

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ŠTUDIJ EKOLOGIJE IN BIODIVERZITETE

Nina ERBIDA

**POPULACIJSKA DINAMIKA KOŠČIČNEGA
ŠKRATCA (*Coenagrion ornatum*) NA IZBRANI
LOKACIJI NA LJUBLJANSKEM BARJU**

MAGISTRSKO DELO

Magistrski študij – 2. stopnja

Ljubljana, 2016

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ŠTUDIJ EKOLOGIJE IN BIODIVERZITETE

Nina ERBIDA

**POPULACIJSKA DINAMIKA KOŠČIČNEGA ŠKRATCA (*Coenagrion
ornatum*) NA IZBRANI LOKACIJI NA LJUBLJANSKEM BARJU**

MAGISTRSKO DELO
Magistrski študij – 2. stopnja

**THE POPULATION DYNAMICS OF THE ORNATE BLUET
(*Coenagrion ornatum*) AT THE SELECTED LOCATION ON
LJUBLJANSKO BARJE**

M.Sc. THESIS
Master Study Programmes

Ljubljana, 2016

Magistrsko delo je zaključek univerzitetnega študija 2. bolonjske stopnje Ekologija in diverziteta na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani. Opravljeno je bilo na Katedri za zoologijo Oddelka za biologijo Biotehniške fakultete Univerze.

Po sklepu Komisije za študij 1. in 2. stopnje oziroma Senata oddelka z dne 15. 2. 2013 je bil za mentorja magistrskega dela imenovan izr. prof. dr. Rudi Verovnik in za recenzenta prof. dr. Rok Kostanjšek.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednica: doc. dr. Simona PREVORČNIK
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Član: izr. prof. Rudi VEROVNIK
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Član: prof. dr. Rok KOSTANJŠEK
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Datum zagovora:

Podpisana izjavljam, da je naloga rezultat lastnega raziskovalnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravici shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Nina Erbida

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Du2
DK	UDK 595.733(043.2)
KG	<i>Coenagrion ornatum</i> /Ljubljansko barje/MRR/populacija
AV	ERBIDA, Nina, diplomirana biologinja (UN)
SA	VEROVNIK, Rudi (mentor)/KOSTANJŠEK Rok (recenzent)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Študij ekologije in biodiverzitete
LI	2016
IN	POPULACIJSKA DINAMIKA KOŠČIČNEGA ŠKRATCA (<i>Coenagrion ornatum</i>) NA IZBRANI LOKACIJI NA LJUBLJANSKEM BARJU
TD	Magistrsko delo (Magistrski študij – 2. stopnja)
OP	X, 51 str., 3 pregl., 23 sl., 1 pril., 99 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Koščični škratec (<i>Coenagrion ornatum</i>) je slabo poznana ogrožena vrsta kačjega pastirja, ki živi na osončenih počasi tekočih vodah. Večina znanih nahajališč je antropogenega nastanka. Najverjetneje se na Ljubljanskem barju pojavljajo največje populacije v Sloveniji. Z metodo ulova, markiranja in ponovnega ulova smo ocenili velikost populacije in določili mobilnost osebkov na izbranem kanalu na Ljubljanskem barju. Tekom raziskave smo si beležili tudi vedenje osebkov in izračunali njihovo povprečno življenjsko dobo. Označili smo 478 samic in 1690 samcev. Ponovno smo ujeli 293 samcev (17 %) in 17 samic (3,6 %). Ocena velikosti populacije je bila 6198 (2250–10146) za samce in 7221 (1092–13349) za samice. Povprečna življenjska doba za oba spola, izračunana glede na časovni interval med prvim in zadnjem ujetjem, je 8 dni. Najdaljši opaženi premik je bil 414 m, 79 % osebkov se je od mesta prvotnega ujetja premaknilo za manj kot 100 m. Povprečje opaženih premikov za samce je bilo 71 m in za samice 99 m. Skupaj s koščičnim škratcem smo na mestu vzorčenja popisali 15 vrst. Varovanje koščičnega škratca se na Ljubljanskem barju ne izvaja aktivno, vendar so različna sukcesijska stanja kanalov zanj ugodna. Zaradi potencialno škodljivih posledic nenačrtovanega vzdrževanja kanalov predlagamo na Ljubljanskem barju bolj aktivno varovanje v obliki usklajenega vzdrževanja kanalov.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Du2
DC UDC 595.733(043.2)
CX *Coenagrion ornatum*/Ljubljansko barje/MRR/population
AU ERBIDA, Nina
AA VEROVNIK, Rudi (supervisor)/KOSTANJŠEK Rok (reviewer)
PP SI-1001 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Master Study Programmes in ecology and biodiversity
PY 2016
TI THE POPULATION DYNAMICS OF THE ORNATE BLUET (*Coenagrion ornatum*) AT THE SELECTED LOCATION ON LJUBLJANSKO BARJE
DT M. Sc. Thesis, (Master Study Programmes)
NO X, 51 p., 3 tab., 23 fig., 1 ann., 99 ref.
LA sl
AL sl/en
AB The Ornate Bluet (*Coenagrion ornatum*) is a little-known endangered species of the damselfly that lives near sunlit waters with a slow water stream. Its most known locations are of the anthropogenic origin. The largest population in Slovenia most likely lives on Ljubljansko barje marsh. We estimated the population's size and determined the mobility of individuals with the mark-release-recapture method on a selected canal on Ljubljansko barje. During the research we also collected information on the behaviour of individuals and calculated their average life expectancy. 478 females and 1690 males were marked. 293 males (17 %) and 17 females (3.6 %) were recaptured. The population's size was estimated at 6198 (2250-10146) for males and 7221 (1092-13349) for females. The average life expectancy was calculated with regard to the time interval between the first and the last capture and was estimated at 8 days for both genders. The longest observed movement was 414 m, while 79 % of individuals moved for less than 100 m from their primary capture site. On average, males moved for 71 m and females for 99 m. On the sampling site, 15 species of dragonflies and damselflies, including the Ornate Bluet, were registered. The conservation of the Ornate Bluet is not actively practised on Ljubljansko barje, but different successive conditions of the canals are beneficial for the species. Due to potentially negative consequences of unplanned canal maintenance, we propose more active conservation of the species in the form of coordinated canal management on Ljubljansko barje.

