

UNIVERZA NA PRIMORSKEM  
FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN  
INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE

MAGISTRSKO DELO

OCENA STANJA POPULACIJE TER SEZONSKA  
DINAMIKA ENDEMIČNEGA KRAŠKEGA  
ŠKRGONOŽCA *Chirocephalus croaticus* (CRUSTACEA,  
ANOSTRACA)

MARTINA JEKLAR

UNIVERZA NA PRIMORSKEM  
FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN  
INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE

Magistrsko delo

**Ocena stanja populacije ter sezonska dinamika endemičnega  
kraškega škrgonožca *Chirocephalus croaticus* (Crustacea,  
Anostraca)**

(Estimation of the population status and seasonal dynamics of the endemic  
karst fairy shrimp *Chirocephalus croaticus* (Crustacea, Anostraca))

Ime in priimek: Martina Jeklar

Študijski program: Varstvo narave, 2. stopnja

Mentor: doc. dr. Jure Jugovic

Koper, oktober 2019

## Ključna dokumentacijska informacija

Ime in PRIIMEK: Martina JEKLAR

Naslov magistrskega dela: Ocena stanja populacije ter sezonska dinamika endemičnega kraškega škrgonožca *Chirocephalus croaticus* (Crustacea, Anostraca)

Kraj: Koper

Leto: 2019

Število listov: 43    Število slik: 20    Število tabel: 11

Število prilog: 1    Št. strani prilog: 3

Število referenc: 50

Mentor: doc. dr. Jure Jugovic

UDK: 595.3(497.4)(043.2)

Ključne besede: kraški škrgonožec, Petelinjsko jezero, vzorčno mesto, vzorčenje

Izvleček:

Kraški škrgonožec (*Chirocephalus croaticus*) je vrsta raka, ki je trenutno znana le z dveh nahajališč (Petelinjsko jezero, Jeredovce) v predelu Zgornje Pivke. Čeprav gre za ozko razširjenega endemita, o njem ni kaj dosti znanega, zato smo z vzorčenjem poskusili oceniti stanje populacije. V letih 2018 in 2019 smo vrsto potrdili le v Petelinjskem jezeru, ne pa tudi v Jeredovcah. Zanimalo nas je, kakšni sta njegova povprečna velikost in spolna struktura ter kako fizikalni in kemijski parametri vode in zraka vplivajo na pojavnost in velikost populacije kraškega škrgonožca. V spomladanski sezoni 2018 smo skupno ujeli 4347 škrgonožcev - 1037 (23,8 %) juvenilnih živali, 1060 (24,4 %) odraslih samic in 2250 (51,8 %) odraslih samcev. Povprečna velikost juvenilnih živali je znašala 8,63 mm, odraslih samic 12,04 mm, odraslih samcev pa 12,40 mm. V času od pomladi 2018 do pomladi 2019 smo spremljali populacijo in ugotovili, da višja temperatura vode in zraka ter nižja koncentracija raztopljenega kisika v vodi na gostoto populacije kraškega škrgonožca vplivajo pozitivno, pH, zračni tlak in padavine pa negativno. Zaključimo lahko, da se kraški škrgonožec v jezeru ob primernih razmerah pojavlja v velikem številu.

## Key words documentation

Name and SURNAME: Martina JEKLAR

Title of the thesis: Estimation of the population status and seasonal dynamics of the endemic karst fairy shrimp *Chirocephalus croaticus* (Crustacea, Anostraca)

Place: Koper

Year: 2019

Number of pages: 43    Number of figures: 20    Number of tables: 11

Number of appendix: 1    Number of appendix pages: 3

Number of references: 50

Mentor: Assist. Prof. Jure Jugovic, PhD

UDK: 595.3(497.4)(043.2)

Keywords: fairy shrimp, Lake Petelinje, sampling site, sampling

Abstract:

*Chirocephalus croaticus* is a species of fairy shrimp, currently known only from two locations in the upper Pivka River area, Lake Petelinje and Lake Jeredovce. Although this endemic species inhabits a very narrow geographical area, not much is known about it, so we tried to estimate the condition of the population by sampling. In 2018 and 2019 the species was confirmed in Lake Petelinje, but not in Lake Jeredovce. We studied the average size and sex ratio of *Chirocephalus croaticus*, and how physical and chemical parameters of the water and air effect its population prevalence and size. In spring 2018 we caught 4347 shrimps: 1037 (23,8 %) juvenile animals, 1060 (24,4 %) adult females and 2250 (51,8 %) adult males. The average length was 8,63 mm for juvenile animals, 12,04 mm for adult females and 12,40 mm for adult males. We monitored the population from spring 2018 until spring 2019 and found out that higher water and air temperatures and lower concentrations of dissolved oxygen in water effect the *Chirocephalus croaticus* population density positively, while pH, atmospheric pressure and precipitation have a negative effect. We can conclude that *Chirocephalus croaticus* is under appropriate conditions present in the lake in great numbers.

## KAZALO VSEBINE

1	UVOD.....	1
1.1	PETELINJSKO JEZERO .....	4
1.1.1	Rastlinstvo in živalstvo Petelinjskega jezera.....	6
1.2	KRAŠKI ŠKRGONOŽEC ( <i>Chirocephalus croaticus</i> ).....	8
1.2.1	Telesne značilnosti kraškega škrgonožca ( <i>Chirocephalus croaticus</i> ).....	9
1.2.2	Biologija rakov iz redu Anostraca .....	12
1.2.3	Značilnosti rodu <i>Chirocephalus</i> .....	13
1.2.4	Življenjska strategija vrste <i>Chirocephalus diaphanus</i> .....	13
1.3	HIPOTEZE IN CILJI MAGISTRSKEGA DELA .....	14
2	MATERIALI IN METODE DE LA .....	16
2.1	TERENSKO DELO .....	16
2.1.1	Odvzem GPS koordinat .....	17
2.1.2	Fizikalni in kemijski parametri vode in zraka .....	17
2.1.3	Semikvantitativno in kvalitativno vzorčenje .....	18
2.2	LABORATORIJSKO DELO .....	19
2.2.1	Morfometrija.....	19
2.3	STATISTIČNA ANALIZA PODATKOV .....	20
2.3.1	Osnovni statistični opis.....	20
2.3.2	Analiza glavnih komponent (PCA) .....	20
3	REZULTATI .....	22
3.1	TERENSKO DELO .....	22
3.1.1	Upadanje vode spomladi 2018 .....	22
3.1.2	Fizikalni in kemijski parametri vode in zraka .....	23
3.1.3	Semikvantitativno in kvalitativno vzorčenje .....	25
3.2	LABORATORIJSKO DELO .....	29
3.2.1	Določanje spola in razmerja med juvenilnimi živalmi ter odraslimi samicami in samci .....	29
3.2.2	Okoljski parametri v povezavi z abundanco ter spolno in starostno strukturo ulovljenih kraških škrgonožcev .....	30
3.2.3	Morfometrija.....	32
3.3	PCA.....	32
3.3.1	PCA 1 .....	32
3.3.2	PCA 2 .....	33
4	DISKUSIJA .....	35
5	ZAKLJUČEK .....	39
6	LITERATURA IN VIRI.....	40

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Koordinate vzorčnih mest (VM) glede na datume vzorčenj.....	22
Preglednica 2: Fizikalni in kemijski parametri vode za vsa štiri vzorčna mesta (VM) ter temperaturo zraka, količino padavin in hitrost vetra z meteorološke postaje Postojna (MPPO; koordinate: lon = 14.1932, lat = 45.7661, nadmorska višina = 533 m). S sivo je označen datum, ko smo potrdili prisotnost kraškega škrgonožca .....	23
Preglednica 3: Fizikalni in kemijski parametri vode za vzorčno mesto 1 (VM1) ter temperaturo zraka, količino padavin in hitrost vetra z meteorološke postaje Postojna (MPPO; koordinate: lon = 14.1932, lat = 45.7661, nadmorska višina = 533 m). S sivo je označen datum, ko smo potrdili prisotnost kraškega škrgonožca .....	25
Preglednica 4: Podatki o številu ulovljenih kraških škrgonožcev za vsak uspešen vzorčni dan v letih 2018 in 2019. Pri vsakem VM je v prvi vrstici prikazan dejanski čas vzorčenja v sekundah, v drugi vrstici pa je najprej podano dejansko število ujetih škrgonožcev, v oklepajih pa so preračunane gostote na 300 sekund.....	26
Preglednica 5: Razmerje med juvenilnimi živalmi, odraslimi samicami in odraslimi samci glede na vzorčna mesta in datume vzorčenj (juv/sf/sm).....	29
Preglednica 6: Podatki o lokaciji nošnje jajčec pri odraslih samicah glede na vzorčna mesta in datume vzorčenj (z/z-v/v/b).....	29
Preglednica 7: Okoljski parametri v povezavi z abundanco ter spolno in starostno strukturo ulovljenih kraških škrgonožcev. Vrednosti okoljskih parametrov so podane v povprečnih vrednostih vseh vzorčnih mest. ....	30
Preglednica 8: Odstotki in kumulativni odstotki pojasnjene variance vzdolž prvih petih glavnih komponent (PC) v Analizi primarnih komponent (PCA).....	33
Preglednica 9: Prispevki okoljskih spremenljivk k pojasnjevanju variance vzdolž prvih petih primarnih komponent (PC). Gostota živali je bila uporabljena kot pojasnjevalna spremenljivka. Prikazana je moč korelacije vsake okoljske spremenljivke s pojasnjevalno spremenljivko (Pearsonov korelacijski koeficient, vrednosti $r >  0.2 $ so označene s krepkim tiskom). ....	33
Preglednica 10: Odstotki in kumulativni odstotki pojasnjene variance vzdolž prvih petih glavnih komponent (PC) v Analizi primarnih komponent (PCA).....	34
Preglednica 11: Prispevki okoljskih spremenljivk k pojasnjevanju variance vzdolž prvih petih primarnih komponent (PC). Gostota živali (rangirane vrednosti) je bila uporabljena kot pojasnjevalna spremenljivka. Prikazana je moč korelacije vsake okoljske spremenljivke s pojasnjevalno spremenljivko (Pearsonov korelacijski koeficient, vrednosti $r >  0.2 $ so označene s krepkim tiskom). ....	34

## KAZALO SLIK

Slika 1: Geološka karta Pivške kotline (vir: Šebela 2005).	2
Slika 2: Lokacija Petelinjskega jezera na karti Slovenije (vir: Geopedia).	4
Slika 3: Polno (levo) in skoraj izpraznjeno Petelinjsko jezero (desno) (vir: Potapljaški atlas Slovenije).	4
Slika 4: Vodni hrošč ( <i>Hydroporus zimmermani</i> ), stalni prebivalec z vodo napolnjenega Petelinjskega jezera in predator kraškega škrgonožca (vir: Jeklar).	6
Slika 5: Glog ( <i>Crataegus sp.</i> ) na Petelinjskem jezeru uspešno uspeva kljub temu, da je v času, ko je jezero polno, njegovo rastišče delno ali v celoti pod vodo (vir: Jeklar).	8
Slika 6: Telesni deli kraškega škrgonožca ( <i>Chirocephalus croaticus</i> ) (vir: Timms 2015).	10
Slika 7: Izhodiščna vzorčna mesta za kraškega škrgonožca na Petelinjskem jezeru (vir: Google zemljevidi).	17
Slika 8: Naprava HACH HQ40d multi s pripadajočimi sondami (vir: Jeklar).	18
Slika 9: Samica (levo) in samec (desno) kraškega škrgonožca (vir: Jeklar).	19
Slika 10: Dorzalna meritev (desno - vir: Zurattini in Mura 2004) in lateralna meritev (rdeče: dolžina oprsja - CT, modro: dolžina abdomna - AD) (levo - vir: Jeklar).	20
Slika 11: Zemljevid Petelinjskega jezera z vzorčnimi mesti.	23
Slika 12: Nihanje temperature vode (°C) med posameznimi vzorčnimi mesti in datumi vzorčenj.	24
Slika 13: Število ulovljenih živali glede na datume vzorčenj.	26
Slika 14: Število ulovljenih živali glede na vzorčna mesta.	27
Slika 15: Razmerje med juvenilnimi živalmi, odraslimi samicami in odraslimi samci glede na datume vzorčenj.	28
Slika 16: Razmerje med juvenilnimi živalmi, odraslimi samicami in odraslimi samci glede na vzorčna mesta.	28
Slika 17: Podatki o poziciji nošenja jajčec pri odraslih samicah na vseh vzorčnih mestih in datumih vzorčenj skupaj.	30
Slika 18: Povprečna velikost (mm) juvenilnih živali, samic in samcev.	32
Slika 19: Projekcija vektorjev devetih okoljskih spremenljivk in pojasnjevalne spremenljivke vzdolž prvih dveh osi v analizi glavnih komponent (PCA). Vektorji, ki so označeni z debelejšo črto, imajo visoko korelacijo s pojasnjevalno spremenljivko ( $r >  0.3 $ ).	33
Slika 20: Projekcija vektorjev devetih okoljskih spremenljivk in pojasnjevalne spremenljivke vzdolž prvih dveh osi v Analizi glavnih komponent (PCA). Vektorji, ki so označeni z debelejšo črto, imajo visoko korelacijo s pojasnjevalno spremenljivko ( $r >  0.2 $ ).	34

## **KAZALO PRILOG**

PRILOGA A *Izmerjene velikosti juvenilnih živali, samic in samcev kraškega škrgonožca (*Chirocephalus croaticus*) v mm*



## SEZNAM KRATIC

<b>AD</b>	dolžina zadka
<b>B</b>	brez jajčec
<b>CF</b>	celotna velikost živali
<b>CT</b>	dolžina oprsja
<b>JUV</b>	juvenilna žival
<b>NP</b>	ni podatka
<b>SF</b>	samica
<b>SM</b>	samec
<b>V</b>	jajčeca v vrečki
<b>Z</b>	jajčeca v zadku
<b>Z-V</b>	jajčeca v zadku in vrečki

## **ZAHVALA**

Rada bi se zahvalila osebju Krajinskega parka Pivška presihajoča jezera ter Občini Pivka za izdano dovoljenje izvajanja vzorčenj na Petelinjskem jezeru. Osebju Krajinskega parka Pivška presihajoča jezera bi se prav tako rada zahvalila za dovoljenje parkiranja avtomobila na območju, kjer sta vožnja in parkiranje vozil dovoljeni samo lastnikom parcel.

Zahvala gre tudi mojemu mentorju, docentu dr. Juretu Jugovicu, za vso pomoč pri iskanju primerne literature, terenskem in laboratorijskem delu ter usmeritvah pri pisanju magistrskega dela.

Hvala pa tudi vsem drugim, ki so mi tekom celotnega študija na kakršen koli način pomagali in me spodbujali.

## 1 UVOD

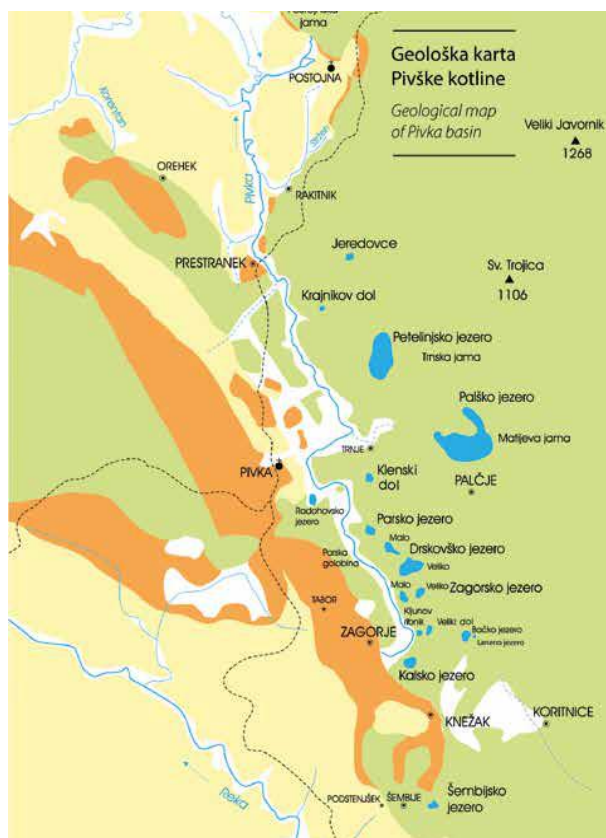
Slovenija je zaradi velikega števila različnih vrst in njene razmeroma majhne površine ozemlja znana kot vroča točka biodiverzitete. Spada tudi v sam vrh z vrstami najbogatejših držav v Evropi, zato Slovenijo lahko imenujemo tudi biotski park Evrope (Mršič 1997). Eden izmed razlogov za tako veliko biotsko raznovrstnost izhaja iz lege države, saj se Slovenija nahaja na stiku štirih biogeografskih regij: alpske, dinarske, panonske in sredozemske. Drugi izhaja iz raznolikosti geološke zgradbe ter razgibanosti reliefa (Berginc in sod. 2006). Razlogov in dejavnikov za tako izjemno pestrost vrst Slovenije je še veliko, najpomembnejši pa so: tektonski razvoj Slovenije, kamninske oz. litološke razmere, reliefne oz. orografske razmere, podnebne oz. klimatske razmere sedanosti in preteklosti in talne oz. edafske razmere. Poleg vseh naštetih abiotskih dejavnikov pa imajo pomemben vpliv tudi biotski dejavniki. Do leta 1997 je bilo v Sloveniji registriranih okoli 24000 različnih vrst živih bitij, od tega 22521 kopenskih in 1443 morskih, ocene pa se gibljejo mnogo višje, med 50000 in 120000 (Mršič 1997).

Na spletni strani Muzeja Krasa lahko preberemo, da v Sloveniji eno izmed izjemno biotsko pestrih območij predstavlja kras. Po podatkih Mršiča (1997) naj bi več kot 95 % vrst organizmov slovenskega ozemlja živelo na kraškem območju, zlasti jugozahodne Slovenije. Kraški svet prekriva 44 % ozemlja Slovenije, od tega se več kot dve tretjini tega ozemlja nahajata na apnenčasti podlagi, preostanek pa na drugih kamninah (dolomitu, konglomeratu, kalkarenitu in breči). Najpogosteje ga delimo na tri večje enote: alpski kras, dinarski kras in osameli subalpski ter subdinarski kras. Dinarski kras lahko glede na geološke, geomorfološke in hidrološke značilnosti razdelimo naprej v tri podolgovate vzporedne pasove: notranjski ali visoki kras, nizki primorski oz. periadriatski kras in nizki dolenjski ali peripanonski kras (Habič 1995).

Poleg velike biotske raznovrstnosti pa imamo v Sloveniji tudi veliko število endemičnih vrst. Gre za vrste, ki živijo na omejenem območju oz. arealu (Mršič 1997). Poljudno se endemite najpogosteje deli na politične enote (npr. državne meje), ker pa se v večini primerov politične in biogeografske meje ne prekrivajo in s tem lahko pride do napačne interpretacije podatkov o stopnji endemizma, je bolj primerna strokovna delitev na naravne biogeografske enote (npr. Alpe, Dinaridi). Poleg tega endemite ločimo tudi na endemite v ožjem in širšem pomenu besede (endemit *Nanosa* kot primer uporabe v ožjem pomenu besede in endemit Julijskih Alp kot primer uporabe v širšem pomenu besede) (Kryštufek 1999, Mršič 1997). Mršič (1997) navaja, da je bilo pri nas do leta 1997 znanih najmanj 885 endemitov v ožjem pomenu besede in preko 500 endemitov v širšem pomenu besede.

Eden izmed slovenskih endemitov ožjega pomena je tudi kraški škrgonožec *Chirocephalus croaticus* (Steuer, 1899), ki ga lahko najdemo v Petelinjskem jezeru ter jezeru Jeredovce na Pivškem (Pipan 2005).

