta raziskava dokazuje ravno to hitro odzivnost dvoživk. Z obnovitvijo habitatov in vzpostavitvijo novega pridemo do zaključka, kako malo je v resnici potrebno, da ranljivejšim vrstam vrnemo, kar smo jim vzeli.

5 LITERATURA IN VIRI

Arntzen J. W., Wallis G. P. 1999. Geographic variation and taxonomy of crested newts (*Triturus cristatus* superspecies): morphological and mitochondrial DNA data. *Contributions to Zoology* 68: 181–203.

ARSO. http://www.arso.gov.si/vode/podatki/amp/Hg_30.html (datum dostopa 22.7.2020).

Atlas okolja. http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso (datum dostopa 16.2.2020).

Barandun J., Reyer H. U. 1997. Reproductive ecology of *Bombina variegata*: Characterisation of spawning ponds. *Amphibia Reptilia* 18: 143–154.

Beltram G., Skoberne P. 2005. Izzivi za ohranjanje mokrišč, Ministrstvo za okolje in prostor, Ljubljana.

Bueno S. L., Shimizu R. M., Rocha, S. S. 2007. Estimating the Population Size of *Aegla Franca* (Decapoda: Anomura: Aeglidae) by Mark-Recapture Technique from an Isolated Section of Barro Preto Stream, County of Claraaval, State of Minas Gerais, Southeastern Brazil. *Journal of Crustacean Biology* 27: 553–559.

Cayuela H., Cheylan M., Joly P. 2011. The best of a harsh lot in a specialized species: breeding habitat use by the yellow-bellied toad (*Bombina variegata*) on rocky riverbanks. *Amphibia-Reptilia* 32: 533-539.

Cipot M., Govedič M., Lešnik A., Pobljšaj K., Skabeme B., Sopotnik M., Stanković D. 2011. Vzpostavitev monitoringa velikega pupka (*Triturus carnifex*). Končno poročilo. Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju.

Dewsbury D., Coleford G. B., Forest, R. 2014. A Novel, Effective and Safe Newt Trap 77: 189–208.

Direktiva Sveta 92/43/EGS o ohranjanju naravnih habitatov ter prostoživečih živalskih in rastlinskih vrst (OJ L 206, 22. 7. 1992).

DOPPS. <https://www.ptice.si/ptice-in-ljudje/opazovanje-ptic/mobilni-kot-ptice/cerknisko-jezero/> (datum dostopa 29.5.2020).

Edgar P., Bird D. R. 2006. Action Plan for the Conservation of the Crested Newt *Triturus cristatus* Species Complex in Europe. The Herpetological Conservation Trust, UK.

Gaberščik, Urbanc Berčič. 2002. Ekosistem, ki ga ustvarja igra vode. V: Gaberščik A. (ur): Jezero, ki izginja. Društvo ekologov Slovenije, Ljubljana: 51–57.

Gorički Š., Strah S. 2019. Dvoživke mrtvice Zaton. Scriptorium biologorum – Biološka pisarna, d. o. o., Murska Sobota, Slovenija.

Gorički, Strah, Lužnik (v tisku) Ocena številčnosti populacije velikega / panonskega pupka (*Triturus carnifex/dobrogicus*) v mrtvici Zaton (Petanjci) ob Muri. *Natura Sloveniae*.

Konvencija o ohranjanju prostoživečega evropskega rastlinstva in živalstva ter njihovih naravnih življenjskih prostorov. 1999. Ur. l. RS 55/99, MP št. 17/99.

KRAS.RE.VITA. <https://www.kras.notranjski-park.si/cerknisko-jezero/projektne-aktivnosti/> (datum dostopa 20.5.2020).

Kuzmin S., Denoël M., Anthony B., Andreone F., Schmidt B., Ogrodowczyk A., Ogielska M., Vogrin M., Cogalniceanu D., Kovács T., Kiss I., Puky M., Vörös J., Tarkhnishvili D., Ananjeva N. 2009. *Bombina variegata*. The IUCN Red List of Threatened Species. www.iucnredlist.org (Datum dostopa: 28. 5. 2020).

Lužnik M. (2013). Ohranitveni status velikega (*Triturus carnifex*) in navadnega pupka (*Lissotriton vulgaris*) v sistemu izoliranih vodnih teles. Doktorska Disertacija, Univerza v Ljubljani, Biotehniška Fakulteta.

Lužnik M., Zupan S., Mills S., Bužan E. 2014. Karst ponds: biodiversity and threats. V: Bužan E., Pallavicini A. (ur). Biodiversity and conservation of karst ecosystems. Padova University Press; 64-84.

NaravaNarave. 2018. Načrt trajnostnega upravljanja s habitatom za hribskega urha v bližini ponora Nova Karlovica. KRAS.RE.VITA, Ljubljana.

Notranjski regijski park. <https://www.notranjski-park.si/novice/ni-vode-ni-pupkov> (datum dostopa 1.6.2020).

Poboljšaj K., Cipot M., Govedič M., Grobelnik V., Lešnik A., Skaberne B., Sopotnik M. 2011. Vzpostavitev monitoringa hribskega (*Bombina variegata*) in nižinskega urha (*Bombina bombina*). Končno poročilo. Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju.

Poboljšaj K., Lešnik A. 2003. Strokovna izhodišča za vzpostavljanje omrežja Natura 2000: Dvoživke (Amphibia). Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju.