KAZALO VSEBINE

	str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA (KDI).....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION (KWD)	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	VIII
KAZALO PRILOG	X
1 UVOD	1
1.1 NAMENI IN CILJI	2
1.2 DELOVNE HIPOTEZE	2
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 KAČJI PASTIRJI	2
2.2 OPIS VRSTE KOŠČIČNI ŠKRATCA	3
2.3 BIOLOGIJA IN EKOLOGIJA KOŠČIČNEGA ŠKRATCA	4
2.4 POPULACIJSKA DINAMIKA KOŠČIČNEGA ŠKRATCA	9
2.5 MOBILNOST KOŠČIČNEGA ŠKRATCA	10
2.6 OGROŽENOST IN VARSTVO KOŠČIČNEGA ŠKRATCA	12
3 MATERIAL IN METODE	15
3.1 OBMOČJE RAZISKAVE	15
3.2 TERENSKO DELO	16
3.2.1 Opis raziskovalne lokacije	16
3.2.2 Metoda lova in ponovnega ulova	19
3.3 ANALIZA PODATKOV	21
3.3.1 Analiza podatkov po metodi cormack-jolly-seber	21
3.3.2 Prostorski premiki	22
4 REZULTATI	22
4.1 VREME	22
4.2 PREGLED LOKACIJ Z ŽE ZNANO PRISOTNOSTJO KOŠČIČNEGA ŠKRATCA	23
4.3 STATISTIKA ULOVOV	24
4.4 DNEVNE OCENE VELIKOSTI POPULACIJE	25
4.5 OCENA VELIKOSTI POPULACIJE, ŽIVLJENJSKA DOBA IN RAZMERJE SPOLOV	27
4.6 PROSTORSKI PREMIKI	28
4.7 STAROST IN VEDENJE UJETIH OSEBKOV	29
4.8 POPIS VRST NA IZBRANEM KANALU	32
5 RAZPRAVA IN SKLEPI	33
5.1 RAZŠIRJENOST NA PREGLEDANIH LOKACIJAH	33

5.2	POPULACIJSKA STRUKTURA	34
5.3	PROSTORSKI PREMIKI	37
5.4	STAROST IN VEDENJE	37
5.5	OGROŽENOST IN VARSTVO KOŠČIČNEGA ŠKRATCA	39
5.6	FAVNA KAČJIH PASTIRJEV NA IZBRANEM KANALU	40
5.7	SKLEPI	41
6	POVZETEK	42
6.1	POVZETEK	42
6.2	SUMMARY	43
7	VIRI	44

ZAHVALA

PRILOGE

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Temperatura, vreme in količina sonca za dni, ko smo bili na terenu.	22
Preglednica 2: Ocena velikosti populacije samcev, samic in vseh osebkov koščičnega škratca.	27
Preglednica 3: Seznam 15 vrst kačjih pastirjev, ujetih na območju raziskave.....	33

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Samec koščičnega škratca na barju pri Višnarju pri Bledu.	3
Slika 2: Samica koščičnega škratca.....	4
Slika 3: Zemljevid razširjenosti koščičnega škratca v Evropi.....	5
Slika 4: Najdbe koščičnega škratca v Sloveniji, razdeljene glede na podatke pred letom 2005 in po tem letu (podatkovna zbirka CKFF, stanje 6. 6. 2016).	6
Slika 5: Razširjenost koščičnega škratca na Ljubljanskem barju z označenimi varstvenimi območji treh različnih stopenj in izbranim območjem raziskave (podatkovna zbirka CKFF, stanje 15. 10. 2015).	8
Slika 6: Območja Natura 2000 (SCI) v Sloveniji, v katerih je koščični škratec kvalifikacijska vrsta (podatkovna zbirka CKFF, stanje 15. 10. 2015).	13
Slika 7: Krajinski park Ljubljansko barje, razdeljen na tri varstvena območja, označena z različnimi barvami.	17
Slika 8: Ortofoto posnetek izbranega odseka kanala na Ljubljanskem barju iz leta 2011.....	18
Slika 9: Ortofoto posnetek izbranega odseka kanala na Ljubljanskem barju iz leta 2014.....	18
Slika 10: Raziskovano območje: kanal z dobro razvito vodno in obrežno vegetacijo.....	19
Slika 11: Samica koščičnega škratca, označena z identifikacijsko številko z vodoodpornim flomastrom (foto: 17. 5. 2013).	20
Slika 12: Podatki znanih lokacij koščičnega škratca na Ljubljanskem barju.....	24
Slika 13: Razdalja ujetih osebkov od sredine kanala, predstavljena v rangih po 10 m.	25
Slika 14: Ocene dnevnih velikosti populacij (Ni) koščičnega škratca..	26
Slika 15: Ocene dnevnih velikosti populacij koščičnega škratca za samce s 95-odstotnimi intervali zaupanja.	26
Slika 16: Ocene dnevnih velikosti populacij koščičnega škratca za samice s 95-odstotnimi intervali zaupanja.	27
Slika 17: Število osebkov glede na njihov povprečen premik tekom celotne študije.	28
Slika 18: Frekvenčna porazdelitev premikov osebkov posameznega spola v rangih velikosti 50 m.....	29

Slika 19: Pojavljanje mladostnih in zrelih osebkov tekom raziskave glede na obarvanost in čvrstost eksoskeleta.	30
Slika 20: Primerjava ocenjene starosti in reproduktivnega vedenja.	30
Slika 21: Aktivnost osebkov koščičnega škratca pred ujetjem.	31
Slika 22: Vedenje osebkov koščičnega škratca pred ujetjem v primerjavi s količino sonca na tisti dan.	32
Slika 23: Aktivnost osebkov pred ujetjem v primerjavi s številom ujetih tandemov.	32

str.