Pivška kotlina (Slika 1) se nahaja v jugozahodnem delu Slovenije. Na severu je obdana z visokimi dinarskimi planotami Nanosa in Hrušice, na vzhodu in jugovzhodu s planotami Javornikov in Snežnika, na zahodu pa s planotami Slavinskega ravnika (Klemenčič in sod. 2015). Reka Pivka, ki teče skozi Pivško kotlino, izvira zahodno od vasi Zagorje, ponikne pa v Postojnski jami (Mulec in sod. 2005). Njena dolžina znaša 27 km, ker pa se na svoji poti od izvira do izliva spusti le za 45 m, je njen tok izredno počasen (Kranjc 1985). Zanimivo je, da teče od juga proti severu in ne obratno. Njeno porečje delimo na dva predela - Zgornjo in Spodnjo Pivko. Zgornji predel se nahaja južno od Prestranka in je zgrajen pretežno iz karbonatnih kamnin, kar pomeni, da je vodni režim kraški (površinski in podzemeljski), spodnji predel pa leži severno od Prestranka in v večini zajema flišne kamnine (zato je tok bolj ali manj površinski) (Šebela 2005).



Slika 1: Geološka karta Pivške kotline (vir: Šebela 2005).

Območje predela Zgornje Pivke je dolgo približno 16 km in široko 4-5 km. Nahaja se na nadmorski višini med 520 m na severozahodnem delu pri naselju Rakitnik in 620 m na jugovzhodnem delu pri naselju Koritnice (Mulec in sod. 2005). V spletnem

Naravovarstvenem atlasu lahko vidimo, da je skoraj celotno območje Zgornje Pivke vključeno v omrežje Natura 2000. Na območju Zgornje Pivke se v zračni dolžini 15 km nahaja 17 presihajočih jezer, vsa na zgodnjekrednem apnencu. To so: Šembrijsko jezero, Bačko jezero, Laneno jezero, Kalsko jezero, jezero Veliki dol, jezero Kljunov ribnik, Malo Zagorsko jezero, Veliko Zagorsko jezero, Veliko Drskovško jezero, Malo Drskovško jezero, Parsko jezero, Radohovsko jezero, Klensko jezero, Palško jezero, Petelinjsko jezero, jezero Krajnikov dol in jezero Jeredovce. Najjužnejše je Šembrijsko jezero, najsevernejše pa jezero Jeredovce (Šebela 2005).

Po velikosti največje jezero predstavlja Palško jezero, sledi mu Petelinjsko, za njim pa Veliko Drskovško jezero. Najvišje ležeče je Laneno jezero, najnižje in zato najbolj obstojno pa Petelinjsko jezero. Radohovsko jezero je edino, ki se nahaja na levem bregu reke Pivke. Šembrijsko jezero je posebno, saj je edino izmed pivških jezer, čigar voda odteka v reko Reko in naposled v jadransko povodje in ne reko Pivko (tako kot pri ostalih jezerih) in s tem v črnomoško povodje (Kovačič in Habič 2005). Tudi jezero Kljunov ribnik ima prav posebno značilnost, in sicer močne bruhajoče izvire, ki so na površje že izvrgli človeške ribice (Polak 2005).

Še ena posebnost pivških jezer je, da nimajo površinskih pritokov ali iztokov. Vsa se napolnijo izključno s padavinami in dvigom podtalnice, zato z vodo niso napolnjena stalno, pač pa le občasno, ob večjih deževjih. V času ko vode ni, ta območja predstavljajo travnike z raznolikimi rastlinskimi in živalskimi vrstami. Kmetijstvo na tem območju je v veliki meri ekstenzivno (v ekološko kmetijstvo je vključenih vsaj 40 % kmetijskih površin tega območja), travniki v jezerskih kotlinah pa načeloma niso gnojeni, kar po mnenju osebja Krajinskega parka Pivška presihajoča jezera poleg naravnih danosti predstavlja zaslugo za izjemno biotsko raznovrstnost. Na celotnem območju Zgornje Pivke je bilo do leta 2005 zabeleženih 8 vrst plazilcev, 9 vrst dvoživk, 20 vrst sesalcev, 106 vrst dnevnih metuljev, 127 vrst ptic (od tega jih 75 vrst tu tudi gnezdi), več kot 210 vrst hroščev in več kot 180 rastlinskih vrst (Polak 2005, Habič 2014).

Občina Pivka je 15. maja 2014 ustanovila Krajinski park Pivška presihajoča jezera (KPPPJ) s površino velikosti 140 km<sup>2</sup>. Znotraj krajinskega parka se nahaja 11 od 17 presihajočih jezer, pa tudi »117 naravnih vrednot, 17 prednostnih habitatnih tipov, 5 naravnih spomenikov, 3 gozdni rezervati, 3 ekološko pomembna območja, 1 posebno ohranitveno območje in 1 posebno varstveno območje«. V parku so 27. septembra 2013 odprli tudi Ekomuzej Pivških presihajočih jezer, ki predstavlja vstopno točko v park in informacijski center za jezera.

## 1.1 PETELINJSKO JEZERO

Petelinjsko jezero se nahaja v jugozahodnem delu Slovenije, približno 1 km severovzhodno od Slovenske vasi, v ovalni globeli ob vznožju hriba Okroglek (Slika 2). Izmed sedemnajstih pivških presihajočih jezer je dno Petelinjskega jezera najnižje ležeče, zaradi česar je jezero izmed vseh tudi najdlje obstojno (voda se v njem lahko zadrži tudi do pol leta) (Kirn 2016). Slika 3 prikazuje izgled polnega in skoraj izpraznjenega jezera. Podatki o tem, na kakšni nadmorski višini leži dno jezera, se razlikujejo. Brancelj in Gorjanc (1999) v svojem članku omenjata, da jezersko dno leži na 520 m nadmorske višine, Habič (1975) omenja višino okrog 530 m, prav taka višina je navedena tudi v Potapljaškem atlasu Slovenije, Ravbar in Šebela (2004), Kovačič in Habič (2005) ter Prelec (2012) pišejo, da se jezersko dno nahaja na nadmorski višini 532 m.



Slika 2: Lokacija Petelinjskega jezera na karti Slovenije (vir: Geopedia).



Slika 3: Polno (levo) in skoraj izpraznjeno Petelinjsko jezero (desno) (vir: Potapljaški atlas Slovenije).

Območje jezerske kotline je dolgo okoli 1 km, široko pa okoli 0.5 km (Brancelj in Gorjanc 1999). Ker se količina vode v jezeru nenehno spreminja in je odvisna od količine padavin, obstaja veliko različnih podatkov o jezerski površini, pa tudi prostornini in globini. Zasledimo lahko podatke, da naj bi površina Petelinjskega jezera znašala tudi do 736,721 m<sup>2</sup>, vendar največja do sedaj izmerjena površina jezera, ki je bila izmerjena ob poplavih novembra 2000, znaša 647,157 m<sup>2</sup> vode (Ravbar in Šebela 2004, Kovačič in Habič 2005). Jezero je bilo sicer 26. februarja 2014 po žledolomu, ki je prizadel Slovenijo, še rekordneje napolnjeno, vendar izračuna o takratni površini jezera ni.

Pretirani podatki najverjetneje izvirajo iz previsoko podanega podatka o srednjem vodostaju jezera, ki naj bi po temeljnih topografskih načrtih (TTN) 1:5000 znašal 545 m.n.v. Da je podatek napačen, s svojimi meritvami dokazujejo tako Kovačič in Habič (2005) kot tudi Prelec (2012). Za Palškim jezerom je Petelinjsko jezero drugo največje jezero med pivškimi presihajočimi jezeri (Kovačič in Habič 2005). Na območju celotnega jezerskega dna se nahajajo številni manjši izviri oz. estavele, skozi katere se voda pretaka na površje. Požiralnik, skozi katerega voda odteka, pa leži na severnem delu jezerske kotanje, imenovanem Jeglenk (Kirn 2016). Voda odteka v Žejske izvire, od tam pa naprej v reko Pivko (Kovačič in Habič 2005).

Dno jezerske kotanje je močno preoblikovano, saj je bilo to območje še pred leti območje vojaškega poligona. Še vedno so opazni večji in manjši strelski jarki, topovska gnezda ter veliko število lukenj, ki so nastale zaradi granat (Čuček 2005). Najbolj skoncentrirane so v osrednjem delu jezerskega dna, najdemo pa jih tudi na zahodnem in južnem delu. Čez območje Petelinjskega jezera vodi tudi veliko kolovoznih poti. Med njimi ena vodi od dostopa po južni strani v smeri proti hribu Okroglek, druga pa od dostopa po osrednjem delu jezerskega dna v smeri proti Jeglenku (Kirn 2016).

Jezero je bilo 28. maja 1971 z Odlokom o naravovarstvenem spomeniškem redu na območju občine Postojna (1971) razglašeno kot neživi spomenik II. razreda z narodno pomembnostjo. Nekaj let kasneje, 30. oktobra 1984, je bil sprejet Odlok o razglasitvi kulturnih in zgodovinskih spomenikov ter naravnih znamenitosti na območju občine Postojna (1984), s katerim je bilo Petelinjsko jezero razglašeno za območje naravnih znamenitosti in kulturnih spomenikov. Še nekoliko kasneje, leta 2004, je bilo Petelinjsko jezero z Zakonom o ohranjanju narave (ZON) v Pravilniku o določitvi in varstvu naravnih vrednot (2004) razglašeno za hidrološko, geomorfološko, botanično in zoološko naravno vrednoto državnega pomena.

### 1.1.1 Rastlinstvo in živalstvo Petelinjskega jezera

Ko je jezero napolnjeno z vodo, v njem lahko najdemo dve vrsti ceponožnih rakov iz reda kalanoidov (Calanoida), *Diaptomus cyaneus* (Gurney, 1909) in *Arctodiaptomus laticeps* (Sars, 1863) ter tri vrste ceponožnih rakov iz reda ciklopidov (Cyclopoida), *Acanthocyclops vernalis* (Fischer, 1853), *Cyclops abyssorum* (Sars, 1863) in *Megacyclops viridis* (Jurine, 1820) (Brancelj in Gorjanc 1999). Poleg omenjenih se v Petelinjskem jezeru pojavljata tudi vodni hrošč *Hydroporus zimmermani* (Müller, 1926) (Slika 4) in kraški škrgonožec (*Chirocephalus croaticus*), ki velja za endemita tega jezera in bližnjih Jeredovc. Ko območje jezera postane travnik, lahko z nekoliko pozornosti na njem najdemo več vrst hroščev, npr. rogača *Lucanus cervus* (Linnaeus, 1758), orjaškega krešiča *Procerus gigas* (Creutzer, 1799), bukovega kozlička *Morimus funereus* (Mulsant, 1863), hrastovega kozlička *Cerambyx cerdo* (Linnaeus, 1758) in Skopolijevega kozlička *Cerambyx scopoli* (Fuessly, 1775). Na območju Petelinjskega jezera je bilo do sedaj opaženih že veliko različnih ptic, tako v obdobju vode kot tudi sušnem obdobju. Polak (2005) navaja podatke za sledeče vrste: mlakarico *Anas platyrhynchos* (Linnaeus, 1758), kreheljca *Anas crecca* (Linnaeus, 1758), žvižgavko *Anas penelope* (Linnaeus, 1758), dolgorepo raco *Anas acuta* (Linnaeus, 1758), čopasto črnico *Aythya fuligula* (Linnaeus, 1758), sivko *Aythya ferina* (Linnaeus, 1758), navadnega zvonca *Bucephala clangula* (Linnaeus, 1758), kozico *Gallinago gallinago* (Linnaeus, 1758), togotnika *Philomachus pugnax* (Linnaeus, 1758), močvirskega martinca *Tringa glareola* (Linnaeus, 1758), malega martinca *Actitis hypoleucos* (Linnaeus, 1758), rjavega srakoperja *Lanius collurio* (Linnaeus, 1758), velikega strnada *Miliaria calandra* (Linnaeus, 1758), poljskega škrjanca *Alauda arvensis* (Linnaeus, 1758), kosca *Crex crex* (Linnaeus, 1758) in slegurja *Monticola saxatilis* (Linnaeus, 1766).



Slika 4: Vodni hrošč (*Hydroporus zimmermani*), stalni prebivalec z vodo napolnjenega Petelinjskega jezera in predator kraškega škrgonožca (vir: Jeklar).



Od dvoživk lahko najdemo: navadno krastačo *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758), rosnico *Rana dalmatina* (Bonaparte, 1840), sekuljo *Rana temporaria* (Linnaeus, 1758), hribskega urha *Bombina variegata* (Linnaeus, 1758) in zeleno rego *Hyla arborea* (Linnaeus, 1758). Med plazilci sta pogosta slepec *Anguis fragilis* (Linnaeus, 1758) in zelenec *Lacerta viridis* (Laurenti, 1768), izključeno pa ni, da lahko naletimo tudi na belouško *Natrix natrix* (Linnaeus, 1758), smokuljo *Coronella austriaca* (Laurenti, 1768) in modrasa *Vipera ammodytes* (Linnaeus, 1758). Vlažni travniki ter goli in kamniti predeli obrobja jezera predstavljajo primerne habitate metuljem, kot so: plašni košeničar *Arethusana arethusana* (Dennis in Schiffermüller, 1775), gozdni vratar *Pyronia tithonus* (Linnaeus, 1758), modri kratkorepec *Everes alcetas* (Hoffmannsegg, 1804), turkizni modrin *Plecibula dorylas* (Dennis in Schiffermüller, 1775) in kraški argus *Lysandra coridon* (Poda, 1761). Območje Petelinjskega jezera je primeren habitat tudi za poljsko voluharico *Microtus arvalis* (Pallas, 1778), travniško voluharico *Microtus agrestis* (Linnaeus, 1761), gozdno voluharico *Clethrionomys glareolus* (Schreber, 1780), navadno veverico *Sciurus vulgaris* (Linnaeus, 1758), polha *Glis glis* (Linnaeus, 1766), podleska *Muscardinus avellanarius* (Linnaeus, 1758), kuno belico *Martes foina* (Erxleben, 1777), beloprsega ježa *Erinaceus concolor* (Linnaeus, 1758), poljskega zajca *Lepus europaeus* (Pallas, 1778), jazbeca *Meles meles* (Linnaeus, 1758), lisico *Vulpes vulpes* (Linnaeus, 1758) ter srnjad *Capreolus capreolus* (Linnaeus, 1758) in jelenjad *Cervus elaphus* (Linnaeus, 1758). Tu se oz. bi se lahko pojavljali tudi divji prašič *Sus scrofa* (Linnaeus, 1758), divja mačka *Felis sylvestris* (Schreber, 1775), volk *Canis lupus* (Linnaeus, 1758) in rjavi medved *Ursus arctos* (Linnaeus, 1758) (Polak 2005).

Da je pestra tudi rastlinska zastopanost, omenjajo podatki na spletni strani Krajinskega parka Pivška presihajoča jezera. V času, ko vode ni, velik del jezerskega območja preraščata združbi robatega luka *Allium angulosum* (Linnaeus, 1753) in združba rušnate masnice in visokega trpotca *Deschampsio-Plantaginetum altissimae*. Na dvignjenem obrobju južnega pobočja jezera raste redka združba ilirskega mečka in modre stožke *Gladiolo-Molinetum*. V omenjenih združbah lahko opazimo tudi klobučasto zvončico *Campanula glomerata* (Linnaeus, 1753), celolistni srobot *Clematis integrifolia* (Linnaeus, 1753), močvirski svišč *Gentiana pneumonanthe* (Linnaeus, 1753), ilirski meček *Gladiolus illyricus* (Koch, 1855), sibirsko peruniko *Iris sibirica* (Linnaeus, 1753), dolgolistni pajetičnik *Pseudolysimachion longifolium* (Linnaeus, 1753), zdravilno strašnico *Sanguisorba officinalis* (Linnaeus, 1753) in visoko vijolico *Viola elatior* (Friess, 1828), ki pri nas veljajo za redke in ogrožene vrste. Zgodaj spomladi na pobočju hriba Okroglek nad jezerom raste tudi gorski kosmatinec *Pulsatilla montana* (Hoppe, 1832). Po celotnem območju jezerske kotline raztreseno rastejo grmičevja črnega trna *Prunus spinosa* (Linnaeus, 1753), navadnega šipka *Rosa canina* (Linnaeus, 1753), gloga *Crataegus sp.* (Gand, 1871) in navadnega brina *Juniperus communis* (Linnaeus, 1753). Ker obrobje

Petelinjskega jezera poraščajo sestoji borovega gozda različnih starosti, ima zelo pomembno vlogo zadrževanje zaraščanja obrobja, saj bi v nasprotnem primeru le-to lahko vodilo v resno grožnjo za prej omenjene rastlinske vrste (Cernatič-Gregorič in Gorkič 2005). Na Sliki 5 se v ospredju vidi osameli grm gloga, v ozadju pa sklenjen sestoj borovega gozda.



**Slika 5:** Glog (*Crataegus sp.*) na Petelinjskem jezeru uspešno uspeva kljub temu, da je v času, ko je jezero polno, njegovo rastišče delno ali v celoti pod vodo (vir: Jeklar).

## 1.2 KRAŠKI ŠKRGONOŽEC (*Chirocephalus croaticus*)

Kraški škrgonožec spada v rod *Chirocephalus*, družino Chirocephalidae, red Anostraca, razred Branchiopoda, poddeblo raki (Crustacea) in deblo členonožci (Arthropoda) (IUCN red list). Je endemit Petelinjskega jezera in jezera Jeredovce v bližini (Pipan 2005). Vrsta je bila prvič najdena in opisana v Blatskem jezeru na Hrvaškem, ki se nahaja približno 23 km severozahodno od Plitviških jezer (Steuer 1899, Belk in Brtek 1995), čeprav lahko med iskanjem literature naletimo na še dva različna podatka - eden je, da je bila ta vrsta raka prvič najdena in opisana iz mlak v spodnjem toku reke Neretve na Hrvaškem (Pipan 2005), drugi pa, da je tipska lokaliteta kraškega škrgonožca v Blatačkem jezeru v Bosni in Hercegovini (Petrov in Marinček 1991). V Sloveniji je bil prvič opažen v mlakah ob Cerknjskem jezeru. Takrat je bil zmotno poimenovan kot vrsta *Chirocephalus spinicaudatus* (Simon, 1886). Pred leti so z zasutjem teh mlak uničili njegov habitat, zato se tam ne pojavlja več. Tudi živali iz Petelinjskega jezera so sprva pripisali vrsti *Chirocephalus spinicaudatus*, vendar so kasneje z dodatnimi študijami in primerjavo podatkov iz literature potrdili, da živali pripadajo vrsti *Chirocephalus croaticus* (Brancelj in Gorjanc 1999, Sket in Brancelj 1992). Po podatkih Sketa in Brancelja (1992) naj bi se kraški škrgonožec občasno pojavljal tudi v Palškem jezeru, vendar gre najverjetneje za napako (zamenjava imen Palškega in Petelinjskega jezera).

Na IUCN Rdečem seznamu je od leta 1996 klasificiran kot ranljiva vrsta (IUCN red list). V Rdečem seznamu ogroženih sladkovodnih »nižjih« rakov (»Entomostraca«: Anostraca, Cladocera, Copepoda, Ostracoda) v Sloveniji sta Sket in Brancelj (1992) podala mnenje, da je vrsta ogrožena predvsem zaradi onesnaževanja in izgube naravnega stanja habitatov ter vnosa drugih živali (npr. rib). Za varstveni ukrep sta predlagala ohranjanje presihajočih mlak, v katerih se vrsta nahaja.