Pravilnik o uvrstitvi živalskih in rastlinskih vrst na Rdeči seznam. 2002. Ur. l. RS, 82/02.

Romano A., Arntzen J.W., Denoël M., Jehle R., Andreone F., Anthony B., Schmidt B., Babik W., Schabetsberger R., Vogrin M., Puky M., Lymberakis P., Isailovic J.C., Ajtic R., Corti C. 2009. *Triturus carnifex*. The IUCN Red List of Threatened Species. www.iucnredlist.org (Datum dostopa: 28. 5. 2020).

Smith Gill S.J., Berven K.A. 1979. Predicting amphibian metamorphosis. *The American Naturalist* 113: 563-585.

Veenvliet P., Kus Veenvliet J. 2008. Dvoživke Slovenije: priročnik za določanje. Grahovo, Zavod Symbiosis.

Veenvliet P., Poboljšaj K. 2002. Dvoživke (Amphibia). V: Gaberščik A. (ur): Jezero, ki izginja. Društvo ekologov Slovenije, Ljubljana: 208–217.

Priloga A: Preglednica z zgodovino ulovov ujetih in z lastnimi imeni poimenovanih velikih pupkov. Oznaka 1 pomeni, da je bil osebek ujet in 0, da osebek ni bil ponovno ujet (M – samec, F – samica, sad – mlad osebek).

	SPOL (M/F)	IME	18.04.2019	25.04.2019	5.8.2019	5.9.2019	5.10.2019	5.11.2019	5.23.2019	5.28.2019	5.29.2019
1	M	Adam	1	1	1	1	0	0	0	0	0
2	M	Benjamin	1	1	0	0	0	0	1	1	0
3	M	Cene	1	1	1	1	0	0	0	0	0
4	M	Čarli	1	0	0	0	0	0	0	0	0
5	M	Damjan	1	1	1	0	0	0	1	1	1
6	M	Edi	1	1	0	0	0	0	0	0	0
1	M	Albert	0	1	0	0	0	0	0	0	0
2	M	Bine	0	1	1	0	0	0	0	0	0
3	M	Ciril	0	1	0	0	0	0	0	1	0
4	M	Čedomir	0	1	0	1	0	0	1	0	1
5	M	Denis	0	1	1	0	0	0	0	0	0
6	M	Emil	0	1	1	1	1	0	0	1	1
7	M	Fabjan	0	1	1	1	0	0	0	1	0
8	M	Ferdo	0	1	1	0	0	0	1	1	0
9	M	Gaber	0	1	0	0	0	0	0	0	1
10	M	Gašper	0	1	0	0	0	0	0	0	0
11	M	Henrik	0	1	0	0	0	0	0	0	0
12	M	Herman	0	1	0	0	1	0	0	0	1
13	M	Ignac	0	1	1	0	0	0	0	0	1
14	M	Ivan	0	1	0	0	0	0	0	1	0
15	M	Janko	0	1	1	1	0	0	0	0	0
16	M	Jože	0	1	0	0	0	0	0	0	1
17	M	Kajetan	0	1	1	0	1	0	0	0	0
18	M	Lado	0	1	0	0	0	0	0	0	0
19	M	Maks	0	1	0	0	0	1	0	0	0
20	M	Nace	0	1	0	1	0	1	1	1	0
21	M	Olaf	0	1	0	0	0	0	0	0	0
22	M	Patrik	0	1	0	0	0	0	0	0	1
23	M	Rastko	0	1	0	0	0	0	1	0	1
24	M	Sandro	0	1	0	0	0	0	0	1	0
25	M	Šandor	0	1	0	0	0	0	0	0	1
26	M	Tihomir	0	1	1	0	0	0	0	0	1
27	M	Ugo	0	1	0	0	0	0	0	0	0
28	M	Valerij	0	1	1	0	0	0	1	0	1
29	M	Zdenko	0	1	0	0	0	0	0	0	0
30	M	Žan	0	1	0	0	0	0	1	1	0
31	F	Agata	0	1	0	0	0	0	0	0	0
32	F	Barbara	0	1	0	0	1	0	0	0	0
33	F	Cecilija	0	1	0	0	0	1	0	1	0
34	F	Čarna	0	1	0	0	0	0	0	0	0
35	F	Danila	0	1	0	0	0	0	0	0	0
36	F	Elza	0	1	0	0	0	0	0	0	0
37	F	Fanika	0	1	0	0	0	0	0	0	0
38	F	Gaja	0	1	0	0	0	0	0	0	0
39	F	Hanka	0	1	0	0	0	0	0	0	0
40	F	Ida	0	1	0	0	0	0	0	0	0
41	F	Jadranka	0	1	0	0	0	0	0	0	0
42	F	Karolina	0	1	0	0	0	0	0	0	0
43	F	Larisa	0	1	1	0	0	0	0	0	0
44	F	Manca	0	1	0	1	0	0	0	0	0
45	F	Nadica	0	1	0	0	0	0	0	0	0
46	F	Olga	0	1	0	0	0	0	0	0	0
47	F	Pavla	0	1	0	0	0	0	0	0	0
48	sad	Moste	0	1	0	0	0	0	0	0	0
49	sad	Vič	0	1	0	0	0	0	0	0	0