KAZALO PRILOG

Priloga A: Izračun ocen in napak dnevne in skupne velikosti populacije

1 UVOD

Kačji pastirji so dobri indikatorji stanja okolja, saj so občutljivi na spremembe v okolju (Chovanec, 1994). Dobri bioindikatorji so, ker so ličinke in odrasli na vrhu prehranjevalne verige (Benke, 1976), vrste imajo specifične ekološke zahteve (Corbet, 1999), odrasli osebkovi so na terenu večinoma lahko določljivi in so prisotni v dovolj velikem številu. Še posebej primerni so habitatni specialisti, ki zasedajo bolj specifične habitate, zato so običajno redkejši, bolj občutljivi na spremembe v okolju in posledično bolj ogroženi. Mednje sodi tudi koščični škratec (*Coenagrion ornatum*), obravnavan v tej magistrski nalogi.

Koščični škratec je razširjen po vsej Sloveniji, vendar ni nikjer pogost. Njegov habitat so počasi tekoče osončene vode z veliko plavajočo vegetacijo. Primarno se je pojavljal v močvirnatih izvirih, osončenih počasnih potokih in razlivajočih kraških izvirih. Dandanes zaseda večinoma sekundarne habitate antropogenega nastanka, kot so drenažni jarki. Osrednje območje njegove razširjenosti je jugovzhodna Evropa, vendar se povsod pojavlja v majhnih populacijah in ni zelo pogost (Boudot in Kulijer, 2015).

Ljubljansko barje velja za najpomembnejše območje razširjenosti koščičnega škratca v Sloveniji. Prav tako je to naravovarstveno najpomembnejša vrsta kačjega pastirja na tem območju. Glavni habitat vrste na Ljubljanskem barju je mreža melioracijskih kanalov in jarkov (Kotarac in sod., 2003). Območje je zavarovano kot krajinski park in območje Natura 2000, za katero je koščični škratec ena izmed kvalifikacijskih vrst (Uredba o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000), Uradni list RS, št. 49/2004, priloga 2). Na Ljubljanskem barju so bile raziskave te vrste opravljene v okviru popisov za Atlas kačjih pastirjev (Odonata) Slovenije (Kotarac, 1997), favnistične diplomske naloge (Pirnat, 1998), raziskav v okviru načrta za upravljanje Ljubljanskega barja (Govedič in sod., 2012) in v okviru vzpostavitve območja Natura 2000 (Kotarac in sod., 2003). V nobeni od naštetih raziskav pa se niso kvarjali z natančnejšimi ocenami velikosti populacije koščičnega škratca.

Koščični škratec je v Sloveniji uvrščen na Rdeči seznam kot ranljiva vrsta in sodi med kvalifikacijske vrste za območja Natura 2000, ogrožen pa je tudi v Evropi. Ker je o vrsti tako na nivoju Evrope kot tudi Slovenije znanega relativno malo (Šalamun in sod., 2010), je za bolj učinkovito varovanje vrste treba najprej docela razumeti ekologijo, razširjenost in številčnost koščičnega škratca. S tem razlogom smo se lotili raziskave populacije na območju, kjer se vrsta pojavlja v večjem številu, in sicer z metodo lova, markiranja in ponovnega ulova (metoda MRR). Metoda nam omogoča ocene velikosti dnevnih kot tudi sezonskih populacij, gostote populacije, migracij v populaciji, prostorske razporeditve posameznih osebkov in študije vedenja (Zakšek, 2011). V naši raziskavi smo ocenjevali velikost populacije in ugotavljali populacijsko dinamiko vrste na enem samem kanalu na Ljubljanskem barju, kjer so bile predhodno zaznane največje gostote te vrste (Kotarac in sod., 2003; Šalamun in sod., 2010; Govedič in sod., 2012). Za nadaljnje raziskave o ekologiji vrste moramo namreč najprej zagotovo vedeti, kje živijo večje populacije. Na večjih in stabilnih populacijah je namreč najbolj smiselno in najbolj reprezentativno izvajati raziskave ekologije in ogroženosti vrste ter nato izvajati njeno varstvo.

1.1 NAMENI IN CILJI

Namen naloge je prispevati k poznavanju populacijske dinamike koščičnega škratca na območju Ljubljanskega barja na lokaciji z največjo znano gostoto vrste. S tem bomo prispevali k bolj načrtnemu varovanju vrste in njenega habitata, ki je pomemben tudi za druge živali in rastline.

Glavni cilji:

- oceniti velikost populacije koščičnega škratca na izbranem delu Ljubljanskega barja,
- ugotoviti časovno dinamiko pojavljanja koščičnega škratca na Ljubljanskem barju,
- ugotoviti mobilnost osebkov koščičnega škratca znotraj proučevanega območja,
- preveriti prisotnost vrste na nekaterih predhodno znanih najdiščih koščičnega škratca na Ljubljanskem barju,
- popisati ostale vrste kačjih pastirjev na izbranem območju raziskave na Ljubljanskem barju.

1.2 DELOVNE HIPOTEZE

- Populacije koščičnega škratca na Ljubljanskem barju so dovolj velike in stabilne za preživetje vrste.
- Zaradi večje mobilnosti bo markiranih več samcev kot samic koščičnega škratca.
- Mobilnost osebkov koščičnega škratca je majhna. Večina osebkov bo ponovno ujeta v radiusu manj kot 100 metrov od prvega ulova.
- Zaradi naravne sukcesije kanalov in ogroženosti vrste na Ljubljanskem barju se koščični škratec na večini starejših znanih lokacijah za to vrsto ne pojavlja več.