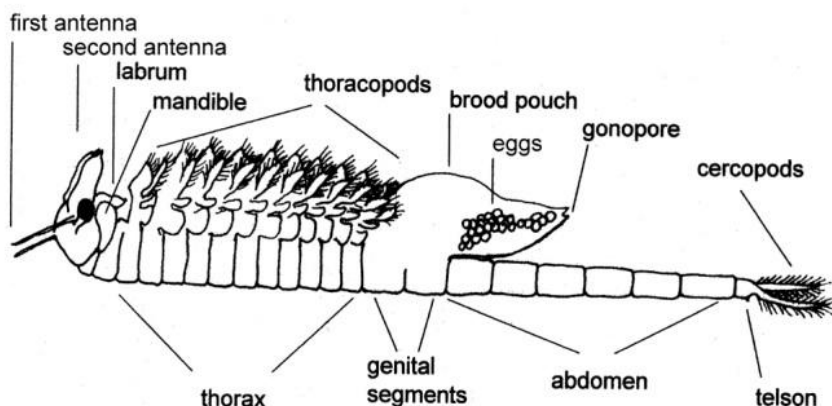
Poleg Petelinjskega jezera naj bi se kraški škrgonožec pojavljal tudi v najsevernejšem jezeru v sistemu sedemnajstih pivških presihajočih jezer, in sicer v jezeru Jeredovce (Pipan 2005). Populacija kraškega škrgonožca v Petelinjskem jezeru je trenutno vitalna in se pojavlja vsako leto, o populaciji v Jeredovcih pa ni podatkov (Brancelj in Gorjanc 1999).

### 1.2.1 Telesne značilnosti kraškega škrgonožca (*Chirocephalus croaticus*)

Kraški škrgonožec ima podolgovato telo, ki je sestavljeno iz glave oz. cefalona, oprsja oz. toraksa in zadka oz. abdomna. Iz glave mu izraščata dve pecljati sestavljeni očesi, med njima pa se nahaja še tretje, navplijsko oko, ki je sestavljeno iz treh enostavnih očesc. Ima labrum, dva para anten in dva para maksil. Oprsje sestavlja 13 telesnih členov, na katerih so nameščeni dvovejnati, listasti in turgescetni torakopodi, s pomočjo katerih se giblje (z njimi ustvarja vodni tok) in prehranjuje (filtrira). Gre za kompleksne strukture, poimenovane tudi noge, ki so sestavljene iz preepipoditov, epipoditov, eksopoditov, endopoditov in enditov. Zadek sestavlja 6 členov - na prvem se nahajajo genitalni organi ter odprtine spolnih žlez (gonopori). Pri samcih je viden parni penis, pri samicah pa jajčna vrečka oz. ovisak. Na koncu telesa se nahaja telzon in še viličasto oblikovana furka (Timms 2015). Slika 6 prikazuje označene telesne dele kraškega škrgonožca.

Jajčeca kraškega škrgonožca so okrogla, s premerom  $348 \pm 20 \mu\text{m}$  (popvredje + SE). Njihova površina je skoraj gladka, z majhnimi bradavicami. Majhne pore (premera  $< 10 \mu\text{m}$ ) so razpršene po celotni površini (Brancelj in Gorjanc 1999).

Navpliji so značilni za red Anostraca in so brez posebnih značilnosti. Najmanjši navplij, ki sta ga v svoji raziskavi izmerila Brancelj in Gorjanc (1999), je meril  $450 \mu\text{m}$ .



Slika 6: Telesni deli kraškega škrgonožca (*Chirocephalus croaticus*) (vir: Timms 2015).

Samica kraškega škrgonožca ima telo rahlo roza ali rjavkaste barve. Ima antenule nitaste oblike, na kateri so 3 dolge subapikalne hitinizirane ščetine ter 10 krajših apikalnih hitiniziranih ščetin ter anteno, ki je stožčaste oblike z ostro konico. Po lateralni in prednji distalni polovici antene so nameščene senzorične hitinizirane ščetine, ki so enakomerno porazdeljene. Ima kratek, širok in posteriorno zaobljen labrum. Ima tudi maksilulo, na kateri se nahaja 25-27 gosto pernatih hitiniziranih ščetin ter maksilo, ki je degenerirana (tekem evolucije je postala nefunkcionalna) in ima dve apikalni hitinizirani ščetini (Brancelj in Gorjanc 1999).

Preepipoditi prvih desetih torakopodov so razcepljeni, z nazobčanimi robovi; končni z gladkimi robovi in koničastim vrhom. 11 torakopod ima preepipodite, vendar so reducirani in manjši od epipoditov. Epipoditi 1-10 imajo mehak rob in zaobljen vrh, enajsti epipodit ima podolgovat vrh. Eksopodit torakopodov 1-10 je podaljšan, z okoli 11 proksimalnimi hitiniziranimi ščetinami bodičaste oblike na zunanjem robu. Endopodit torakopodov 1-10 je povečan z več hitiniziranimi ščetinami bodičaste oblike na proksimalnem notranjem robu. Enditi 3, 4 in 5 torakopodov 1-10 imajo 2, 2 in 2-4 bodičasto oblikovane hitinizirane ščetine. Enditi 2, 3, 4 in 5 na 11 torakopodu so približno enake velikosti; vsak od njih ima 4-5 bodičasto oblikovanih hitiniziranih ščetin. Približno 50 % odraslih samic ima na zadnjem členu toraksa izrastek krilaste oblike, ostale samice imajo zaobljen posteriorni rob (Brancelj in Gorjanc 1999).

Ovisak je dolg, običajno doseže posteriorni rob šestega abdominalnega člana in je širok približno enako kot abdominalni člani. Število jajčec, ki jih samica nosi v ovisaku, je  $68,3 \pm 24,4$  (povprečje + SE). Abdominalni člani 1-7 imajo močne lateralne izrastke krilaste oblike, člen 8 in telzon sta brez izrastkov. Izrastki na prvem členu so močnejši od ostalih in so nameščeni laterodorzalno. Izrastki na drugem členu so najmanjši. Ventralne senzorične

hitinizirane ščetine so na členih 4-8. Lateralnih hitiniziranih ščetin ni, dorzalne so prisotne le na členu 8. Furka je dolga kot zadnji štiri abdominalni členi in telzon skupaj in je opremljena z dolgimi hitiniziranimi ščetinami na notranji in zunanji strani (Brancelj in Gorjanc 1999).

Telo samca kraškega škrgonožca je smaragdno zelene barve, s svetlo modro obarvanimi konicami torakopodov. Ima antenulo, podobno kot pri samicah in dvodelno anteno, ki ima gumbasto oblikovano konico z majhnimi zobci na notranji strani. Bazalni del antene je cilindrične oblike, s stožčastim izrastkom na proksimalni notranji strani. Procesus, po obliki podoben rogovju, se razlikuje po obliki in številu konic (običajno 3-5) na svojem distalnem delu. Distalni del je močno ukrivljen, z več zobčastimi bodicami na prednjem bazalnem delu (običajno 4-6) in enim močnim zobom na notranjem delu. Pri približno 50 % odraslih samcev je prisoten še en, dodaten močan zob v sredini ali blizu konice distalnega dela. Na anteni se nahaja enočlenski parni privesek. Distalni del je ozek in ima približno 18 prstasto oblikovanih izrastkov; na vsakem sta 2-4 bradavice. Proksimalni del je širok, dlanaste oblike, s prstasto oblikovanimi izrastki in bradavicami, ki se nahajajo na večini notranje površine (Brancelj in Gorjanc 1999).

Torakalne okončine pri samcih so podobne tistim pri samicah. Glavna razlika je v endopoditih in enditih, zlasti na torakopodih 1-6. Notranji distalni del endopoditov 1-6 je podaljšan, z močnimi zobčastimi bodicami na dnu vsake hitinizirane ščetine; najbolj je izrazit na torakopodih 2-4. Število bodic narašča od torakopoda 1 (4 bodice) do torakopoda 10 (10-12 bodic). Endit 1 torakopodov 1-10 z 1-2 hitiniziranimi ščetinama; obe sta opremljeni z močnim zobom. Endit 2 torakopodov 1-10 z 2 hitiniziranimi ščetinama; obe sta opremljeni z močnim zobom. Enditi 3-5 so stožčaste oblike, z 1-3 bodicami na vrhu, ki so povezane s hitiniziranimi ščetinami (Brancelj in Gorjanc 1999).

Genitalni členi so višji in širši od drugih abdominalnih členov. V srednjem delu genitalnih organov je par hitiniziranih procesov prstaste oblike z nazobčano notranjo stranjo. V spodnjem retraktilnem delu je kavljast procesus z vrhom, obrnjenim navzven in ima tri fine zobce. Abdominalni členi so gladki, brez lateralnih izrastkov. Ventralne senzorične hitinizirane ščetine so na členih 4-8, dorzalni na členih 2-8, lateralni pa na členu 5 in 8. Furka je močna, z dobro razvitimi hitiniziranimi ščetinami na notranji in zunanji strani. Dolga je kot zadnja dva in pol abdominalna člena in telzon skupaj (Brancelj in Gorjanc 1999).

## 1.2.2 Biologija rakov iz redu Anostraca

Ker biologija kraškega škrgonožca zaenkrat še ni znana, opisujemo biologijo redu Anostraca.

Vrste rakov, ki spadajo v omenjeni red, po angleško imenujemo »fairy shrimps«. Živijo skoraj izključno v začasno stoječih vodah, kot so velika mokrišča, poplavni ribniki, močvirja, bajerja, skalni bazeni, presihajoča sladkovodna jezera, slana jezera, prehodni kmetijski jezovi, obcestni jarki, avtomobilske kolesnice, mrtvi potočni rokavi, poplavljeni riževa polja, pravzaprav skoraj povsod, kjer se voda zadržuje vsaj nekaj dni. Ne pojavljajo pa se v vodah z ribami, saj za njih predstavljajo plenilce in pred njimi nimajo ustrezne obrambe (Vanschoenwinkel in sod. 2013, Timms 2015). Toda to ne pomeni, da v začasno stoječih vodah raki niso izpostavljeni, saj so pogosto tarče nevretenčarskih plenilcev kot so ploski črvi, ličinke in nekatere vrste odraslih hroščev ter ličinke kačjih pastirjev (Timms 2015). Za samoohranitev v tako nestabilnih habitatih so morali razviti strategijo, da se v vodi razvijejo prvi, da hitro spolno dozori ter da je njihova reprodukcija hitra (Huang in sod. 2010, Timms 2015).

Suho obdobje v svojem habitatu preživijo v obliki jajc, odpornih na sušo, ki vsebujejo zarodek v zaprti fazi razvoja. Jajca so v površinskih usedlinah sposobna preživeti več let. Ko se njihovi habitati začnejo polniti z vodo, se prvi raki iz jajc izležejo že v obdobju od 12 do 48 ur. Ne izležejo se namreč vsi naenkrat, saj bi bili v primeru nezadostne količine vode življenjske razmere za doseganje spolne zrelosti in reprodukcije neustrezne, zato se izlegajo postopoma, glede na stopnjo napolnjenosti habitata z vodo. Ko se izležejo, je njihova rast zelo hitra - za doseg odrasle oblike in spolne zrelosti običajno potrebujejo 2 do 3 tedne. Spolno zrele samice do konca svojega življenja, ki ponavadi traja mesec ali dva (včasih tudi tri, če se voda v njihovem habitatu zadržuje tako dolgo) vsak dan izležejo serijo jajc. Ker pa morajo jajca večine vrst pred izvalitvijo prestat sušno obdobje, se v začetku vsakega polnjenja habitata z vodo iz jajc razvije samo ena generacija rakov (Timms 2015).

Skoraj vse vrste rakov škrgonožcev so filtratorske. Za filtriranje majhnih delcev iz vode uporabljajo torakopode, s pomočjo katerih užitne delce prenesejo v ustni del, tam pa jih najprej predelajo in nato zaužijejo. Delci vključujejo različne organizme, od alg in protistov do bakterij, ki se nahajajo na glinenih delcih ali organskih snoveh (Timms 2015).

Spola sta ločena, razmnoževanje je običajno spolno. Samci aktivno iščejo samice in kopulacijo začnejo tako, da samico s sprednje strani oklenejo na genitalne organe s pomočjo razvejane antene. Čeprav imajo samci dva gonopoda, je za vstavev v jajčno

vrečko potreben le eden. Srečanja so ponavadi kratka, po njih pa se samec in samica kmalu ločita. Samica proizvede serijo približno 20 do 300 jajc v presledkih od enega do več dni, vsaka serija pa mora biti ločeno oplojena. Ker jajca ponavadi ne plavajo, se na koncu odložijo na dno habitata (Timms 2015).

### 1.2.3 Značilnosti rodu *Chirocephalus*

Rod *Chirocephalus* po mnenju Belka in Brtka (1995) potrebuje popolno revizijo z uporabo morfoloških in molekularnih tehnik, saj gre za velik rod z mnogimi vrstami in z veliko morfološkimi variacijami, zato je pod vprašaj postavljena veljavnost več taksonov. Rod naj bi s 53 različnimi vrstami predstavljal drugi največji rod znotraj redu Anostraca (Rogers 2013).

Glede na morfološke značilnosti anten in/ali penisa pri samcih je razdeljen na 5 večjih skupin. Te so: skupina *bairdi*, skupina *pristicephalus*, skupina *diaphanus*, skupina *spinicaudatus* in skupina *sinensis* (Brtek 1995). Razširjen je vse od občasnih bazenov po nižinah pa do visokogorskih jezer po vsej Evropi, vzhodni in zahodni Aziji, Sibiriji, Arktiki, severni Afriki, ena vrsta pa se pojavlja tudi v zahodni Indoneziji (Bânârescu 1990, Brtek in Mura 2000).

### 1.2.4 Življenjska strategija vrste *Chirocephalus diaphanus*

Ker do zdaj ni bilo narejene še nobene raziskave o življenjski strategiji kraškega škrgonožca, opisujemo strategijo sorodne vrste *Chirocephalus diaphanus* (Prévost, 1803), kot so jo Mura in sod. (2003) opisali v svoji raziskavi. Primerjali so življenjski strategiji živali iz dveh začasnih jezer v centralnih Apeninih severno od Rima (Italija), ki se nahajata na približno enaki nadmorski višini (1591 m.n.v. in 1485 m.n.v.). Pozimi se obe jezera polnita s padavinami, poleti pa sta načeloma suhi. Prvo jezero je večje, globlje in stabilnejše jezero Tilia, drugo pa manjše, plitkejše in bolj nepredvidljivo jezero Illica.

V jezeru Tilia je od dne, ko so v vodi zaznali prve navplije, do dne, ko v vodi niso zaznali več nobene živali vrste *Chirocephalus diaphanus*, preteklo 100 dni. Povprečna velikost živali ob koncu je bila  $36,1 \pm 1,5$  mm (povprečje  $\pm$  SE). Povprečna stopnja rasti do spolne zrelosti je bila 0,5 mm/dan, po tem, ko so živali dosegle spolno zrelost, pa 0,3 mm/dan. Diferenciacija juvenilnih živali se je pojavila v trinajstih dneh pri povprečni velikosti  $9,3 \pm 2,3$  mm (povprečje  $\pm$  SE), spolna zrelost pa je bila dosežena v 29 dneh, pri povprečni velikosti samic  $15,2 \pm 3,6$  mm (povprečje  $\pm$  SE) (Mura in sod. 2003).

V jezeru Illica je od dne, ko so v vodi zaznali prve navplije, do dne, ko v vodi niso zaznali več nobene živali vrste *Chirocephalus diaphanus*, preteklo le 27 dni. Povprečna velikost živali ob koncu je bila  $13,3 \pm 1,3$  mm (povprečje  $\pm$  SE). Povprečna stopnja rasti živali do spolne zrelosti je bila 0,9 mm/dan, po tem, ko so živali dosegle spolno zrelost, pa 0,1 mm/dan. Spolna diferenciacija se je pojavila v samo 8 dneh, spolna zrelost pa je bila dosežena v 12 dneh, pri povprečni velikosti samic  $12,8 \pm 0,6$  mm (povprečje  $\pm$  SE) (Mura in sod. 2003).

Glede na število jajčec v jajčnih vrečkah so podatki pokazali, da je bila plodnost samic v populaciji Illica višja (Mura in sod. 2003). Od prvega pojava odraslih živali so v obeh populacijah prevladovali samci. V populaciji živali iz jezera Tilia se je razmerje postopoma zmanjševalo in privedlo do tega, da so na koncu v populaciji prevladovale samice, v populaciji iz jezera Illica pa so samci nad samicami prevladovali vse do konca (Mura in sod. 2003).

Z omenjeno raziskavo so Mura in sod. (2003) prišli do ugotovitve, da različni biotopi organizmom nudijo različne okoljske razmere, kar vodi do različnih življenjskih strategij. V biotopih z močno nestabilnostjo številni stresni dejavniki z nepravilnimi in nepredvidljivimi nihanjem delujejo na populacijo neodvisno od njene velikosti in jo vzdržujejo precej pod nosilnostjo okolja. V takšnih razmerah daje naravna selekcija prednost posameznikom, ki želijo čim bolj povečati svojo reprodukcijo s sprejetjem strategije tipa r (hitra rast, zgodnja spolna zrelost, kratek življenjski cikel), da bi uspešno premagali okoljske težave. V nasprotju pa v biotopih z omejenim stresom lahko pride do situacije, ko je umrljivost posameznikov odvisna od gostote, pri kateri je populacija pod biološkim nadzorom. V takih okoliščinah se zdi najprimernejša strategija tipa K (počasna rast, pozna reprodukcija, dolga življenjska doba). V takih razmerah naravna selekcija ovira močno vlaganje v reprodukcijo, če zmanjša možnost preživetja posameznika.

### 1.3 HIPOTEZE IN CILJI MAGISTRSKEGA DELA

Ker o kraškem škrgonožcu do zdaj ni bilo kaj dosti znanega, smo v zaključni nalogi poskusili oceniti stanje populacije. Zanimalo nas je, kako fizikalni in kemijski parametri vode in zraka vplivajo na pojavnost in velikost populacije kraškega škrgonožca. Izmerili smo povprečno velikost živali ter poskusili oceniti spolno strukturo oz. razmerje med spoloma. Raziskali smo, kateri habitatni tip je za kraškega škrgonožca bolj ustrezen oz. kje se raje zadržuje (poplavljen travnik ali pot). Spremljali smo tudi hitrost naraščanja in upadanja vode v jezeru ter poskušali ugotoviti, kako količina vode vpliva na velikost populacije in gostoto živali. V višku spomladanske sezone smo želeli opraviti vzorčenja



tudi na nekaterih drugih jezerih Pivške kotline ter s tem poskusili potrditi njegovo prisotnost tudi v Palškem jezeru, Velikem Drskovškem jezeru in Jeredovcih.

Pred začetkom izvajanja vzorčenj smo si zastavili pet hipotez:

- (1) Kraški škrgonožec izkazuje r-življenjsko strategijo, zato pričakujemo nenaden pojav in hitro povečanje populacije.
- (2) Abundanca (gostota) živali se med mikrohabitanimi tipi (pot, travnik) ne razlikuje značilno.
- (3) Spolna struktura nakazuje na uravnoteženo razmerje (1:1) med spoloma.
- (4) Mlade živali v določenem (prvem) delu sezone prevladujejo.
- (5) Abundanca ter spolna in starostna struktura se glede na okoljske parametre (znotraj in med pomladno in jesensko sezono) razlikujejo.

Želeli smo ugotoviti tudi kako različni okoljski dejavniki (temperatura zraka in vode, pH, tlak, prevodnost, koncentracija in nasičenost s kisikom, veter ter dnevna količina padavin) vplivajo na gostoto škrgonožcev.