2 PREGLED OBJAV

2.1 KAČJI PASTIRJI

Kačji pastirji (Odonata) so ene najstarejših žuželk, njihovi predniki so se pojavili že v karbonu pred 325 milijoni let (Brauckmann in Zessin, 1989), sami kačji pastirji pa v permiju, pred 250 milijoni let (Clarke, 1973; Wootton, 1981, 1988; Carpenter, 1992). Od takrat so se le malo spremenili. Ličinke živijo v vodi, odrasli pa na kopnem, vendar jih pogosto najdemo ob vodi, kjer se pariyo, samice pa odlagajo jajčeca v vodo. Večino svojega življenja preživijo kot ličinke, pri nas tudi do 5 let (Šalamun, 2010), odrasli pa večinoma živijo nekaj tednov. Imajo nepopolno preobrazbo, ličinke rastejo z levitvami, zadnja levitev poteka na kopnem, kamor ličinka spleza, nato pa se iz nje izlepi odrasel kačji pastir. Do spolne zrelosti lahko traja od dveh dni do več kot enega meseca, v tem obdobju se pogosto odmaknejo od vode (Corbet, 1999). Delimo jih na enakokrile (Zygoptera), ti so manjši, gracilnejši in slabši letalci; ter raznokrile (Anisoptera), ki so večji, robustnejši in boljši letalci. Tako ličinke kot odrasli kačji pastirji obeh skupin so predatorji.

2.2 OPIS VRSTE KOŠČIČNIŠKRATEC

Koščični škratec je za enakokrilega kačjega pastirja precej robustna vrsta z dokaj širokimi krili. Zadek samca je moder s prepoznavnimi črnimi vzorci. Na drugem členu zadka ima črn vzorec v obliki črke W, na tretjem in četrtem pa v obliki puščic; šesti in sedmi člen sta bolj črna z modrim zgornjim robom, osmi in deveti sta svetlejša, deseti pa zopet črn (Slika 1). Antehumeralne črte so polne in široke ter ležijo na koncu glave, za očmi pa ima modro črto.



Slika 1: Samec koščičnega škratca na barju pri Višnarju pri Bledu. Opazna je značilna oblika vzorca na zadku (foto Ali Šalamun, 11. 6. 2010) (Šalamun in sod., 1010).

Eden izmed bolj zanesljivih znakov za določanje vrste je valovit rob postokularne pege na glavi, ki je velika in značilna za oba spola (Askew, 2004). Samice so dimorfne, lahko se pojavljajo v homeokromni zelenomodri ali heterokromni rumeno-zeleni različici (Schmidt, 1929). Običajno so temnejše od samcev, vendar so bolj modro obarvane kot samice drugih vrst škratcev (Slika 2) (Askew, 2004). Značilen je tudi pronotum, ki je pri samcu širši kot pri samici, oba pa se proti koncu zašiljeno končata (Dijkstra in Lewington, 2006).



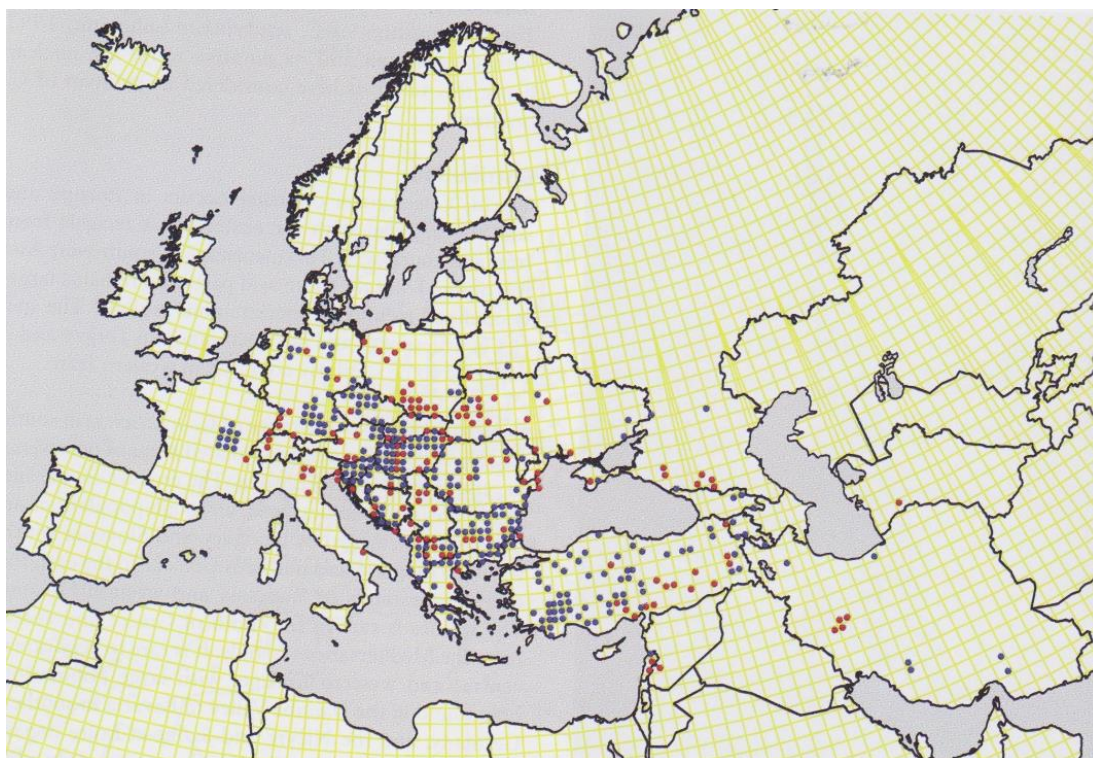
Slika 2: Samica koščičnega škratca. Opazen je umazan zadek, znak odlaganja jajčec pod vodno gladino, verjetno v plitvi blatni vodi (foto Monika Podgorelec, 18. 6. 2010, Bukovniški potok JV od vasi Bukovnica) (Šalamun in sod., 2010).

2.3 BIOLOGIJA IN EKOLOGIJA KOŠČIČNEGA ŠKRATCA

Koščični škratec (*Coenagrion ornatum*) (Selys, 1850) sodi v družino škratcev (Coenagrionidae). V Evropi družina obsega sedem rodov. V rod škratcev (*Coenagrion*) sodi trinajst v Evropi prisotnih vrst, kar je največ med enakokrili kačjimi pastirji (Dijkstra in Lewington, 2006). V Sloveniji živi pet vrst (Šalamun in sod., 2010). Koščičnemu škratcu najbližje sorodna vrsta je brzični škratec (*Coenagrion mercuriale*) (Charpentier, 1840), podobne so tudi njune ekološke zahteve. Brzični škratec je ena izmed najbolj raziskanih vrst kačjih pastirjev (Purse, 2002; Thompson in sod. 2003; Rouquette in Thompson, 2005; Rouquette in Thompson, 2007b; Hassal in Thompson, 2011), medtem ko sta ekologija in ogroženost koščičnega škratca slabo poznani (Harabiš in Dolny, 2014). Verjetno je, da sta se vrsti ločili ob poledenitvah v pleistocenu, ko je koščični škratec preživel v vzhodnem, brzični škratec pa v zahodnem mediteranskem refugiju. Ko se je led umaknil (Atlantik v sredini holocena), sta spet začeli prodirati druga proti drugi, ena proti severozahodu, druga pa proti severovzhodu. Sklepa se, da sta vrsti dosegli največjo razširjenost pred 5000 leti, ko je areal koščičnega škratca segal vsaj do Rena in Rone na zahodu, brzičnega škratca pa vse do Črnega morja in Kavkaza na vzhodu. Pred približno 4000 leti, v medledenem obdobju, ko se je zopet začelo ohlajati, sta se vrsti zopet umaknili vsaka v svojo smer (Sternberg, 1998). Verjetno je tudi, da sta se vrsti taksonomsko ločili že pred poledenitvenim obdobjemali po njem. Vrsti se danes ponekod pojavljata tudi skupaj (v Nemčiji), vendar so opazne razlike v ekoloških nišah. Gledano v celoti so te razlike majhne, vendar očitno

omogočajo ekološko delitev vrst (Sternberg, 1999). V Sloveniji je bil brzični škratec v preteklosti najden v okolici Ljubljane in Polhograjskega hribovja (Kiauta, 1961), vendar danes velja za izumrlo vrsto (Rdeči seznam, Uradni list RS, št. 82/2002).

Koščični škratec sodi v vzhodnomeditersko refugijsko favno (St. Quentin, 1960). Je vzhodno oziroma pontomeditersko razširjena vrsta (Kotarac, 1997). Kot glavni areal razširjenosti se navaja jugovzhodno Evropo in jugozahodno Azijo, kjer sega preko Turčije, južno do Irana in Turkmenistana (Slika 3), vendar vrsta znotraj svojega areala ni nikjer pogosta. V srednji Evropi je večinoma razširjen na odprtih legah do 600 m nadmorske višine, na Balkanskem polotoku do 900 m, medtem ko se v Turčiji pojavlja do 1800 m nadmorske višine (Boudot in Kulijer, 2015).

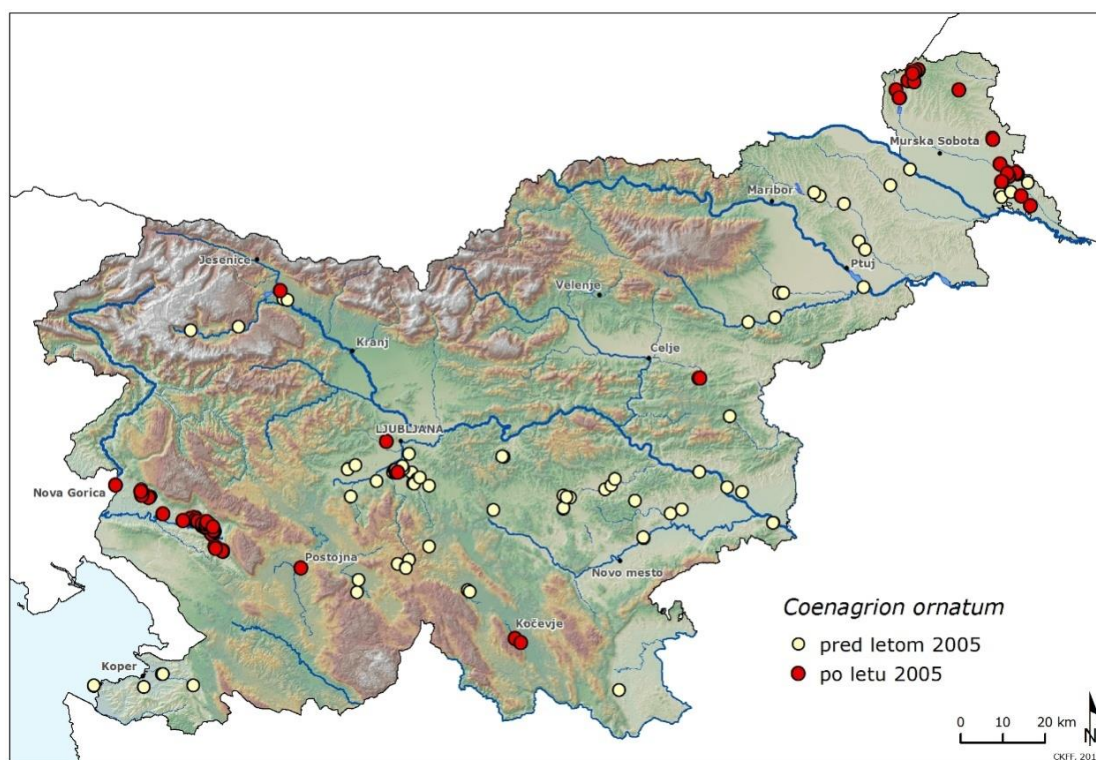


Slika 3: Zemljevid razširjenosti koščičnega škratca v Evropi. Rdeče pike so podatki iz obdobja pred letom 1990 in modre po 1990 (Boudot in Kulijer, 2015).