## 2 MATERIALI IN METODE DELA

Naše delo je bilo sestavljeno iz terenskega in laboratorijskega dela ter statistične analize podatkov. Na terenu smo zbrali vse potrebne vzorce, ki smo jih nato pregledali v laboratoriju. Čas terenskega dela je bil vezan na prisotnost vode v jezeru in na začetek pojavljanja kraškega škrgonožca v njem. Terensko delo smo opravili na Petelinjskem jezeru, ki leži znotraj Krajinskega parka Pivška presihajoča jezera, laboratorijsko delo pa v prostorih Fakultete za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije v Kopru.

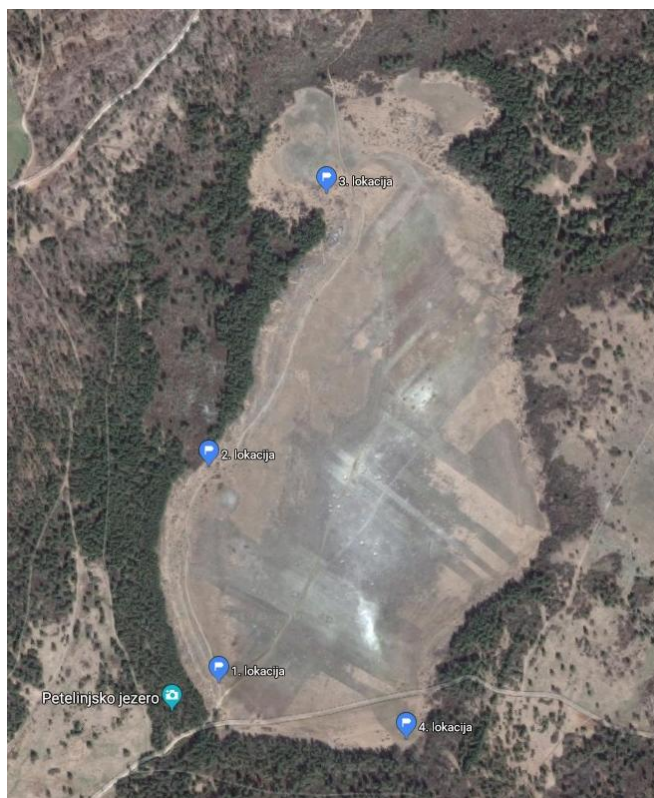
### 2.1 TERENSKO DELO

Terensko delo je zajemalo spomladansko in jesensko vzorčenje. Spomladanski del smo opravili v obdobju enega meseca, od 6. aprila 2018 do 7. maja 2018. Na teren smo odšli desetkrat. Podatka o tem, kdaj se je spomladi 2018 v jezeru prvič pojavila voda, nimamo. Ko smo začeli z našim vzorčenjem, 6.4.2018, je bilo jezero že napolnjeno. Od prve potrditve prisotnosti škrgonožca v jezeru naprej smo izvajali meritve okoljskih parametrov in z vodno mrežico vzorčili živali. V zadnjem terminu, 7.5.2018, je jezero popolnoma presahnilo.

Jeseni smo na teren v obdobju od 30. septembra 2018 do 18. novembra 2018 odšli trinajstkrat. Voda se je v jezeru začela nabirati 30.10.2018.

Tudi v letu 2019 smo želeli opraviti spomladansko vzorčenje. Namen je bil, da ob potrditvi prisotnosti kraškega škrgonožca v Petelinjskem jezeru preverimo morebitno prisotnost te vrste še na nekaterih drugih okoliških jezerih - Palškem jezeru, Velikem Drskovškem jezeru in Jeredovcah. Na teren smo odšli desetkrat v obdobju od 7. aprila 2019 do 18. junija 2019.

Delo na terenu je zajemalo odvzem GPS koordinat, meritve fizikalnih in kemijskih parametrov vode in zraka ter semikvantitativno in kvalitativno vzorčenje kraških škrognožcev. Izbrali smo si štiri oz. pet različnih vzorčnih mest ob bregu jezera v globini vode do 50 cm, v velikosti 1 m<sup>2</sup> - prvo vzorčno mesto smo ločili na dve mikrolokaciji (poplavljen pot in travnik), ostala vzorčna mesta pa smo izbrali samo na travniku. Izhodiščna vzorčna mesta so prikazana na Sliki 7, nadaljnja pa so se z umikanjem vode premikala proti sredini jezera.



**Slika 7: Izhodiščna vzorčna mesta za kraškega škrgonožca na Petelinjskem jezeru (vir: Google zemljevidi).**

### **2.1.1 Odvzem GPS koordinat**

Pred začetkom vzorčenj smo si na območju jezera izbrali štiri vzorčna mesta, na katerih smo kasneje izvajali meritve. Odvzeli smo začetne GPS koordinate, s pomočjo katerih smo pri naslednjem vzorčenju lažje našli predhodna mesta vzorčenj. Tudi pri vsakem nadaljnjem vzorčenju smo na vsakem vzorčnem mestu najprej odvzeli GPS koordinate. Z vsemi temi koordinatami smo na koncu za vsak datum vzorčenja izrisali približno gladino jezera, pri čemer je bilo razvidno, kako hitro je gladina vode med posameznimi datumi vzorčenj upadala.

### **2.1.2 Fizikalni in kemijski parametri vode in zraka**

S pomočjo naprave HACH HQ40d multi (Slika 8) in tremi različnimi sondami smo spremljali temperaturo vode, vsebnost kisika v vodi, vodni tlak, pH in prevodnost vode. S prvo sondo, HACH LDO - SN: 122702592013 smo merili temperaturo vode ob vsakem vzorčenju (°C), vsebnost kisika (mg/L in %) ter vodni tlak (hPa), z drugo, HACH CDC401 - SN: 121632581019 smo prav tako merili temperaturo vode (°C) ter pH (pH in mV), s tretjo sondo, HACH PHC301 - SN:122702573027 pa še enkrat temperaturo vode (°C) ter prevodnost vode (μS/cm).



Slika 8: Naprava HACH HQ40d multi s pripadajočimi sondami (vir: Jeklar).

Temperatura vode je eden izmed glavnih parametrov, saj uravnava hitrost vseh kemijskih reakcij in vpliva na rast, reprodukcijo in odpornost živih bitij v vodi. Nanjo vplivajo vremenske razmere, površinski ali podzemni pritoki in odtoki vode ter absorpcija sončnega sevanja. Med najpomembnejše parametre vode spada tudi vsebnost kisika v vodi. Temperatura daje neposredne in posredne informacije, npr. o bakterijski aktivnosti, fotosintezi, razpoložljivosti hranil in stratifikaciji. pH ima pomemben vpliv na kemijske in biotske procese v vodi in je pomemben pri določanju korozivnosti vode - nižja kot je vrednost pH, višja je korozivnost vode. Povprečna vrednost v naravnih vodah se giblje med 6,0 in 8,5. Prevodnost, ki je odvisna od količine raztopljenih ionov v vodi, kaže pomembno povezavo z desetimi parametri: temperaturo, pH vrednostjo, alkalnostjo, skupno trdoto, kalcijem, skupno trdno snovjo, skupnimi raztopljenimi trdnimi snovmi, kemično potrebo po kisiku, koncentracijo klorida in koncentracijo železa v vodi (Patil in sod. 2012).

Podatke o temperaturi zraka smo dobili na spletni strani Agencije Republike Slovenije za Okolje - ARSO METEO. Ker v Pivki ni meteorološke postaje, smo izbrali njej najbližjo meteorološko postajo v Postojni.

### 2.1.3 Semikvantitativno in kvalitativno vzorčenje

Ko smo zbrali vse potrebne okoljske parametre, smo začeli z vzorčenjem živali. Vzorčili smo z vodno mrežico s premerom 30 cm in velikostjo por 0.5 x 0.5 mm, z metodo risanja osmic na obrobju jezera, v povprečni globini vode 40 cm na izbranem enem kvadratnem metru površine. Najprej smo vzorčili 20 sekund, nato pa še do maksimalno 5 minut. Čas trajanja nadaljnega vzorčenja je bil odvisen od števila škrgonožcev, ki smo jih ujeli v prvih 20 sekundah. Vzorce smo shranili v steklene kozarčke in plastične posodice, jih prelili z 70

% etanolom ter ustrezno označili. Obenem smo shranili in primerno označili tudi vzorce drugih ujetih živali.

## 2.2 LABORATORIJSKO DELO

V laboratoriju smo delo opravili s pomočjo lupe Leica EZ4W. Najprej smo pregledali vse vzorce s škrgonožci in jim določili spol in starost. Živali smo ločili na juvenilne živali, samice in samce. Samice smo razpoznali po krajših antenah in jajčni vrečki, samce pa po daljših antenah in parnem penisu. Izgled samice in samca prikazuje Slika 9. Za juvenilne smo izbrali vse tiste živali, katerih telesna dolžina je bila manjša od 10 mm. Samice smo kasneje ločili še glede na pozicijo jajčec, in sicer na samice, ki jajčeca nosijo samo v zadku, na samice, ki jajčeca nosijo v zadku in jajčni vrečki, na samice, ki jajčeca nosijo samo v jajčni vrečki ter na samice, ki so jajčeca že odložile.



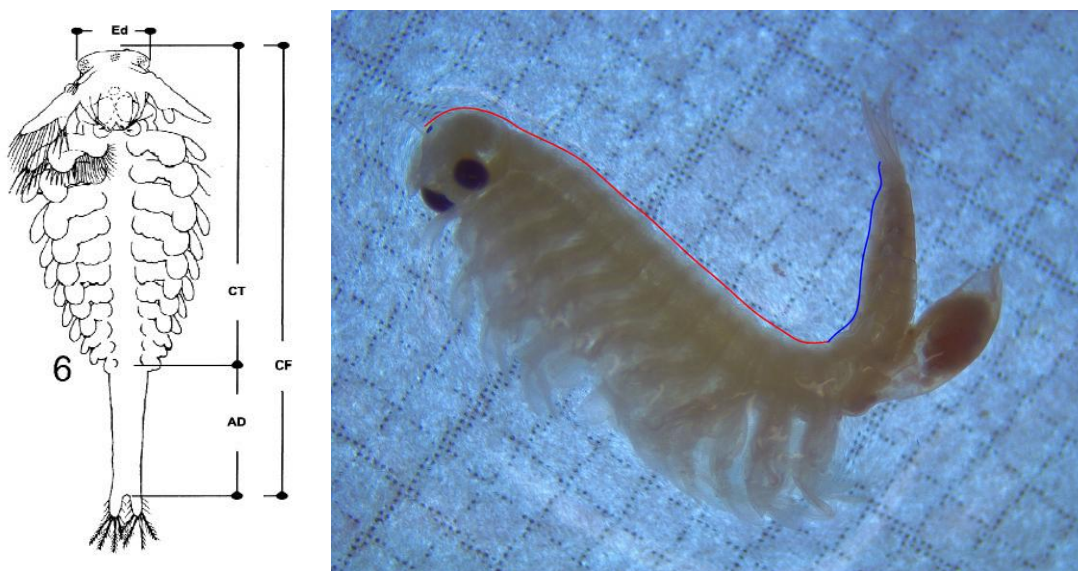
Slika 9: Samica (levo) in samec (desno) kraškega škrgonožca (vir: Jeklar).

### 2.2.1 Morfometrija

Najprej smo iz podvorcev naključno izbranih živali na milimetrskem papirju pripravili fotografije, ki smo jih posneli preko digitalne kamere, nameščene na lupi (Leica EZ4W). Za fotografije smo uporabili programsko opremo Leica Microsystems LAS EZ. Meritve kraških škrgonožcev smo nato na zbranih fotografijah opravili v programu Image J. Pri obeh spolih ter juvenilnih živalih smo merili dolžino oprsja (CT - toraks) in zadka (AD - abdomen). Dolžina oprsja je segala od tretjega navplijskega očesa na glavi pa do začetka člena z genitalnimi organi na zadku, dolžina zadka pa od vključno člena z genitalnimi organi do začetka viličasto oblikovane furke. Z obema meritvama skupaj smo dobili tudi podatek o celotni velikosti živali (CF).

Škrgonožce smo želeli meriti z dorzalne strani, kot sta to v svoji študiji na vrstah iz rodov *Chirocephalus*, *Branchipus* in *Tanymastix* naredila Zarattini in Mura (2004), vendar je bilo

to zaradi torakopodov, ukrivljenega zadka, parnega penisa pri samcih in jajčne vrečke pri samicah oteženo, zato smo se odločili, da živali merimo z lateralne strani. Na Sliki 10 sta vidni obe, dorzalna in lateralna postavitev živali za meritev.



Slika 10: Dorzalna meritev (desno - vir: Zurattini in Mura 2004) in lateralna meritev (rdeče: dolžina oprsja - CT, modro: dolžina abdomna - AD) (levo - vir: Jeklar)

## 2.3 STATISTIČNA ANALIZA PODATKOV

### 2.3.1 Osnovni statistični opis

Najprej smo izračunali razmerje med juvenilnimi živalmi, samicami in samci, nato pa za posamezne naključno izbrane živali, ki smo jih vključili v morfometrijsko analizo pripravili še osnovni statistični opis.

### 2.3.2 Analiza glavnih komponent (PCA)

Zbrane podatke smo analizirali z metodo glavnih komponent (ang. »Principal Component Analysis« - PCA). Gre za eno izmed najpogosteje uporabljenih multivariatnih metod - statistično tehniko, s pomočjo katere lahko analiziramo medsebojno soodvisnost spremenljivk z namenom zmanjšanja števila spremenljivk. Upravljamo s tako imenovanimi glavnimi komponentami oz. množico novih spremenljivk, v katero smo preslikali osnovni nabor spremenljivk. Število osnovnih spremenljivk in glavnih komponent je enako - toliko kot je osnovnih spremenljivk, toliko je tudi glavnih komponent. Med seboj so neodvisne (Košmelj 2007).

Glavne komponente so zasnovane tako, da z njimi ohranjamo skupno variabilnost osnovnih spremenljivk, izražamo pa jih kot linearno kombinacijo le-teh. S prvo glavno komponento poskušamo pojasniti čimvečji del celotne variance osnovnih spremenljivk, z drugo glavno komponento, ki je neodvisna od prve, poskušamo pojasniti čimvečji del variance, ki nam je s prvo komponento še ni uspelo, s tretjo glavno komponento, ki je neodvisna tako od prve kot tudi druge glavne komponente, poskušamo pojasniti tiste dele variance, ki so s prvima dvema glavnima komponentama še vedno ostali nepojasneni, itd. Uspešnost redukcije je odvisna od povezanosti spremenljivk, ki mora biti vedno linearna - bolj povezane izhodiščne spremenljivke pomenijo bolj uspešno redukcijo in obratno. Mera za povezanost med spremenljivkami je koeficient kovariance oz. korelacije (Košmelj 2007).

Zvezo med okoljskimi spremenljivkami in gostoto škrgonožcev smo preverili z uporabo analize glavnih komponent. Zaradi zelo različnih gostot v vzorcih škrgonožcev smo poleg netransformirane gostote v PCA 1 uporabili še rangirane vrednosti gostot v PCA 2. Tako smo zadostili predpostavki o homoscedastičnosti za linearno regresijo. Zvezo med gostoto škrgonožcev in okoljskimi spremenljivkami smo prikazali na grafu z vektorji neodvisnih okoljskih spremenljivk in pojasnjevalne spremenljivke za gostoto škrgonožcev, ki smo jo mapirali naknadno, tako da ni vplivala na ordinacijo. PCA smo opravili v programu R (Rstudio). Moč povezave med pojasnjevalno spremenljivko in gostoto živali smo poiskali le za tiste neodvisne spremenljivke, ki so bile v močni pozitivni ali negativni korelaciji z izbrano pojasnjevalno spremenljivko (Pearsonov korelacijski koeficient,  $r > |0.2|$ ) (Legendre in Legendre 1998).

### 3 REZULTATI

#### 3.1 TERENSKO DELO

V spomladanski sezoni 2018 smo bili na terenu 6.4., 11.4., 13.4., 17.4., 20.4., 23.4., 25.4., 2.5., 5.5. in 7.5. Prvič, 6.4.2018, v vodi nismo zaznali še nobenega škrgonožca, drugič, 11.4.2018, smo potrdili njegovo prisotnost, v nadaljnjih terminih smo izvajali vse zastavljene meritve in vzorčenja, v predzadnjem terminu, 5.5.2018, se je voda obdržala le še v nekaj manjših ločenih lužah, vendar je bil škrgonožec v njih še prisoten, v zadnjem terminu, 7.5.2018, pa je jezero popolnoma presahnilo.

V jesenski sezoni 2018 smo na teren odšli 30.9., 4.10., 10.10., 12.10., 17.10., 31.10., 3.11., 7.11., 10.11., 13.11., 14.11., 17.11. in 18.11. Voda se je v jezeru začela nabirati 30.10.2018. Od 31.10. do 10.11. v vodi nismo zaznali nobenega škrgonožca, 13. 11. smo potrdili njegovo prisotnost, že 14.11. pa ga nismo več našli. Tako je ostalo vse do 18.11., zato s terenskim delom zaključili.

V spomladanski sezoni 2019 smo teren opravili 7.4., 13.4., 16.4., 4.5., 17.5., 24.5., 29.5., 1.6., 10.6., 18.6. Zaradi razmeroma sušne pomladi se je voda v Pivških jezerih začela nabirati nekoliko kasneje kot v prejšnjem letu - v Petelinjskem jezeru se je pojavila šele 13.5.2019. Škrgonožce smo v vodi prvič zaznali 10.6.2019, ko smo našli enega raka, 18.6. pa smo jih našli 32. Na isti dan smo želeli opraviti vzorčenje tudi na ostalih treh prej omenjenih jezerih (Palškem, Velikem Drskovškem in Jeredovcih), vendar smo po prihodu na teren ugotovili, da je voda iz njih že odtekla.

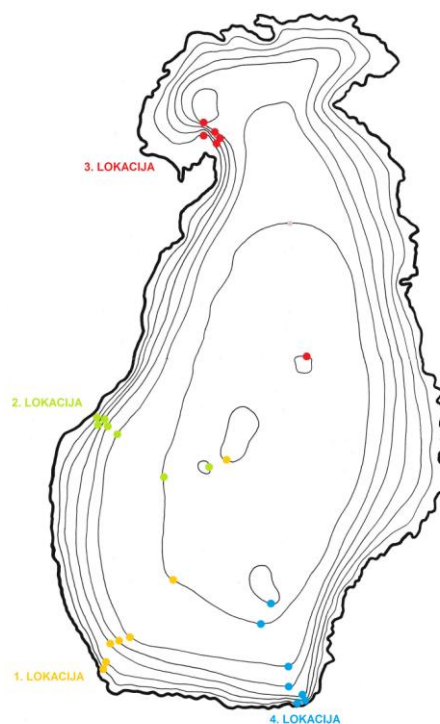
##### 3.1.1 Upadanje vode spomladi 2018

Jezero se je v spomladi 2018 skozi čas evidentno nižalo. V Preglednici 1 so zbrane koordinate vseh vzorčnih mest glede na datume vzorčenj. Zaradi lažje predstave kako se je med posameznimi datumi vzorčenj nižala gladina jezera ter s tem tudi naša vzorčna mesta, smo izrisali zemljevid Petelinjskega jezera (Slika 11), na katerem smo naša vzorčna mesta tudi označili.

**Preglednica 1: Koordinate vzorčnih mest (VM) glede na datume vzorčenj.**

VM	13.4.2018	17.4.2018	20.4.2018	23.4.2018	25.4.2018	2.5.2018	5.5.2018
VM1	45.703304, 14.225011	45.703398, 14.225061	45.703733, 14.225110	45.703725, 14.225328	45.703772, 14.225518	45.704603, 14.226485	45.706308, 14.227513
VM2	45.706929, 14.224825	45.706905, 14.224872	45.606950, 14.224903	45.706881, 14.224894	45.706737, 14.225268	45.706104, 14.226309	45.706258, 14.227162
VM3	45.711160, 14.227178	45.711119, 14.227394	45.711036, 14.227398	45.711122, 14.227349	45.711279, 14.227131	45.709843, 14.228902	45.707949, 14.229250
VM4	45.702804, 14.229062	45.702855, 14.229104	45.702893, 14.229111	45.703088, 14.228819	45.703379, 14.228823	45.703975, 14.228310	45.704298, 14.228498





Slika 11: Zemljevid Petelinjskega jezera z vzorčnimi mesti.

### 3.1.2 Fizikalni in kemijski parametri vode in zraka

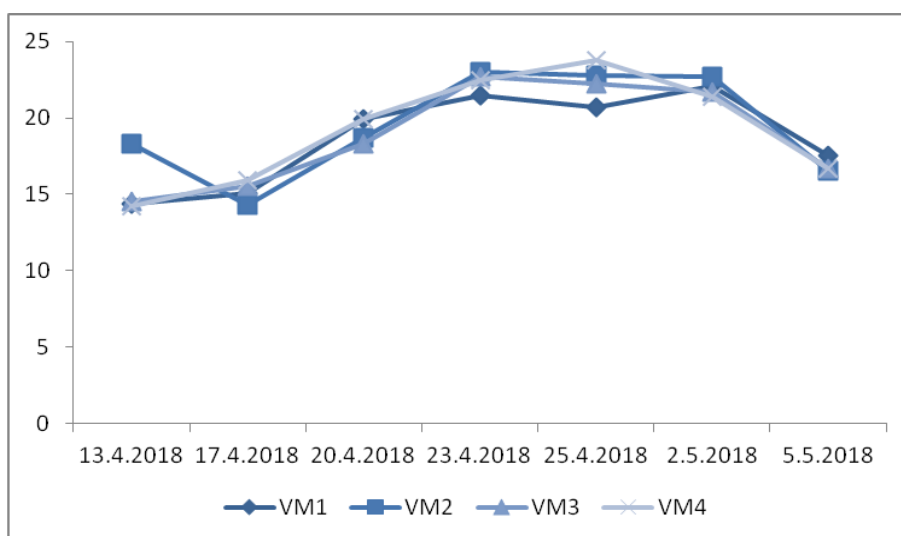
V Preglednici 2 so prikazani rezultati meritev ločeno za posamezna vzorčna mesta ter podatki za meteorološke parametre zraka z bližnje meteorološke postaje Postojna.

**Preglednica 2: Fizikalni in kemijski parametri vode za vsa štiri vzorčna mesta (VM) ter temperaturo zraka, količino padavin in hitrost vetra z meteorološke postaje Postojna (MPPO; koordinate: lon = 14.1932, lat = 45.7661, nadmorska višina = 533 m). S sivo je označen datum, ko smo potrdili prisotnost kraškega škrgonožca. Okrajšava: np - ni podatka.**

VM	parametri	11.4.2018	13.4.2018	17.4.2018	20.4.2018	23.4.2018	25.4.2018	2.5.2018	5.5.2018
VM1	temperatura vode (°C)	np	14,4	15,1	19,9	21,5	20,7	22,1	17,5
	kisik (mg/L)	np	9,96	9,27	9,11	10	10,91	13,78	16,06
	kisik (%)	np	103,5	97,1	105,1	119,9	129,3	168,5	177,6
	tlak (hPa)	np	955	961	965	959	956	951	np
	pH	np	8,08	8,07	7,81	7,91	7,88	8,01	7,74
	pH (mV)	np	-64,7	-63,7	-50	-55,9	-54,5	-61,9	-45,6
	prevodnost (µS/cm)	np	359	350	368	354	344	326	551
VM2	temperatura vode (°C)	np	18,3	14,3	18,7	23	22,8	22,7	16,5
	kisik (mg/L)	np	10,21	9,31	8,98	9,38	10,81	12,07	5,95
	kisik (%)	np	115,1	95,8	100,9	115,9	133,3	149,4	64,5
	tlak (hPa)	np	957	963	966	958	956	951	958
	pH	np	7,63	8,05	7,9	7,98	7,92	8,06	7,45
	pH (mV)	np	-39,2	-62,8	-54,9	-60,5	-56,8	-64,8	-28,7
	prevodnost (µS/cm)	np	359	353	354	350	339	291	497

VM	parametri	11.4.2018	13.4.2018	17.4.2018	20.4.2018	23.4.2018	25.4.2018	2.5.2018	5.5.2018
VM3	temperatura vode (°C)	np	14,5	15,5	18,3	22,7	22,2	21,7	16,7
	kisik (mg/L)	np	10,2	5,67	4,51	9,23	4,61	12,23	7,55
	kisik (%)	np	106,1	59,9	50,3	113,5	56,2	148,7	82,1
	tlak (hPa)	np	956	963	966	957	956	950	np
	pH	np	8,09	7,89	7,67	7,94	7,62	8,1	7,88
	pH (mV)	np	-64,8	-54,1	-41,4	-57,7	-38,9	-67,5	-53,4
	prevodnost (µS/cm)	np	361	343	351	349	363	292	249
VM4	temperatura vode (°C)	np	14,2	15,9	19,9	22,5	23,8	21,4	16,7
	kisik (mg/L)	np	9,95	10,31	12,46	11,62	13,29	13,67	3,52
	kisik (%)	np	102,8	109,7	143,6	142,3	167,1	165,2	38,4
	tlak (hPa)	np	957	963	966	957	956	950	958
	pH	np	8,1	7,81	7,86	7,94	7,99	8,08	7,44
	pH (mV)	np	-65,8	-49,1	-52,9	-57,6	-61,2	-66	-28,1
	prevodnost (µS/cm)	np	346	354	367	347	333	286	291
MPPO	temperatura zraka ob 14:00 (°C)	16,8	14,4	16,6	23,8	22,4	23	22,9	19
	povprečna temperatura (°C)	12,4	10,1	13,9	17,3	14,6	14,7	16,2	16,4
	dnevna količina padavin (mm)	1,5	29,6	8,2	0	0	0	0	11
	hitrost vetra ob 14:00 (m/s)	2,4	8,8	2,6	2,2	4	4,3	2,2	4,9

V času naše raziskave je bila najnižja izmerjena temperatura vode v Petelinjskem jezeru 14,2 °C, in sicer na dan prvega vzorčenja, 13.4.2018 na četrtem vzorčnem mestu. Najvišjo izmerjeno temperaturo vode smo zabeležili v času petega vzorčenja, ki smo ga opravili 25.4.2018, in sicer na četrtem vzorčnem mestu, ko se je temperatura vode povzpela na 23,8 °C. V zadnjem vzorčenju, 5.5.2018, ko so v jezerski kotanji ostala le še manjša posamezna jezera, je temperatura vode upadla - najnižja izmerjena temperatura je bila 16,5 °C na drugem vzorčnem mestu, najvišja pa 17,5 °C na prvem vzorčnem mestu (Slika 12).



Slika 12: Nihanje temperature vode (°C) med posameznimi vzorčnimi mesti in datumi vzorčenj.

V Preglednici 3 so podatki o meritvah fizikalnih in kemijskih parametrov v jeseni 2018 in podatki z meteorološke postaje Postojna. Ker smo v času jesenskega vzorčenja v Petelinjskem jezeru zgolj potrdili prisotnost kraškega škrgonožca, pri dejanskem vzorčenju pa ga nismo več našli, smo fizikalne in kemijske parametre vode odvzeli le na prvem vzorčnem mestu (Preglednica 3). Parametre smo zato izmerili pred in po potrditvi kraškega škrgonožca.

**Preglednica 3: Fizikalni in kemijski parametri vode za vzorčno mesto 1 (VM1) ter temperaturo zraka, količino padavin in hitrost vetra z meteorološke postaje Postojna (MPPO; koordinate: lon = 14.1932, lat = 45.7661, nadmorska višina = 533 m). S sivo je označen datum, ko smo potrdili prisotnost kraškega škrgonožca. Okrajšava: np - ni podatka.**

VM	parametri	31.10.2018	3.11.2018	7.11.2018	10.11.2018	13.11.2018	14.11.2018	17.11.2018	18.11.2018
VM1	temperatura vode (°C)	np	16,9	np	np	np	np	np	7,5
	kisik (mg/L)	np	6,55	np	np	np	np	np	9,99
	kisik (%)	np	71,2	np	np	np	np	np	88,1
	tlak (hPa)	np	964	np	np	np	np	np	960
	temperatura 2 (°C)	np	16,6	np	np	np	np	np	6,9
	pH	np	7,66	np	np	np	np	np	8,18
	pH (mV)	np	-41,1	np	np	np	np	np	-68,2
	temperatura 3 (°C)	np	15,9	np	np	np	np	np	7,2
	prevodnost (μS/cm)	np	399	np	np	np	np	np	407
MPPO	temperatura zraka ob 14:00 (°C)	14,3	15,8	14,7	11,6	11,8	13,4	6	2,7
	povprečna temperatura (°C)	8,2	13,7	11,2	10,4	11,1	9,3	3	1,4
	minimalna temperatura na 5 cm (°C)	2,8	8	6,8	6	9,5	6,1	2,7	-1,8
	dnevna količina padavin (mm)	5,8	17,3	8,7	0	0,1	1	0	0
	hitrost vetra ob 14:00 (m/s)	2,7	3	3	2,9	3	2,6	4,4	2,6

### 3.1.3 Semikvantitativno in kvalitativno vzorčenje

V preglednici 4 so zbrani podatki o prisotnosti in/ali številu ulovljenih kraških škrgonožcev glede na vzorčna mesta in datume vzorčenj.

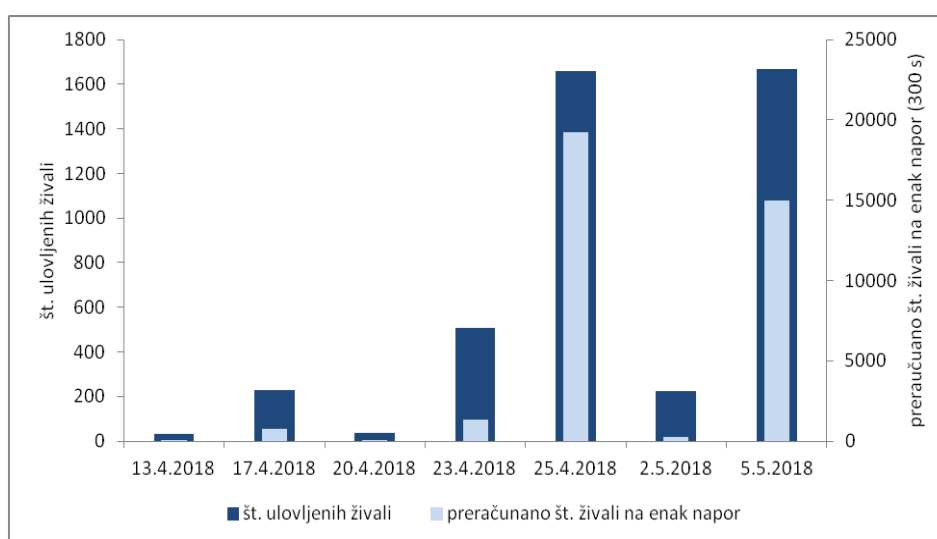
Skupno smo v sedmih uspešnih terenskih dneh spomladi 2018 ujeli 4347 kraških škrgonožcev, ki smo jih uporabili pri nadaljnjih raziskavah, spomladi 2019 pa v enem uspešnem terenskem dnevu še 32 kraških škrgonožcev, ki so nam služili zgolj kot potrditev prisotnosti v jezeru. Ker se je čas vzorčenj glede na vzorčna mesta in datume vzorčenj razlikoval, smo za boljšo primerjavo vse čase vzorčenj poenotili na 300 sekund. Poleg realnega števila ujetih kraških škrgonožcev v oklepajih prikazujemo podatke tudi za preračunana števila ujetih živali.

**Preglednica 4: Podatki o številu ulovljenih kraških škrgonožcev za vsak uspešen vzorčni dan v letih 2018 in 2019. Pri vsakem VM je v prvi vrstici prikazan dejanski čas vzorčenja v sekundah, v drugi vrstici pa je naprej podano dejansko število ujetih škrgonožcev, v oklepajih pa so preračunane gostote na 300 sekund. Kadar smo uspeli le preveriti prisotnost živali, je to označeno s plusom (+).**

VM	11.4. 2018	13.4.2018	17.4.2018	20.4.2018	23.4.2018	25.4.2018	2.5.2018	5.5.2018	13.11. 2018	10.6. 2019	18.6.2019
VM1 - pot	+	300	90	180	180	180	240	20	+	+	300
VM1 - pot	+	3 (3)	180 (600)	3 (5)	26 (43)	10 (17)	1 (1)	0 (0)	+	+	32 (32)
VM1 - travnik	np	300	90	180	180	180	240	20	np	np	np
VM1 - travnik	np	3 (3)	33 (110)	2 (3)	9 (15)	6 (10)	26 (33)	564 (8460)	np	np	np
VM2	np	300	90	180	180	90	240	20	np	np	np
VM2	np	1 (1)	6 (20)	0 (0)	170 (283)	383 (1277)	47 (59)	258 (3870)	np	np	np
VM3	np	300	90	180	180	20	240	20	np	np	np
VM3	np	1 (1)	2 (7)	3 (5)	14 (23)	1185 (17775)	103 (129)	102 (1530)	np	np	np
VM4	np	300	90	180	90	180	240	20	np	np	np
VM4	np	24 (24)	6 (20)	28 (47)	287 (957)	73 (122)	46 (58)	742 (1130)	np	np	np
VSOTA	+	32 (32)	227 (757)	36 (60)	506 (1321)	1657 (19201)	223 (280)	1666 (14990)	+	+	32 (32)

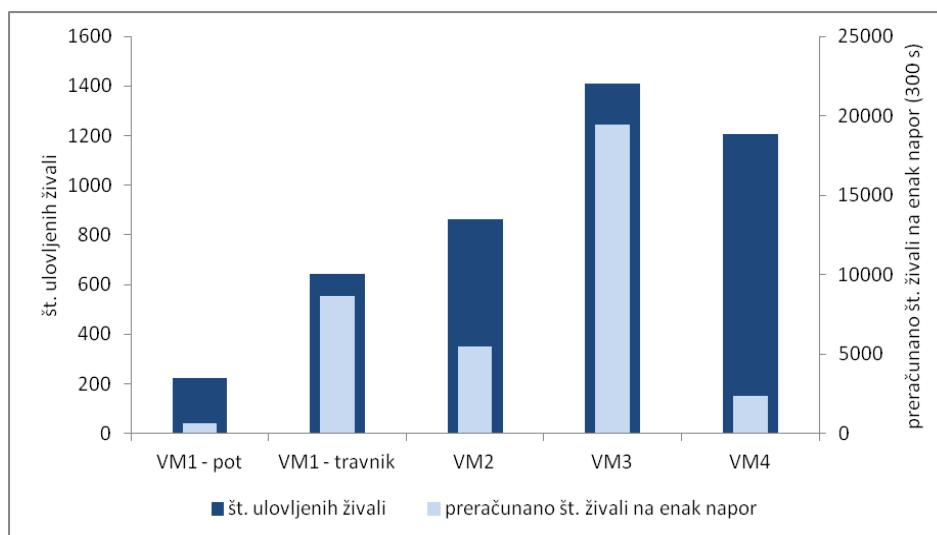
Spomladi leta 2018 se je gostota škrgonožcev z zaporednimi vzorčenji načeloma povečevala, hkrati pa se je površina jezera manjšala.

Glede na datume vzorčenj smo 13.4.2018 ujeli 32 (32) živali, 17.4.2018 smo jih ujeli 227 (757), 20.4.2018 smo ujeli 36 (60) živali, 23.4.2018 smo ujeli 506 (1321) živali, 25.4.2018 smo jih ujeli 1657 (19201), 2.5.2018 smo jih ujeli 223 (280), 5.5.2018 pa 1666 (14990) (Slika 13).



**Slika 13: Število ulovljenih živali glede na datume vzorčenj.**

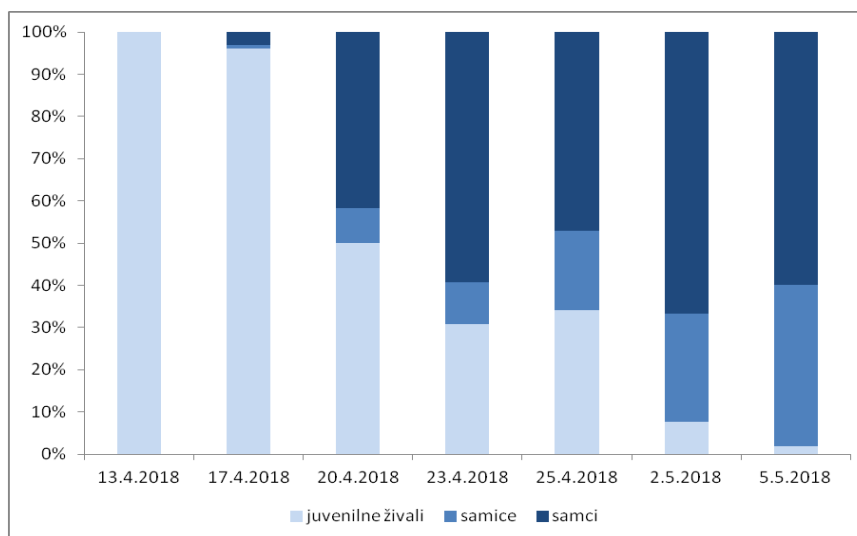
Glede na vzorčna mesta smo na prvem vzorčnem mestu - mikrohabitatu pot v vseh vzorčenjih spomladi 2018 ujeli 223 (preračunano na enak napor vzorčenja: 669) živali, na mikrolokaciji travnik pa smo skupno ujeli 643 (8634) živali. Na drugem vzorčnem mestu smo skupaj ujeli 865 (5510) živali, na tretjem vzorčnem mestu 1410 (19470) živali, na četrtem vzorčnem mestu pa 1206 (2358) živali (Slika 14).



**Slika 14: Število ulovljenih živali glede na vzorčna mesta.**

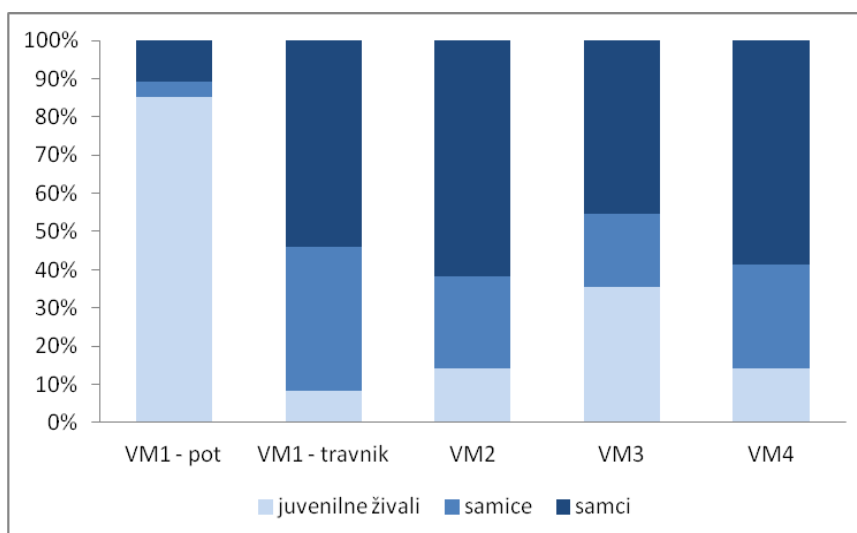
V naslednjih primerih navedba preračunanih podatkov ni smiselna, zato poleg realnih podatkov v oklepajih navajamo odstotke.