Prva najdba koščičnega škratca v Sloveniji je iz leta 1927, in sicer iz Tržaškega prirodoslovnega muzeja, kjer hranijo osebke. Ulovil jih je Bruno Finzi v okolici Šempasa leta 1927 (Šalamun in Bedjanič, 1997). Na Šempaškem polju koščičnega škratca še vedno najdemo, vendar je habitate antropogenega nastanka na tem območju najverjetneje naselil po uničenju naravnih (Šalamun in sod., 2010). Večino podatkov po prvi najdbi je prispeval dr. Boštjan Kiauta, za njim pa je bilo zbiranje podatkov le naključno – vse do izida Atlasa kačjih pastirjev (Odonata) Slovenije (Kotarac, 1997) in raziskave na Ljubljanskem barju (Pirnat, 1998). Nadaljnje sistematične raziskave so bile opravljene v okviru Strokovnih izhodišč za vzpostavljjanje omrežja Natura 2000 – Kačji pastirji (Odonata) (Kotarac in sod., 2003) in Dopolnitve predloga območij za vključitev v omrežje Natura 2000 – kačji pastirji

(Odonata): koščični škratec (*Coenagrion ornatum*) (Šalamun in sod., 2010). Pripravljene so bile tudi strokovne podlage za Načrt upravljanja Krajinskega parka Ljubljansko barje, vendar niso vključevale terenskega dela (Govedič in sod., 2012).

Danes lahko koščičnega škratca najdemo praktično po vsej Sloveniji; znan je s skoraj dvesto lokalitet (podatkovna zbirka Centra za kartografijo favne in flore, 2015). Kljub razširjenosti (Slika 4) je povsod redek. Najdemo ga na Primorskem, na Gorenjskem v okolici Bleda, na Ljubljanskem barju, v okolici Blok in mestoma po Dolenjskem. Nekaj lokacij je tudi na Štajerskem, več pa v Prekmurju ob reki Muri in na Goričkem. Številčnost je bila leta 2003 glede na tedaj znane podatke o pojavljanju ocenjena na nekaj deset tisoč do nekaj sto tisoč, vendar je bila ocena precej ohlapna, saj raziskave o dejanski velikosti populacije niso bile opravljene. V Sloveniji praktično nimamo naravnih habitatov koščičnega škratca, z izjemo Studenčnice v Šturmovcih pri Ptuj (Šalamun in sod., 2010) in morebitnih drugih neznanih nahajališč. Večina lokacij, kjer je bila vrsta najdena, je antropogenega nastanka (Šalamun in sod., 2010). Podatki o razširjenosti koščičnega škratca v Sloveniji so iz baze Centra za kartografijo favne in flore (CKFF), kjer se v sodelovanju s Slovenskim odonatološkim društvom zbira tudi večina podatkov o kačjih pastirjih v Sloveniji.

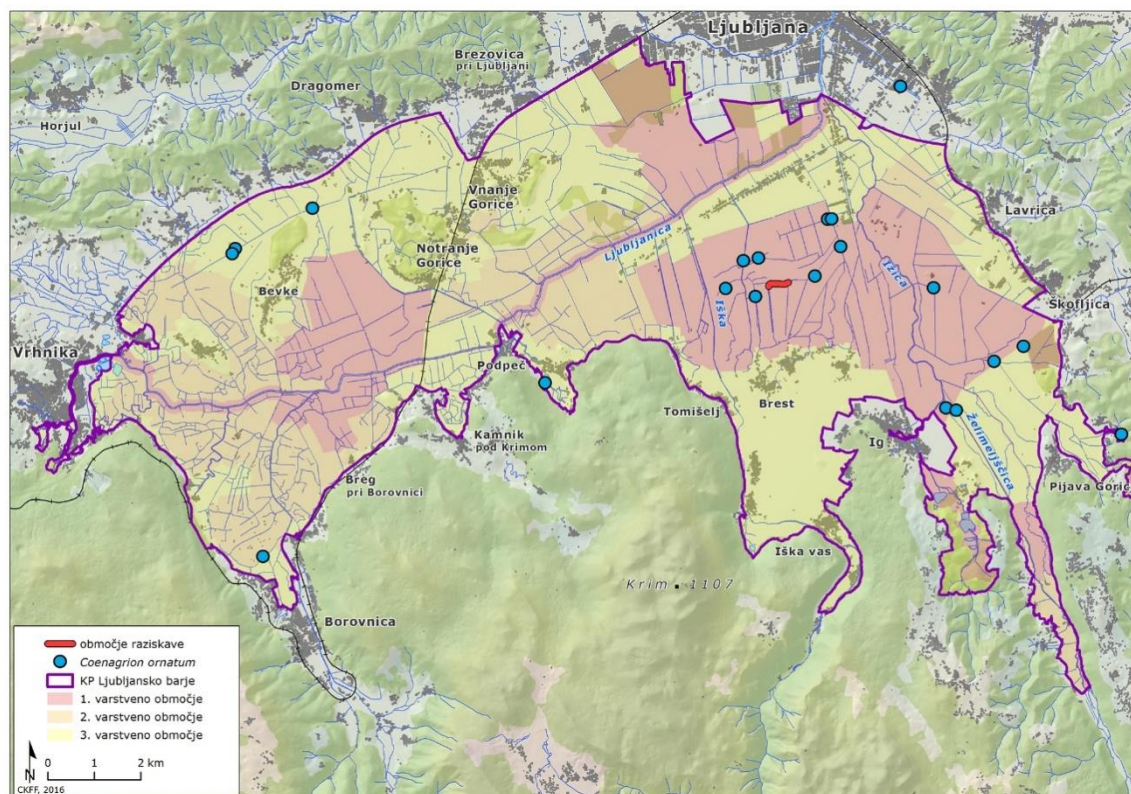


Slika 4: Najdbe koščičnega škratca v Sloveniji, razdeljene glede na podatke pred letom 2005 in po tem letu (podatkovna zbirka CKFF, stanje 6. 6. 2016).