Iz zbranih podatkov o ulovljenih živalih po datumih vzorčenj lahko razberemo naslednje: V prvem vzorčenju, ki smo ga opravili 13.4.2018, smo na vseh vzorčnih mestih skupaj ujeli samo juvenilne živali, in sicer 32 (100 %). Na dan drugega vzorčenja, 17.4.2018, smo skupno ujeli 218 (96 %) juvenilnih živali in 9 (4 %) odraslih živali (2 (0,9 %) samici in 7 (3,1 %) samcev). V času tretjega vzorčenja, 20.4.2018, smo ujeli 18 (50 %) juvenilnih živali in 18 (50 %) odraslih živali (3 (8,3 %) samice in 15 (41,7 %) samcev). S četrtem vzorčenjem, ki je potekalo 23.4.2018, smo skupno ujeli 156 (30,8 %) juvenilnih živali in 350 (69,2 %) odraslih živali (50 (9,9 %) samic in 300 (59,3 %) samcev). Peto vzorčenje smo izvedli 25.4.2018. Na vseh vzorčnih mestih skupaj smo ujeli 565 (34,1 %) juvenilnih živali in 1092 (65,9 %) odraslih živali (312 (18,8 %) samic in 780 (47,1 %) samcev). Na dan šestega vzorčenja, 2.5.2018, smo skupno ujeli 17 (7,6 %) juvenilnih živali in 2016 (92,4 %) odraslih živali (57 (25,6 %) samic in 149 (66,8 %) samcev). V zadnjem vzorčenju, ki smo ga opravili 5.5.2018, pa smo ujeli 31 (1,8 %) juvenilnih živali in 1635 (98,2 %) odraslih živali (636 (38,2 %) samic in 999 (60 %) samcev) (Slika 15).



**Slika 15: Razmerje med juvenilnimi živalmi, odraslimi samicami in odraslimi samci glede na datume vzorčenj.**

Glede na spolno strukturo in na naša vzorčna mesta smo na prvem vzorčnem mestu - mikrolokaciji pot smo skupno ujeli 190 (85,2 %) juvenilnih živali, 9 (4,0 %) samic in 24 (10,8 %) samcev, na mikrolokaciji travnik pa 53 (8,3 %) juvenilnih živali, 242 (37,6 %) samic in 348 (54,1 %) samcev. Na drugem vzorčnem mestu smo skupno ujeli 122 (14,1 %) juvenilnih živali, 209 (24,2 %) samic in 534 (61,7 %) samcev. Na tretjem vzorčnem mestu smo v vseh vzorčenjih skupaj ujeli 502 (35,6 %) juvenilnih živali, 270 (19,1 %) samic in 638 (45,3 %) samcev, na četrtem vzorčnem mestu pa 170 (14,1 %) juvenilnih živali, 330 (27,4 %) samic in 706 (58,5 %) samcev (Slika 16).



**Slika 16: Razmerje med juvenilnimi živalmi, odraslimi samicami in odraslimi samci glede na vzorčna mesta.**

## 3.2 LABORATORIJSKO DELO

### 3.2.1 Določanje spola in razmerja med juvenilnimi živalmi ter odraslimi samicami in samci

Od ujetih 4347 škrgonožcev je bilo 1037 juvenilnih živali (23,8 %), 1060 odraslih samic (24,4 %) in 2250 odraslih samcev (51,8 %). Preglednica 5 prikazuje razmerje med juvenilnimi živalmi, samicami in samci glede na vzorčna mesta in datume vzorčenja.

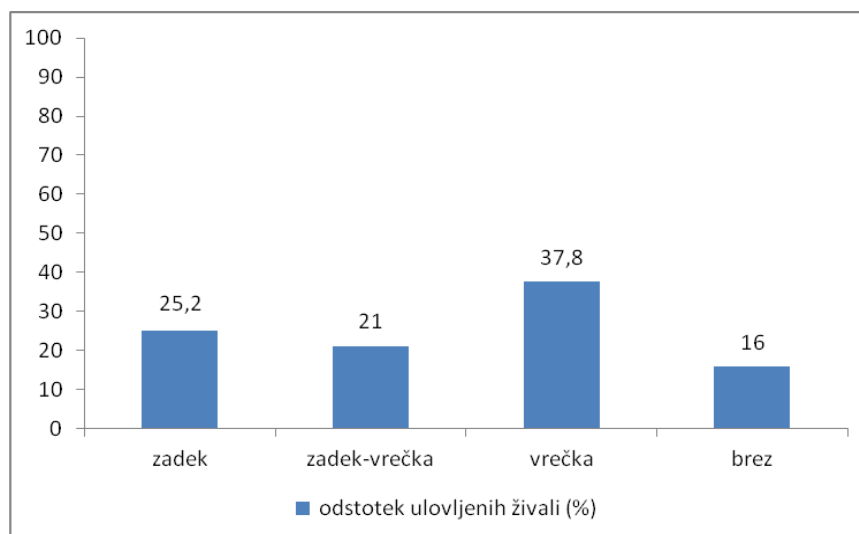
**Preglednica 5: Razmerje med juvenilnimi živalmi, odraslimi samicami in odraslimi samci glede na vzorčna mesta in datume vzorčenja (juv/sf/sm).**

VM	13.4.2018	17.4.2018	20.4.2018	23.4.2018	25.4.2018	2.5.2018	5.5.2018
VM1 - pot	3/0/0	172/1/7	3/0/0	8/4/14	4/3/3	0/1/0	0/0/0
VM1 - travnik	3/0/0	33/0/0	1/1/0	3/2/4	2/0/4	0/9/17	11/230/323
VM2	1/0/0	5/1/0	0/0/0	45/13/112	66/83/234	3/5/39	2/107/149
VM3	1/0/0	2/0/0	1/1/1	6/4/4	481/215/489	10/24/69	1/26/75
VM4	24/0/0	6/0/0	13/1/14	94/27/166	12/11/50	4/18/24	17/273/452

Od 1060 odraslih samic jih je 267 (25,2 %) jajčeca nosilo v zadku, 223 (21,0 %) v zadku in vrečki, 401 (37,8 %) v vrečki, 169 (16,0 %) pa jih je bilo brez jajčec. V Preglednici 6 so zbrani podatki o lokaciji nošnje jajčec pri odraslih samicah glede na vzorčna mesta in datume vzorčenja. Isti podatki za vsa vzorčna mesta in datume vzorčenja skupaj so prikazani tudi na Sliki 17.

**Preglednica 6: Podatki o lokaciji nošnje jajčec pri odraslih samicah glede na vzorčna mesta in datume vzorčenja (z/z-v/v/b).**

VM	13.4.2018	17.4.2018	20.4.2018	23.4.2018	25.4.2018	2.5.2018	5.5.2018
VM1 - pot	0/0/0/0	1/0/0/0	0/0/0/0	3/1/0/0	3/0/0/0	1/0/0/0	0/0/0/0
VM1 - travnik	0/0/0/0	0/0/0/0	0/1/0/0	0/0/0/2	0/0/0/0	3/4/2/0	36/44/81/69
VM2	0/0/0/0	1/0/0/0	0/0/0/0	4/4/5/0	41/21/17/4	1/1/3/0	12/11/50/34
VM3	0/0/0/0	0/0/0/0	0/1/0/0	0/2/2/0	95/16/97/7	7/12/5/0	1/5/15/5
VM4	0/0/0/0	0/0/0/0	1/0/0/0	13/13/1/0	6/3/2/0	7/7/4/0	31/77/117/48



Slika 17: Podatki o poziciji nošenja jajčec pri odraslih samicah na vseh vzorčnih mestih in datumih vzorčenj skupaj.

### 3.2.2 Okoljski parametri v povezavi z abundanco ter spolno in starostno strukturo ulovljenih kraških škrgonožcev

Da bi preverili ali obstaja kakšna povezava med okoljskimi parametri in abundanco ter spolno in/ali starostno strukturo ulovljenih živali, smo skupaj zbrali podatke o okoljskih parametrih vode in zraka ter številu ulovljenih živali in njihovi spolni strukturi (Preglednica 7).

Preglednica 7: Okoljski parametri v povezavi z abundanco ter spolno in starostno strukturo ulovljenih kraških škrgonožcev. Vrednosti okoljskih parametrov so podane v povprečnih vrednostih vseh vzorčnih mest.

	parametri	13.4.2018	17.4.2018	20.4.2018	23.4.2018	25.4.2018	2.5.2018	5.5.2018
VM1+2+3+4	temperatura vode (°C)	15,4	15,2	19,2	22,4	22,4	22	16,9
	kisik (mg/L)	10,08	8,6	8,8	10,1	9,9	12,9	8,3
	kisik (%)	106,9	90,6	100	122,9	121,4	158	90,7
	tlak (hPa)	956,3	962,5	965,8	957,8	956	950,5	958
	pH	8	8	7,8	7,9	7,9	8,1	7,6
	pH (mV)	-58,6	-57,4	-49,8	-57,9	-52,9	-65,1	-39
	prevodnost (μS/cm)	356,3	350	360	350	344,8	298,8	397
MPPO	temperatura zraka ob 14:00 (°C)	14,4	16,6	23,8	22,4	23	22,9	19
	povprečna temperatura (°C)	10,1	13,9	17,3	14,6	14,7	16,2	16,4
	dnevna količina padavin (mm)	29,6	8,2	0	0	0	0	11
št. živali	realno št.	32	227	36	506	1657	223	1666
	preračunano št.	32	757	60	1321	19201	280	14990
spol	juvenilne živali	32	218	18	156	565	17	31



parametri	13.4.2018	17.4.2018	20.4.2018	23.4.2018	25.4.2018	2.5.2018	5.5.2018
odrasle samice	0	2	3	50	312	57	636
odrasli samci	0	7	15	300	780	149	999

Na dan drugega vzorčenja, 17.4.2018, smo izmerili najnižjo povprečno temperaturo vode, in sicer 15,2 °C. Skupno smo ujeli 227 živali, od tega 96 % juvenilnih živali, 0,9 % odraslih samic in 3,1 % odraslih samcev. Najvišjo povprečno temperaturo smo izmerili dvakrat - v četrtem in petem vzorčnem dnevu: 23.4.2018 smo ujeli 506 kraških škrgonožcev, od tega 30,8 % juvenilnih živali, 9,9 % odraslih samic in 59,3 % odraslih samcev, 25.4.2018 pa 1657 živali, od tega 34,1 % juvenilnih, 18,8 % odraslih samic in 47,1 % odraslih samcev.

Ko smo izmerili najnižjo povprečno vsebnost kisika v vodi, 8,3 mg/L, smo ujeli 1666 živali, od tega 1,8 % juvenilnih, 38,2 % odraslih samic in 60 % odraslih samcev, ko pa smo izmerili najvišjo povprečno vsebnost kisika v vodi, 12,9 mg/L, smo ujeli 223 živali, od tega 7,6 % juvenilnih, 25,6 % odraslih samic in 66,8 % odraslih samcev.

Najnižji povprečni tlak smo izmerili 2.5.2018, in sicer 950,5 hPa. Ta dan smo ujeli 223 kraških škrgonožcev, od tega 7,6 % juvenilnih, 25,6 % odraslih samic in 66,8 % odraslih samcev. Najvišji povprečni tlak pa smo izmerili 20.4.2018, in sicer 965,8 hPa. Ujeli smo 36 živali, od tega 50 % juvenilnih, 8,3 % odraslih samic in 41,7 % odraslih samcev.

Ko je bil povprečen pH vode najnižji (7,6), smo ujeli 1666 kraških škrgonožcev, od tega 1,8 % juvenilnih živali, 38,2 % odraslih samic in 60 % odraslih samcev, ko pa je bil povprečen pH vode najvišji (8,1), smo ujeli 223 kraških škrgonožcev, od tega 7,6 % juvenilnih živali, 25,6 % odraslih samic in 66,8 % odraslih samcev.

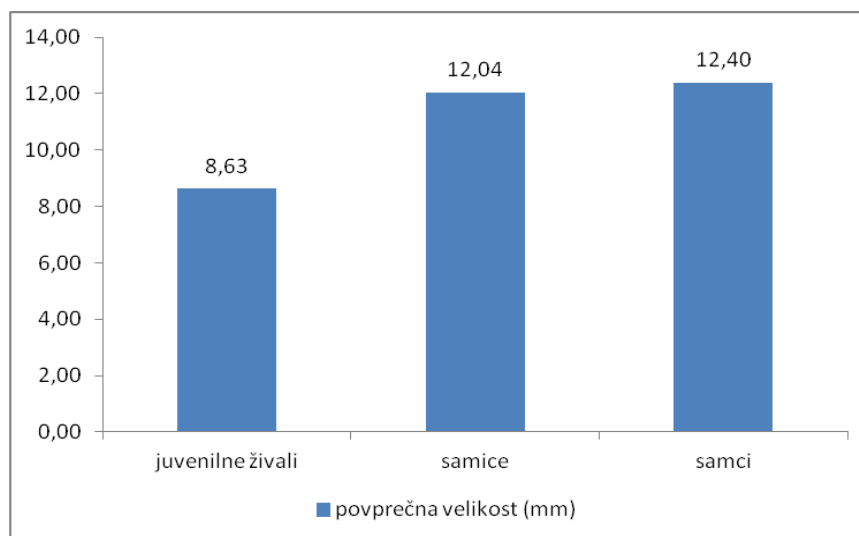
Najnižjo povprečno prevodnost smo izmerili 2.5.2018 - 298,8 µS/cm. Takrat smo ujeli 223 živali, od tega 7,6 % juvenilnih, 25,6 % odraslih samic in 66,8 % odraslih samcev, najvišjo povprečno prevodnost pa smo izmerili 5.5.2019 - 397 µS/cm. Ujeli smo 1666 živali, od tega 1,8 % juvenilnih, 38,2 % odraslih samic in 60 % odraslih samcev.

13.4.2018 so na meterološki postaji Postojna ob 14. uri izmerili 14,4 °C. Takrat smo ujeli 32 kraških škrgonožcev, od tega samo juvenilne živali (100 %), 20.4.2018 pa so ob 14. uri izmerili 23,8 °C. Na ta dan smo ujeli 36 kraških škrgonožcev, od tega 50 % juvenilnih živali, 8,3 % odraslih samic in 41,7 % odraslih samcev.

Na dan, ko je padlo največ padavin (29,6 mm), smo ujeli 32 živali, vse juvenilne, v dneh, ko ni zapadlo nič dežja (0 mm), pa smo ujeli od 36 do 1657 kraških škrgonožcev v različnih razmerjih.

### 3.2.3 Morfometrija

Skupno smo izmerili 300 živali: 100 juvenilnih, 100 odraslih samic in 100 odraslih samcev. Povprečna velikost juvenilnih živali od glave do furke (CF) je znašala 8,63 mm (6,15 mm - CT, 2,48 mm - AD), povprečna velikost samic od glave do furke (CF) 12,04 mm (8,45 mm - CT, 3,59 mm AD), povprečna velikost samcev od glave do furke (CF) pa 12,40 mm (8,32 mm - CT, 4,08 mm - AD). Rezultati so prikazani na Sliki 18.



Slika 18: Povprečna velikost (mm) juvenilnih živali, samic in samcev.

Najmanjša izmerjena velikost CF pri juvenilnih živalih je bila 3,26 mm (2,75 mm - CT, 0,51 mm - AD), največja izmerjena velikost CF pri samicah je bila 15,29 mm (10,32 mm - CT, 4,97 mm - AD), pri samcih pa 17,01 mm (11,21 mm - CT, 5,80 mm - AD).

Meritve vseh 300 živali (100 juvenilnih, 100 samic in 100 samcev) so zbrane v Prilogi A.

### 3.3 PCA

Naredili smo dve PCA analizi za okoljske spremenljivke - pri prvi smo pojasnjevalno spremenljivko pustili tako kot je, v drugi pa smo jo pred analizo spremenili v range.

#### 3.3.1 PCA 1

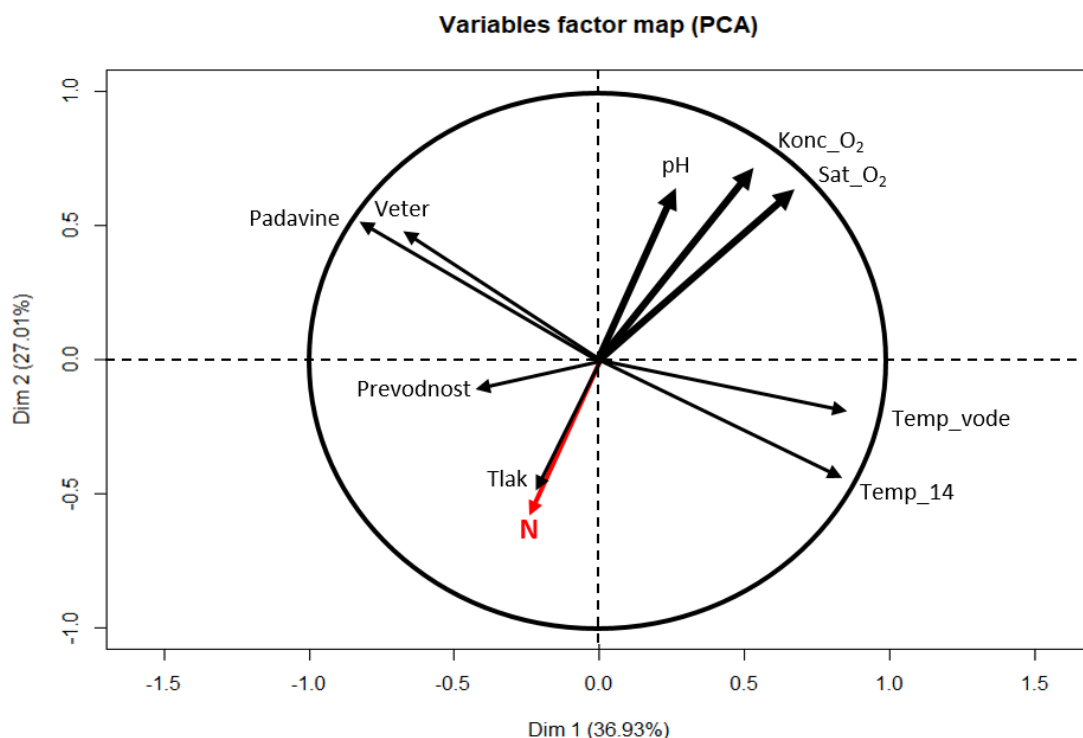
V PCA analizi z vključenimi devetimi neodvisnimi in eno pojasnjevalno spremenljivko 10 osi pojasni celotno varianco, od tega pri dve osi skupaj pojasnita 63,9 % celotne variance podatkov (Preglednica 8). Le tri okoljske spremenljivke imajo močno korelacijo z gostoto živali, povišanje njihovih vrednosti (pH ter koncentracija in nasičenost vode s kisikom) pa negativno vpliva na gostoto živali (Preglednica 9, Slika 19).

**Preglednica 8: Odstotki in kumulativni odstotki pojasnjene variance vzdolž prvih petih glavnih komponent (PC) v Analizi primarnih komponent (PCA).**

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Odstotek pojasnjene variance	36,9	27,0	14,5	10,2	4,6
Kumulativni odstotek pojasnjene variance	36,9	63,9	78,4	88,6	93,2

**Preglednica 9: Prispevki okoljskih spremenljivk k pojasnjevanju variance vzdolž prvih petih primarnih komponent (PC). Gostota živali je bila uporabljena kot pojasnjevalna spremenljivka. Prikazana je moč korelacije vsake okoljske spremenljivke s pojasnjevalno spremenljivko (Pearsonov korelacijski koeficient, vrednosti  $r > |0.2|$  so označene s krepkim tiskom).**

Parameter	Enota	Oznaka	r	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Temperatura zraka ob 14h	°C	Temp_14	0.081	0.436	-0.275	0.070	-0.053	0.272
Padavine	mm	Padavine	-0.020	-0.431	0.316	0.052	0.075	0.133
Veter	m/s	Veter	0.069	-0.354	0.293	0.261	0.072	0.630
Temperatura vode	°C	Temp_vode	0.080	0.443	-0.113	0.214	0.068	0.534
Koncentracija kisika v vodi	mg/l	Konc_O2	<b>-0.327</b>	0.282	0.444	0.135	-0.304	-0.204
Nasičenost vode s kisikom	%	Sat_O2	<b>-0.320</b>	0.355	0.390	0.160	-0.239	-0.080
Zračni pritisk	hPa	Tlak	-0.153	-0.124	-0.353	-0.517	-0.320	0.139
pH	pH	pH	<b>-0.417</b>	0.136	0.402	-0.413	0.180	-0.084
Električna prevodnost vode	µS/cm	Prevodnost	0.153	-0.223	-0.066	0.210	-0.809	0.021
Gostota živali	Nm <sup>-2</sup>	N		-0.112	-0.294	0.595	0.210	-0.389



**Slika 19: Projekcija vektorjev devetih okoljskih spremenljivk in pojasnjevalne spremenljivke vzdolž prvih dveh osi v analizi glavnih komponent (PCA). Vektorji, ki so označeni z debelejšo črto, imajo visoko korelacijo s pojasnjevalno spremenljivko ( $r > |0.3|$ ).**

### 3.3.2 PCA 2

V ponovitvi PCA analize, kjer smo pojasnjevalno spremenljivko pred analizo spremenili v range, prav tako 10 osi pojasni celotno varianco, od tega prvi dve osi skupaj pojasnita 63,0

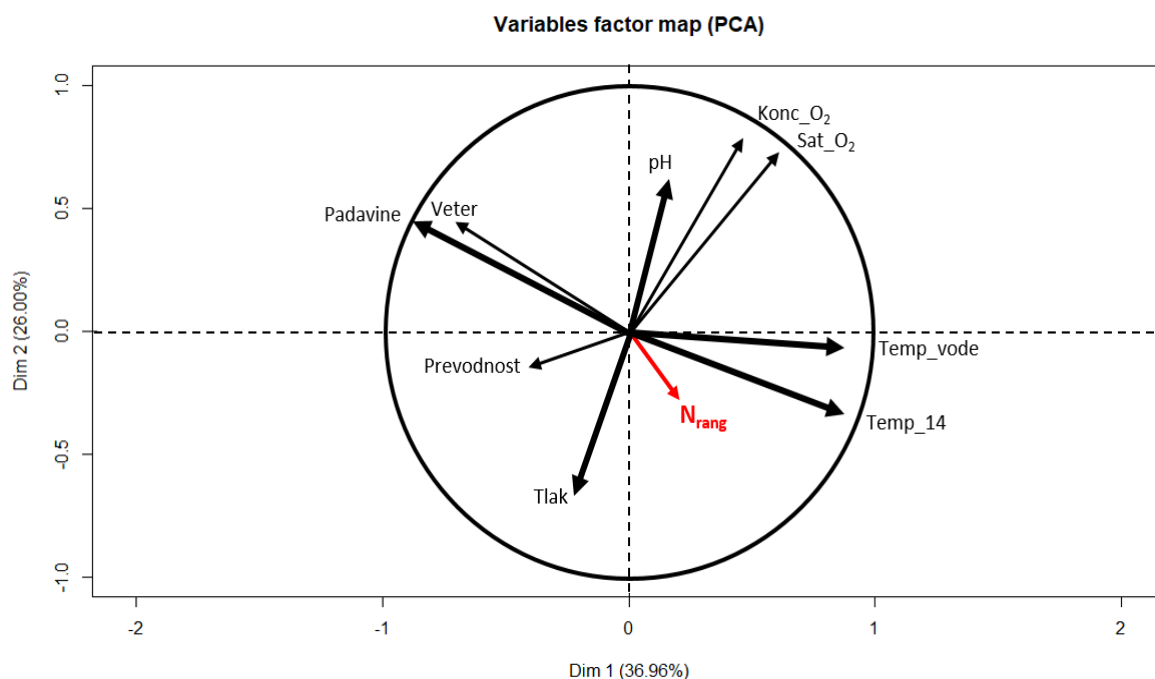
% celotne variance podatkov (Preglednica 10). Okoljske spremenljivke z visoko korelacijo z rangirano vrednostjo gostote živali (Preglednica 11, Slika 20), ki najbolj vplivajo na pojasnjevalno spremenljivko, so: temperatura zraka in vode, ki na gostoto vplivata pozitivno, ter pH, zračni pritisk in padavine, ki na gostoto vplivajo negativno.

**Preglednica 10: Odstotki in kumulativni odstotki pojasnjene variance vzdolž prvih petih glavnih komponent (PC) v Analizi primarnih komponent (PCA).**

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Odstotek pojasnjene variance	37.0	26.0	12.9	10.3	6.9
Kumulativni odstotek pojasnjene variance	37.0	63.0	75.9	86.2	93.2

**Preglednica 11: Prispevki okoljskih spremenljivk k pojasnjevanju variance vzdolž prvih petih primarnih komponent (PC). Gostota živali (rangirane vrednosti) je bila uporabljena kot pojasnjevalna spremenljivka. Prikazana je moč korelacije vsake okoljske spremenljivke s pojasnjevalno spremenljivko (Pearsonov korelacijski koeficient, vrednosti  $r > |0.2|$  so označene s krepkim tiskom).**

Parameter	Enota	Oznaka	r	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Temperatura zraka ob 14h	°C	Temp_14	<b>0.362</b>	0.457	-0.214	0.004	0.107	0.227
Padavine	mm	Padavine	<b>-0.217</b>	-0.456	0.273	0.044	-0.066	0.119
Veter	m/s	Veter	-0.133	-0.370	0.275	0.235	-0.041	0.393
Temperatura vode	°C	Temp_vode	<b>0.362</b>	0.457	-0.040	0.139	-0.015	0.354
Koncentracija kisika v vodi	mg/l	Konc_O2	-0.017	0.240	0.494	0.035	0.323	-0.118
Nasičenost vode s kisikom	%	Sat_O2	-0.084	0.319	0.450	0.056	0.265	-0.035
Zračni pritisk	hPa	Tlak	<b>-0.286</b>	-0.117	-0.414	-0.461	0.319	0.174
pH	pH	pH	<b>-0.379</b>	0.086	0.381	-0.416	-0.238	-0.508
Električna prevodnost vode	µS/cm	Prevodnost	0.019	-0.210	-0.091	0.358	0.725	-0.272
Gostota živali	rang	Nrang		-0.113	-0.177	0.367	-0.350	-0.527



**Slika 20: Projekcija vektorjev devetih okoljskih spremenljivk in pojasnjevalne spremenljivke vzdolž prvih dveh osi v Analizi glavnih komponent (PCA). Vektorji, ki so označeni z debelejšo črto, imajo visoko korelacijo s pojasnjevalno spremenljivko ( $r > |0.2|$ ).**

## 4 DISKUSIJA

Naše zastavljene hipoteze so bile:

- (1) Kraški škrgonožec izkazuje r-življenjsko strategijo, zato pričakujemo nenaden pojav in hitro povečanje populacije.**
- (2) Abundanca (gostota) živali se med mikrohabitanimi tipi (pot, travnik) ne razlikuje značilno.**
- (3) Spolna struktura nakazuje na uravnoteženo razmerje (1:1) med spoloma.**
- (4) Mlade živali v določenem (prvem) delu sezone prevladujejo.**
- (5) Abundanca ter spolna in starostna struktura se glede na okoljske parametre (znotraj in med pomladno in jesensko sezono) razlikujejo.**

Z vzorčenji in zbiranjem fizikalnih in kemijskih parametrov vode in zraka smo prišli do naslednjih ugotovitev:

V času od 13.4.2018, ko so se v jezeru začeli pojavljati kraški škrgonožci, pa do 5.5.2018, ko je voda v jezeru presahnila, smo skupno ujeli 4347 kraških škrgonožcev kar nakazuje, da se kraški škrgonožci v jezeru ob primernih razmerah pojavljajo v velikem številu.

V času prvega vzorčenja, 13.4.2018, smo na vseh vzorčnih mestih skupaj ujeli zgolj 32 kraških škrgonožcev. Število je v času drugega vzorčenja, to je 17.4.2018 naraslo na 227, vendar je v času tretjega vzorčenja 20.4.2018 padlo nazaj na 36. Za to, da smo ujeli tako malo živali, so najverjetneje krive razmere na jezeru. Na dan tretjega vzorčenja je bila namreč voda v jezeru močno razburkana, posledično je bilo v vodi tudi veliko dvignjenega substrata. Že pri naslednjem vzorčenju, ki smo ga opravili 23.4.2018, se je število zvišalo - ujeli smo 506 živali. Število ujetih kraških škrgonožcev pri petem vzorčenju, 25.4.2018, je bilo 1657. Največ, kar 1185, smo jih ujeli na tretjem vzorčnem mestu. Razlog za tako veliko število je verjetno to, da se je v času našega petega vzorčenja na tretjem vzorčnem mestu vzorčna točka ločila od preostalega jezera. Nastalo je manjše jezerce, v katerem je ostalo ujetih zelo veliko kraških škrgonožcev. Pojav razdelitve jezera na večje in manjše ostanke prikazuje Slika 11. V času šestega vzorčenja, 2.5.2018, se je število ujetih živali zopet zmanjšalo, ujeli smo jih 223. Razloga za to nismo našli. Pri našem zadnjem, sedmem vzorčenju, ki smo ga opravili 5.5.2018, pa se je število ujetih živali ponovno povečalo. Ujeli smo jih 1666. Razlog za tako veliko število je najbrž enak razlogu za povečano število ujetih kraških škrgonožcev na dan 25.4.2018. V času našega zadnjega vzorčenja je gladina vode v jezeru namreč že toliko usahnila, da jezero ni bilo več enotno, pač pa se je po celotni jezerski kotanji nahajalo več manjših kotanj, napolnjenih z vodo. Ker se je jezero iz enotnega jezera spremenilo v več manjših, se je v le-teh število kraških

škrgonožcev močno skoncentriralo. Za vzorčenje nismo izbrali največjih, pač pa tista, ki so se nahajala najbližje naši liniji vzorčnih mest.

Kljub temu, da je številčnost ujetih kraških škrgonožcev zaradi neznanih razmer, ki so nastale 2.5.2018, odstopala od pričakovanega stalnega povečanja gostote, lahko zaključimo, da se je gosotota živali na splošno s časom in zmanjševanjem vodnega volumna povečala. **S tem smo potrdili prvo hipotezo, da kraški škrgonožec izkazuje r-življenjsko strategijo, zato pričakujemo nenaden pojav in hitro povečanje populacije.**

Da bi ugotovili, kateri habitatni tip je za preživetje kraškega škrgonožca bolj ustrezen, smo si izbrali dva različna habitatna tipa - pot in travnik. Po grobem pregledu podatkov lahko opazimo, da razlika med habitatnima tipoma obstaja. Podatkov o številu ulovov kraških škrgonožcev na prvem vzorčnem mestu sicer ni smiselno primerjati s podatki o številu ulovov na ostalih treh vzorčnih mestih, saj so bila le-ta preveč oddaljena, ker pa smo prvo vzorčno mesto razdelili na dve mikrolokaciji in sta se le-ti nahajali neposredno ena zraven druge, za podajanje razlage med obema tipoma mikrolokacij podajamo le podatke s tega vzorčnega mesta. Na poplavljeni poti smo v celotnem času vzorčenj ujeli najmanj živali kraškega škrgonožca, to je 223 živali (preračunano na enotno število 300 sekund: 669 živali), medtem ko smo na poplavljenem travniku ob poti v vseh vzorčenjih skupaj ujeli 643 živali (preračunano na enotno število 300 sekund: 8634 živali). Iz tega lahko zaključimo, da se je na travniku zadrževalo skoraj trikrat (preračunano na enotno število 300 sekund: trinajstkrat) več kraških škrgonožcev kot na poti. Morebiten razlog za tako razliko se lahko skriva v tem, da so kraški škrgonožci na travniku manj opazni in manj izpostavljeni plenilcem kot na poti, saj jim travnik nudi več možnosti skrivališč. **Tako smo zavrgli drugo hipotezo, ki pravi, da se abundanca (gostota) živali med mikrohabitatnimi tipi (pot, travnik) ne razlikuje očitno.**

Od skupno 4347 kraških škrgonožcev jih je bilo 1037 juvenilnih živali, 1060 odraslih samic in 2250 odraslih samcev kar pomeni, da smo ujeli približno enkrat več samcev kot samic. Ugotovili smo, da v populaciji prevladujejo samci (51,8 % samcev in 24,4 % samic). To potrjujemo tudi z ugotovitvijo, da se razmerje med samicami in samci med posameznimi vzorčnimi mesti ni bistveno spreminjalo in so samci očitno prevladovali nad samicami. Preverili smo tudi, če obstajajo razlike v spolni strukturi glede na datume vzorčenj. Če izvzamemo prvo vzorčenje, v katerem smo ujeli samo juvenilne živali, so sicer ves čas prevladovali samci, vendar se je razmerje med samicami in samci z vsakim nadaljnjim datumom vzorčenj počasi spreminjalo v korist samic. Ta rezultat nakazuje, da se samci verjetno iz jajčec razvijejo prej (protandrija) in čakajo na samice, da jih lahko nemudoma oplodijo (Carpenter 1978). **Tako smo ovrgli tretjo hipotezo, da spolna**

**struktura nakazuje na uravnoteženo razmerje (1:1) med spoloma**, saj so samci nad samicami prevladovali tako glede na vzorčna mesta kot tudi datume vzorčenj.

Morebiten razlog za to, da so v populaciji samci prevladovali nad samicami, sta v svojih raziskavah na kraških škrgonožcih podala Simčič in Brancelj (2000). Prišla sta do zaključka, da je za hitrost razvoja obeh spolov ključna temperatura vode. V njuni raziskavi so v začetku vzorčenj, ki sta jih opravila spomladi leta 1999, močno prevladovali samci (predstavljali so kar 75 % populacije). Takrat je temperatura vode merila med 10 in 15 °C. Proti koncu sezone, ko se je gladina vode v jezeru vedno bolj nižala in so v jezerski kotanji ostala samo še posamezna manjša jezercica, so v le-teh začele prevladovati samice (predstavljale so 63 % populacije). Temperatura vode v posameznih jezercih je znašala med 23 in 25 °C. Temperatura vode je v pomladni sezoni 2018 močno nihala in se s tem razlikovala od časovnega vzorca temperature vode, ki sta jo leta 1999 izmerila Simčič in Brancelj. Voda v jezeru je sredi spomladanske sezone 2018 dosegla največ 23,8 °C, vendar takrat samice še vedno niso prevladovale nad samci. A glede na to, da se je razmerje med spoloma počasi spreminjalo, vendarle obstaja možnost, da bi z zvišanjem temperature vode tudi v našem primeru prišlo do situacije, ko bi v populaciji samice začele prevladovati nad samci. Razlog, da so v našem primeru samci prevladovali nad samicami, lahko iščemo tudi v tem, da so samice, ki nosijo jajčeca, vsekakor nekoliko počasnejše in lažja tarča za plenilce kot samci. Do tega sklepa so sicer prišli raziskovalci pri nesorodni vrsti raka *Palaemonetes antennarius*, vendar je možen tudi v našem primeru (Sanz Brau 1986, Souza in Fontoura 1993, cit. po Felix in Petriella 2003).

Poleg spolnega razmerja smo preverjali tudi razmerje med juvenilnimi in odraslimi živalmi. Izkazalo se je, da je delež mladih živali tekom sezone upadal. Verjeten razlog za to je staranje populacije - v začetku sezone so bile v populaciji prisotne samo juvenilne živali, na koncu pa večinoma odrasle (juvenilne živali so dozorele ali pa se sploh niso razvile, saj so na ugodnejše razmere počakale v obliki jajčec). **Tako smo potrdili četrto hipotezo, da mlade živali v določenem (prvem) delu sezone prevladujejo.**

Zanimalo nas je tudi, če obstajajo razlike v abundanci ter spolni in starostni strukturi glede na okoljske parametre. Znotraj spomladanske sezone 2018 smo ugotovili sledeče: Tako pri različni temperaturi vode, vsebnosti kisika, tlaku, pH in prevodnosti, kot tudi pri temperaturi zraka in količini padavin smo ujeli različna števila kraških škrgonožcev, v različni spolni in starostni strukturi. Preveriti smo želeli tudi razlike med pomladno in jesensko sezono, ker pa zaradi neugodnih vremenskih razmer v jeseni 2018 nismo ujeli nobenega škrgonožca, primerjava med pomladno in jesensko sezono ni bila mogoča. **S tem smo potrdili del šeste hipoteze, da se abundanca ter spolna in starostna struktura glede na okoljske parametre znotraj pomladne sezone razlikujejo.**

Iz naših rezultatov je razvidno tudi, da se je hkrati s spreminjanjem starostne in spolne strukture postopoma povečevala tudi gostota živali, kar se ravno tako ujema z zvišanjem temperature (vode in zraka) v naši analizi glavnih komponent (PCA 2), kjer smo kljub visoki variabilnosti za večino meritev zaznali še, da na gostoto živali pH, zračni pritisk ter padavine verjetno vplivajo negativno. Negativno korelacijo med pH in gostoto živali smo zaznali tudi v PCA 1, ki nakazuje tudi na pozitivno povezavo med zvišanjem gostote živali in zmanjšanjem količine in koncentracije raztopljenega kisika. To pomeni, da smo proti koncu sezone spomladi 2018 v manjših in toplejših ostankih jezera z nižanim pH in manjšo vsebnostjo kisika ter ob redkejšem pojavu padavin (a nekoliko nižjem zračnem tlaku) zaznali nekoliko večje gostote živali. Ni nujno, da so vse te povezave tudi vzorčno-posledične, vendar nakazujejo na to, da se verjetno število plenilcev (npr. vodnih hroščev) proti koncu sezone zmanjšuje, škrgonožci pa se v manjših ostankih jezera močno koncentrirajo.

Poleg vzorčenja v Petelinjskem jezeru pa smo želeli opraviti tudi vzorčenje v Palškem jezeru, Velikem Drskovškem jezeru in Jeredovcah. Zaradi neugodnih vremenskih razmer v pomladi 2019 (pozen začetek polnjenja jezer in razmeroma malo vode) so se jezera izsušila prehitro - na dan, ko smo v Petelinjskem jezeru uspeli potrditi pojavljanje kraškega škrgonožca, so bila prej omenjena jezera že presahnjena. Zaradi tega nam ni uspelo potrditi populacij kraškega škrgonožca v ostalih prej omenjenih jezerih.



## 5 ZAKLJUČEK

V tem magistrskem delu smo z vzorčenji kraškega škrgonožca na Petelinjskem jezeru prišli do naslednjih zaključkov:

- (1) Gostota živali v populaciji se je s časom povečevala, starostna struktura pa se je hitro nagnila v prid odraslih spolno zrelih živali, kar nakazuje na to, da kraški škrgonožec izkazuje r-življenjsko strategijo.
- (2) Na habitatnem tipu travnik smo ujeli bistveno več živali kot na habitatnem tipu pot, kar pomeni, da se abundanca (gostota) živali med mikrohabitatnimi tipi razlikuje in da se ta vrsta redkeje pojavlja na neporaslih kot poraslih delih jezera.
- (3) Spolna struktura ne nakazuje na uravnoteženo razmerje med spoloma, saj smo tekom vzorčenj ujeli dvakrat več odraslih samcev kot odraslih samic.
- (4) Mlade živali so nad odraslimi prevladovale le v začetku sezone, kar lahko prištejemo staranju populacije.
- (5) Abundanca ter spolna in starostna struktura se glede na okoljske parametre znotraj pomladne sezone razlikujejo - višja temperatura vode in zraka ter nižja koncentracija raztopljenega kisika v vodi pozitivno vplivajo na številčnost živali v populaciji, medtem ko pH, zračni tlak in padavine na številčnost najverjetneje vplivajo negativno.