Koščični škratec živi na ozkih do srednje širokih zamuljenih travniških potočkih, jarkih in kanalih pa tudi na nizkih barjih in v jarkih z majhno ali srednjo hitrostjo vodnega toka. Pri recentnih najdiščih gre pogosto za antropogeno nastale življenjske prostore. Nad- in podvodna vegetacija je v larvalnem habitatu vrste obsežna (Sternberg, 1999). Pogosto se

pojavlja na apnenčasti podlagi (Dijkstra in Lewington, 2006). Harabiš in Dolny (2014) navajata tudi pomembnost raznolikosti vrstne sestave rastlin, predvsem prisotnost sit (*Eleocharis* spp.) in rogoza (*Typha* spp.), ter transparentnost in temperaturo vode. Za pomembno se je izkazala tudi odsotnost rib, ki so plenilci ličink kačjih pastirjev. Kot negativni dejavniki so se izkazali zasenčenost habitata in prehiter tok vode ter prenasíčenost vode z dušikom ali fosforjem, kar je verjetno povezano s posledično hitrejšo prerastjo vegetacije. Koščični škratec torej daje prednost topli, dobro osončeni in z rastlinami zaraščeni vodi (Vought in Lacoursiere, 2010). Kakšen je bil primarni habitat vrste ne vemo zagotovo, saj je o ekoloških potrebah znanega malo. Možno je, da je v srednji Evropi včasih živel na bolj ali manj zaraščenih izvirih, potokih in rečicah, nizkih barjih kot tudi na zamuljenih odtokih manjših podtalno napajanih jezer. Znotraj poplavnih ravnic je vrsta verjetno poseljevala slabo pretočne, z nadvodno vegetacijo poraščene vode, ki imajo sicer malo obrežne vegetacije. Pomembna je tudi prisotnost blata ob robu. Pogosto se vrsta pojavlja skupaj z vrstami blede kresničar (*Ischnura pumilio*), sinji modrač (*Orthetrum brunneum*) in prodni studenčar (*Cordulagaster boltonii*) (Sternberg, 1999); slednje vrste v Sloveniji ni.

V Sloveniji ga najdemo v povirnih barjih na Gorenjskem in na Blokah, v melioracijskih jarkih, med drugim v Vipavski dolini, kraških rekah z veliko emerzne vegetacije in večjih kanalih, med drugim na Ljubljanskem barju. Verjetno sodi med pionirske vrste skupaj z bledim kresničarjem (*Ischnura pumilio*), malim in sinjim modračem (*Orthetrum coerulescens* in *O. brunneum*) ter modrim ploščem (*Libellula depressa*). Med nahajališča vrste namreč sodijo tudi na novo izkopani melioracijski jarki (Kotarac, 1997). V bližini razmnoževalnega habitata je dobrodošlo grmičevje ali visoka trava, ki odraslim služi kot prenočišče in za prehranjevanje (Govedič in sod., 2012). Zmerna vsebnost organskih onesnažil vrste ne moti (Vipavska dolina), oligotrofnost pa jim ne ustreza (Kotarac in sod., 2003). Kar se tiče fizikalno-kemijskih lastnosti vode, pri nas še ni bila narejena raziskava (Šalamun in sod., 2010). Na Ljubljanskem barju (Slika 5) ga najdemo v majhnih do velikih kanalih z nič ali malo vrstami plavajoče vegetacije, vendar običajno z veliko podvodnega rastja. Še pomembnejša je raznolikost nadvodne vegetacije. Prisotnost gojenih travnikov jih praktično ne moti, ob njivah pa se skoraj ne pojavljajo. Nekaj najdišč je bilo z njivo na eni strani kanala, redko pa jih najdemo ob močvirnih travnikih in ob cestah. Apnenčasta podlaga ne igra nobene vloge, prav tako ni zelo problematična razrast dreves in grmovnic, vseeno pa je bilo več najdišč ob kanalih brez dreves in grmovnic (Pirnat, 1998).



Slika 5: Razširjenost koščičnega škratca na Ljubljanskem barju z označenimi varstvenimi območji treh različnih stopenj in izbranim območjem raziskave (podatkovna zbirka CKFF, stanje 15. 10. 2015).

Koščični škratec je neteritorialna vrsta, čas pojavljanja odraslih osebkov pa je kratek. Začne se nekje od začetka do srede maja, konča pa od začetka do konca julija. Kratek in zgodnji čas letanja je morebiti prilagoditev na vročo poletno klimo, značilno za osrednje območje razširjenosti vrste (Buchwald, 1986). Razmnoževalna aktivnost se poveča ob sončnih dnevih v opoldanskem času (Busse, 1983). Pri parjenju se samica pred samci ubrani, tako da zvije zadek naprej (Sternberg, 1999). Kako se vede pri odlaganju jajčec, opisuje Busse (1983). Pred parjenjem samec in samica tvorita tandem, iz katerega tvorita koleselj ali paritveni objem. Po končanem parjenju koleselj razkleneta in zopet v tandemu odletita do vode. Pri tem se vedeta nevpadljivo, skrivata se med gosto nadvodno vegetacijo. Odlagajoči pari lahko popolnoma potonejo, na posamezni rastlini se zadržujejo do osem minut. Samica se pri odlaganju jajčec lahko tudi povsem potopi (Slika 2), saj jajčeca odlaga v podvodne dele rastlin s pomočjo leglice, s katero naredi luknje v rastlinsko tkivo. Ličinke se tekom življenja skrivajo med rastlinjem v vodi, razvoj pa običajno traja eno do dve leti, nakar ličinka spleza iz vode na rastlinje, kjer potekata zadnja levitev in izletanje odraslega osebkov. Vse najdbe svežih osebkov pri nas so bile med 15. majem in 5. junijem, odrasli pa so bili opaženi še do konca julija (Šalamun in sod., 2010).