Kraškemu škrgonožcu bi vsekakor morali začetni namenjati več pozornosti. Zavedati se moramo, da ta vrsta raka na celem svetu živi samo v Sloveniji, in sicer v presihajočem Petelinjskem jezeru ter domnevno v Jeredovcah. Možno je sicer, da vrsta sicer živi še kje drugje. Lahko je spregledana zaradi svoje majhne telesne velikosti, nekarizmatičnosti ter občasnega ter kratkotrajnega pojavljanja. Lahko se nahaja v vodah, ki so težko dostopne in jih ljudje le malokrat obišejo. Lahko pa je bil že večkrat opažen, vendar zaradi slabega poznavanja tako med splošno javnostjo kot tudi med biologi ni zbudil posebnega zanimanja.

Populacija kraškega škrgonožca v Petelinjskem jezeru je sicer velika, v primernih razmerah se v jezeru pojavlja masovno, vendar pa je o njem kljub temu bolj malo znanega. Zato predlagamo, da bi bilo treba v prihodnje poglobiti raziskave o ekologiji vrste, njegovem habitatu, življenjskem ciklu in življenjskih strategijah.

## 6 LITERATURA IN VIRI

Agencija Republike Slovenije za Okolje - ARSO METEO. <http://meteo.arso.gov.si/> (datum dostopa: 17.12.2018)

Bânârescu P. 1990. Zoogeography of fresh waters - General distribution and dispersal of freshwater animals. Vol. 1. Wiesbaden, Aula-Verlag.

Belk D., Brtek J. 1995. Checklist of the Anostraca. *Hydrobiologia* 298: 315-353.

Berginc M, Kremesec-Jevšenak J., Vidic J. 2006. Sistem varstva narave v Sloveniji. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor.

Brancelj A., Gorjanc N. 1999. On the presence of *Chirocephalus croaticus* (Steuer, 1899) in an intermittent lake in SW Slovenia. *Hydrobiologia* 412: 25-34.

Brtek J. 1995. Some notes on the taxonomy of the family Chirocephalidae (Crustacea, Branchiopoda, Anostraca). *Zborník Slovenského Národného Múzea, Prírodné Vedy* 41: 3-15.

Brtek J., Mura G. 2000. Revised key to families and genera of the Anostraca with notes on their geographical distribution. *Crustaceana* 73: 1037-1088.

Carpenter A. 1978. Protandry in the Freshwater Shrimp, *Paratya curvirostris* (Heller, 1862) (Decapoda: Atyidae), with a Review of the Phenomenon and Its Significance in the Decapoda. *Journal of the Royal Society of New Zeland* 4: 343-358.

Cernatič-Gregorič A., Gorkič M. 2005. Presihajoča jezera Zgornje Pivke - Varstvo skozi čas. *Acta carsologica*: 815-828.

Čuček M. 2005. Strateška lega Zgornje Pivke in presihajočih jezer po uveljavitvi Rapallske pogodbe. *Acta carsologica*: 768-783.

Felix M. M. L., Petriella A. M. 2003. Molt cycle of the natural population of *Palaemonetes argentinus* (Crustacea, Palaemonidae) from Los Padres Lagon (Buenos Aires, Argentina). *Iheringia Serie Zoologia*: 93: 399-411.

Geopedia. <http://www.geopedia.si/> (datum dostopa: 14.3.2019)

Google zemljevidi. <http://www.google.si/maps> (datum dostopa: 18.5.2019)

Habič P. 1975. Pivka in njena kraška jezera. V: Fatur S. (ur). Ljudje in kraji ob Pivki: prva knjiga. Kulturna skupnost Postojna: 41-50.

Habič P. 1995. On the development of the classical Dinaric karst in Slovenia. Acta Geographica 34: 93-106.

Habič Š. 2014. Zgornja Pivka, dežela presihajočih jezer. V: Žagar A., Zakšek B., Vinko D., Verovnik R., Uratarič N., Trčak B., Stanković D., Polak S., Muhič P., Kaučič R., Hace A., Bedjanič M. (ur). Trdoživ: Bilten slovenskih terenskih biologov in ljubiteljev narave 1: 11-16.

Huang S.-L., Wang C.-C., Huang W.-P., Chou L.-S. 2010. Indeterminate growth of the fairy shrimp, *Branchinella (Branchinellites) kugenumaensis* (Branchiopoda: Anostraca) in an unpredictable ephemeral pool. Journal of Crustacean Biology 30: 366-372.

IUCN red list. <https://www.iucnredlist.org/> (datum dostopa: 18.5.2019)

Kim T. 2016. Naravovarstvena izhodišča za varovanje pivških presihajočih jezer. Magistrsko delo, Univerza v Ljubljani.

Klemenčič M., Kmetec T., Košir S., Sirše M. 2015. Občini Postojna in Pivka. V: Klemenčič M., Kmetec T., Košir S., Sirše M. (ur). Postojna in Pivka 2015: Na vetrovni strani postojnskih vrat, v deželi furmanov in zelenega krasa. Zbornik 19. geografskega raziskovalnega tabora 2015. Društvo mladih geografov Slovenije: 9-12.

Košmelj K. 2007. Metoda glavnih komponent: osnove in primer. Acta agriculturae Slovenica 89: 159-172.

Kovačič G., Habič Š. 2005. Kraška presihajoča jezera Pivke (JZ Slovenija) ob visokih vodah novembra 2000. Acta carsologica: 619-649.

Krajinski park Pivška presihajoča jezera. <http://www.pivskajezera.si/> (datum dostopa: 13.3.2019)

Kranjc A. A. 1985. Poplavni svet na Pivki. V: Gospodarič R. (ur). Ljudje in kraji ob Pivki: druga knjiga. Kulturna skupnost Postojna: 155-172.

Kryštufek B. 1999. Osnove varstvene biologije. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije.

Legendre P., Legendre L. 1998. Numerical Ecology - second English edition. Amsterdam, Elsevier Science B. V.

Mršič N. 1997. Biotska raznovrstnost v Sloveniji: Slovenija - »vroča točka« Evrope. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, Uprava RS za varstvo narave.

Mulec J., Mihevc A., Pipan T. 2005. Presihajoča jezera na Pivškem. Acta carsologica: 543-565.

Mura G., Fancello G., Di Giuseppe S. 2003. Adaptive strategies in populations of *Chirocephalus diaphanus* (Crustacea, Anostraca) from temporary waters in the Reatine Apennines (Central Italy). Journal of Limnology 62: 35-40.

Muzej krasa. <http://www.muzejkrasa.si/> (datum dostopa: 25.3.2019)

Naravovarstveni atlas. <https://www.naravovarstveni-atlas.si/> (datum dostopa: 18.3.2019)

Odlok o Krajinskem parku Pivška presihajoča jezera. 2014. Ur. l. RS, 43/2014.

Odlok o naravovarstvenem spomeniškem redu za območje občine Postojna. 1971. Primorske novice, Uradne objave, 7, 41-43.

Odlok o razglasitvi kulturnih in zgodovinskih spomenikov ter naravnih znamenitosti na območju občine Postojna. 1984. Primorske novice, Uradne objave, 29, 337-339.

Patil P. N., Sawant D. V., Deshmukh R. N. 2012. Physico-chemical parameters for testing of water - A review. International Journal of Environmental Sciences 3: 1194-1207.

Petrov B., Marinček M. 1991. On the Anostraca (Crustaceae) of Yugoslavia. Hydrobiologia 212: 267-272.

Pipan T. 2005. Favna presihajočih Pivških jezer. Acta carsologica: 650-659.

Polak S. 2005. Favna kopenskih habitatov Pivških jezer. Acta carsologica: 660-690.

Potapljaški atlas Slovenije. <http://www.spz.si/> (datum dostopa: 14.3.2019)

Pravilnik o določitvi in varstvu naravnih vrednot (neuradno prečiščeno besedilo). 2004. Ur. l. RS, 111/04, 70/06, 93/10, 23/15, 7/19.

Prelc P. 2012. Hidrogeografija Petelinjskega jezera. Zaključno delo, Univerza na Primorskem.

Ravbar N., Šebela S. 2004. The Karst periodical lakes of upper Pivka, Slovenia. *Acta carsologica*: 159-173.

Rogers D. C. 2013. Anostraca catalogus (Crustacea: Branchiopoda). *The Raffles Bulletin of Zoology* 61: 525-546.

Simčič T., Brancelj A. 2000. Energy exploitation in *Chirocephalus croaticus* (Steuer, 1899) (Crustacea: Anostraca): survival strategy in an intermittent lake. *Hydrobiologia* 437: 157-163.

Sket B., Brancelj A. 1992. Rdeči seznam ogroženih sladkovodnih nižjih rakov (Entomostraca: Anostraca, Cladocera, Copepoda, Ostracoda) v Sloveniji. V: Vidic J. (ur). *Varstvo narave 17: Rdeči seznam ogroženih živalskih vrst v Sloveniji*. Zavod Republike Slovenije za varstvo narave in kulturne dediščine: 167-172.

Steuer A. 1899. Die Entomostraken der Plitvicer-Seen und des Blata-Sees (Croatien). *Annalen des Naturhistorisches Museum* 13: 159-188.

Šebela S. 2005. Tektonske zanimivosti Pivške kotline. *Acta carsologica*: 566-581.

Timms B. V. 2015. A revised identification guide to the fairy shrimps (Crustacea: Anostraca: Anostracina) of Australia. *Museum Victoria Science Reports* 19: 1-44.

Vanschoenwinkel B., Brendonck L., Pinceel T., Dupriez P., Waterkeyn A. 2013. Rediscovery of *Branchipus schaefferi* (Branchiopoda: Anostraca) in Belgium - notes on habitat requirements and conservation management. *The Belgium Journal of Zoology* 143: 3-14.

Zarattini P., Mura G. 2004. Biometrical key-characters for species separation during ontogenesis in fairy shrimps (Crustacea, Anostraca). *Hydrobiologia* 513: 109-119.

## PRILOGE

### PRILOGA A *Izmerjene velikosti juvenilnih živali, samic in samcev kraškega škrgonožca (Chirocephalus croaticus) v mm*

ZAPOREDNA ŠT.	JUVENILNE ŽIVALI			SAMICE			SAMCI		
	CT	AD	CF (CT+AD)	CT	AD	CF (CT+AD)	CT	AD	CF (CT+AD)
1	5,170	1,987	7,157	6,626	3,507	10,133	6,989	3,175	10,164
2	5,900	2,713	8,613	7,072	2,969	10,041	6,893	3,128	10,021
3	3,431	1,570	5,001	7,613	2,448	10,061	7,810	3,024	10,834
4	5,272	1,988	7,260	7,562	2,596	10,158	6,737	3,721	10,458
5	3,765	1,490	5,255	8,342	3,189	11,531	7,764	3,565	11,329
6	2,752	0,512	3,264	8,606	3,472	12,078	7,535	3,042	10,577
7	3,094	0,759	3,853	8,876	3,818	12,694	8,414	3,737	12,151
8	5,965	2,407	8,372	9,788	3,330	13,118	6,881	3,675	10,556
9	6,155	2,466	8,621	6,907	3,240	10,147	7,169	4,261	11,430
10	6,152	2,353	8,505	8,583	3,194	11,777	7,567	3,358	10,925
11	4,029	2,221	6,250	8,247	2,763	11,010	9,595	4,029	13,624
12	4,590	1,929	6,519	7,877	3,397	11,274	8,214	2,641	10,855
13	5,994	2,889	8,883	9,900	4,317	14,217	8,436	5,520	13,956
14	5,600	2,415	8,015	8,034	3,238	11,272	6,515	4,295	10,810
15	6,043	3,580	9,623	6,629	4,427	11,056	6,372	5,412	11,784
16	5,424	2,381	7,805	6,885	3,307	10,192	6,963	3,139	10,102
17	6,137	1,848	7,985	7,904	3,359	11,263	8,946	3,733	12,679
18	7,401	2,218	9,619	6,958	3,549	10,507	8,775	4,658	13,433
19	5,292	1,786	7,078	6,728	3,290	10,018	9,500	4,509	14,009
20	5,460	3,016	8,476	9,547	4,313	13,860	9,295	4,735	14,030
21	6,491	1,949	8,440	8,528	3,444	11,972	8,554	4,296	12,850
22	6,248	2,706	8,954	9,390	5,079	14,469	7,705	4,192	11,897
23	5,049	1,751	6,800	7,879	3,026	10,905	7,839	3,635	11,474
24	6,322	2,897	9,219	8,864	4,298	13,162	6,873	3,493	10,366
25	7,229	1,760	8,989	8,465	2,288	10,753	7,574	4,673	12,247
26	5,971	2,282	8,253	6,965	3,239	10,204	9,161	4,242	13,403
27	6,661	2,349	9,010	8,865	3,321	12,186	9,073	3,872	12,945
28	5,941	2,149	8,090	8,475	2,729	11,204	8,934	4,368	13,302
29	5,711	2,010	7,721	7,586	3,665	11,251	8,987	4,510	13,497
30	5,971	3,148	9,119	9,301	4,148	13,449	8,265	3,520	11,785
31	4,977	2,543	7,520	10,043	4,273	14,316	7,606	4,394	12,000
32	3,709	1,464	5,173	9,871	4,225	14,096	7,063	4,321	11,384
33	3,807	1,215	5,022	8,422	3,842	12,264	8,631	3,965	12,596
34	6,297	3,236	9,533	8,582	3,653	12,235	8,378	4,086	12,464
35	6,756	2,592	9,348	8,387	4,686	13,073	7,978	4,140	12,118
36	7,133	2,781	9,914	8,254	3,337	11,591	8,272	3,544	11,816
37	6,913	3,036	9,949	7,980	3,058	11,038	9,468	4,331	13,799
38	6,444	3,475	9,919	8,924	4,329	13,253	7,964	3,982	11,946

39	7,267	2,512	9,779	8,863	3,865	12,728	8,889	4,493	13,382
40	6,615	3,043	9,658	7,800	3,230	11,030	8,647	4,401	13,048
41	7,028	2,839	9,867	8,483	3,248	11,731	9,007	5,293	14,300
42	6,275	2,010	8,285	7,664	2,471	10,135	7,877	4,360	12,237
43	6,851	3,024	9,875	8,214	2,933	11,147	7,602	3,884	11,486
44	3,486	1,437	4,923	7,830	2,867	10,697	8,211	4,137	12,348
45	7,362	2,545	9,907	9,123	3,348	12,471	9,919	4,913	14,832
46	6,760	2,806	9,566	8,850	3,252	12,102	9,008	3,883	12,891
47	6,834	2,982	9,816	8,673	3,326	11,999	6,432	3,900	10,332
48	6,545	2,853	9,398	9,421	3,449	12,870	7,253	3,664	10,917
49	7,446	2,457	9,903	7,157	2,974	10,131	8,503	4,285	12,788
50	7,030	2,330	9,360	9,140	3,950	13,090	8,294	3,639	11,933
51	5,286	2,013	7,299	8,239	3,282	11,521	6,394	3,683	10,077
52	4,079	1,505	5,584	8,592	3,269	11,861	7,619	3,924	11,543
53	6,928	2,458	9,386	7,194	2,829	10,023	9,522	4,259	13,781
54	6,600	2,869	9,469	8,280	3,367	11,647	8,428	3,492	11,920
55	6,353	2,778	9,131	8,207	3,362	11,569	8,438	4,631	13,069
56	6,854	2,637	9,491	9,257	3,765	13,022	9,907	4,593	14,500
57	6,861	3,129	9,990	9,756	3,820	13,576	9,198	3,634	12,832
58	7,048	2,875	9,923	8,760	3,577	12,337	9,250	3,271	12,521
59	7,168	2,827	9,995	9,768	2,998	12,766	9,191	4,533	13,724
60	7,011	2,709	9,720	10,598	3,885	14,483	8,773	3,940	12,713
61	7,165	2,415	9,580	10,221	3,345	13,566	7,916	3,225	11,141
62	6,553	3,296	9,849	7,689	3,222	10,911	8,422	3,987	12,409
63	7,215	2,731	9,946	7,627	3,259	10,886	9,470	4,552	14,022
64	7,052	2,527	9,579	8,918	3,227	12,145	9,180	4,618	13,798
65	5,881	2,259	8,140	8,728	3,407	12,135	9,096	3,979	13,075
66	7,045	2,487	9,532	7,953	2,935	10,888	8,280	3,842	12,122
67	7,399	2,550	9,949	8,711	3,163	11,874	9,096	4,464	13,560
68	6,848	3,034	9,882	7,670	3,533	11,203	8,874	4,138	13,012
69	5,122	2,779	7,901	9,215	2,954	12,169	8,962	3,476	12,438
70	4,877	2,981	7,858	9,143	3,512	12,655	9,358	3,660	13,018
71	4,877	2,117	6,994	8,934	3,381	12,315	6,584	4,241	10,825
72	6,488	2,661	9,149	9,832	3,799	13,631	8,802	3,840	12,642
73	6,435	3,077	9,512	7,457	3,345	10,802	8,823	3,853	12,676
74	7,339	2,342	9,681	8,850	4,153	13,003	8,436	4,372	12,808
75	7,210	2,759	9,969	8,366	4,529	12,895	8,980	3,520	12,500
76	6,726	3,008	9,734	8,402	4,614	13,016	9,393	4,360	13,753
77	5,144	2,241	7,385	6,749	3,567	10,316	10,578	3,384	13,962
78	6,316	2,891	9,207	7,948	3,959	11,907	10,338	4,158	14,496
79	4,860	2,099	6,959	8,167	3,998	12,165	11,205	5,802	17,007
80	6,811	2,972	9,783	8,226	3,384	11,610	9,644	4,241	13,885
81	6,678	2,819	9,497	8,805	4,076	12,881	7,469	3,860	11,329
82	7,539	2,445	9,984	9,484	3,802	13,286	7,311	2,828	10,139
83	6,397	3,527	9,924	8,595	4,307	12,902	7,526	3,835	11,361
84	6,881	2,524	9,405	7,832	3,335	11,167	8,509	4,836	13,345

85	7,153	2,736	9,889	9,235	4,459	13,694	8,540	4,100	12,640
86	6,743	3,207	9,950	9,040	3,536	12,576	7,662	3,365	11,027
87	5,972	2,231	8,203	9,385	3,959	13,344	7,837	4,544	12,381
88	6,725	2,267	8,992	8,112	4,162	12,274	8,563	4,414	12,977
89	7,069	2,565	9,634	9,070	4,640	13,710	8,099	4,687	12,786
90	6,144	1,972	8,116	8,522	4,436	12,958	8,723	4,003	12,726
91	5,672	2,762	8,434	7,080	4,417	11,497	8,190	4,258	12,448
92	7,337	2,061	9,398	8,838	3,637	12,475	8,971	5,419	14,390
93	6,146	2,665	8,811	10,322	4,969	15,291	8,682	4,648	13,330
94	7,187	2,807	9,994	7,937	3,626	11,563	8,360	4,818	13,178
95	6,833	2,684	9,517	6,650	4,295	10,945	6,629	3,742	10,371
96	6,309	2,510	8,819	8,134	3,275	11,409	7,619	4,323	11,942
97	6,373	2,788	9,161	8,327	3,886	12,213	8,686	4,435	13,121
98	6,242	2,009	8,251	9,429	3,878	13,307	7,501	3,815	11,316
99	6,971	2,527	9,498	9,056	3,925	12,981	7,136	3,937	11,073
100	6,411	3,008	9,419	9,399	3,751	13,150	7,794	4,372	12,166

---