2.4 POPULACIJSKA DINAMIKA KOŠČIČNEGA ŠKRATCA

O populacijski dinamiki koščičnega škratca ni dosti znanega, saj je ta del njegove biologije relativno slabo raziskan. Brzični škratec, najbližji sorodnik koščičnega škratca, je ena izmed najbolj raziskanih vrst enakokrilih kačjih pastirjev in je postala ena izmed modelnih vrst za preučevanje disperzije, ekologije in varstva žuželk (Purse in sod., 2003; Watts in sod., 2007; Hassal in Thompson, 2011). Večina znanih populacij v Evropi, tako brzičnega kot koščičnega škratca, je dokaj majhnih, vendar minimalna velikost viabilne populacije še ni bila ugotovljena. Na območju z največjo gostoto brzičnega škratca v Angliji so ocenili velikost populacije na 39913 osebkov na območju, velikem 4,6 km x 3,7 km (Watts in sod., 2007). Po zbranih podatkih iz baze Centra za kartografijo favne in flore je za koščičnega škratca v Sloveniji le nekaj lokacij, kjer je bilo vidnih nekaj deset osebkov. Največ jih je bilo na posamezni lokaciji najdenih v Vipavski dolini, in sicer na kanaliziranem Dupeljskem potoku, kjer jih je bilo opaženih 110 v enem dnevu (Vinko D., osebni vir, 2016).

Glede na znane podatke sklepamo, da se pri nas največje populacije pojavljajo na Ljubljanskem barju, zatem pa v Vipavski dolini. Najpogostejše so velike in stabilne populacije, kjer je mreža kanalov dovolj obsežna. Na takih območjih je večja možnost, da so kanali v različnih sukcesijskih stadijih in tako različno zaraščeni z rastlinjem, kar omogoča osebkom naselitev zanje najprimernejših. To je verjetno tudi razlog za večje populacije na Ljubljanskem barju in v Vipavski dolini (Šalamun in sod., 2010). Zmožnost kolonizacije novega kanala je odvisna od zmožnosti disperzije, še posebej disperzije na daljše razdalje (Keller in Holderegger, 2013). Kotarac in sodelavci (2003) omenjajo tudi možnost prisotnosti metapopulacij na Ljubljanskem barju.

O razmerju spolov pri vrsti koščični škratec ni znanega praktično ničesar. Za enakokrile kačje pastirje (Zygoptera) v splošnem velja, da je običajno razmerje spolov v populaciji nagnjeno v prid samcem. Pri družini škratcev (Coenagrionidae) kar 75 % raziskav o razmerju spolov kaže na rahlo prevlado samcev (Corbet, 1999). Rezultati razmerja spolov v raziskavah MRR za brzičnega škratca so večinoma usklajeni, in sicer je samcev opaženih in ujetih več kot samic (Hunger in Röske 2001; Purse, 2002; Rouquette in Thompson, 2007a; Keller in Holderegger, 2013). Hunger in Röske (2001) sta ujela 15 % samic, v raziskavi Purse (2002) je odstotek samic variiral med 20 % in 26%, Rouquette in Thompson (2007a) sta ujela 12 % samic, Keller in Holderegger (2013) pa samic sploh nista lovila, saj jih je bilo premalo. Kljub temu so v nekaterih primerih dosegli podobno stopnjo ponovnega ulova za oba spola, in sicer za samice 12 %, za samce pa 13,4 %. To so pripisali dejstvu, da so označene osebe iskali ponoči in tudi stran od vode (Rouquette in Thompson, 2007b). Večji ulov samcev je potrdila tudi metaanaliza razlik v disperziji spolov (Beirincx in sod., 2006). Vprašanje, zakaj običajno pride do razlike v ulovu samcev in samic, še ni dokončno razjasnjeno (Corbet, 1999). Predvideva se, da do razlik ne pride na stopnji ličinke, saj je primarno razmerje spolov v stadiju jajčeca zaradi heterogametskega določanja spola pri kačjih pastirjih (Kiauta, 1969) najverjetneje 1:1 (Lawton, 1972). Smrtnost je tekom življenja ličink večinoma enaka za oba spola (Corbet, 1999), zaznanih je le nekaj primerov, kjer je smrtnost samcev večja zaradi večje aktivnosti (Trottier, 1971; Dunkle, 1985; Baker in sod., 1992), vendar je razumevanje mehanizmov in biološkega pomena teh razlik še vedno nezadostno (Lawton, 1972). Pomembnejša je razlika v smrtnosti tekom mladostnega in odraslega življenja, a nič zaenkrat znanega ne pojasni opažene neuravnoteženosti med spoloma (Corbet, 1999). Najverjetneje

na ta pojav vplivata tudi različna obarvanost, saj so samice bolj kriptične, in razlika v vedenju, saj samci več časa preživijo ob vodi, kjer poteka večina raziskav. Za samice (podobno kot za mladostne osebkke) so značilni začasni premiki stran od vode, h kateri pridejo le v času parjenja in odlaganja jajčec (Purse, 2002).

Povprečna življenjska doba osebkke glede na povprečni čas za vse osebkke med prvim in zadnjim ulovom, povzeto po pregledu več raziskav, je za enakokrile kačje pastirje 7,6 dni; za družino škratcev za samce okrog 7 dni, za samice pa okrog 6 dni (Corbet, 1999), med tem ko sta Cordero-Rivera in Stoks (2008) po pregledu več raziskav ugotovila, da je povprečna življenjska doba za samce 8 dni in za samice 7 dni. Za vrsto brzični škratec naj bi bila med 7 in 8 dni (Purse, 2002), v raziskavi Keller in Holderegger (2013) navajata 9 dni, maksimalno pa 36 dni. Bennett in Mill (1995) sta za ranega plamenca ugotavljala celotno življenjsko dobo od izlevitve do smrti, pri čemer sta upoštevala predreproduktivno obdobje za samce 12,6 dni in zrelo obdobje 6,8 dni, skupaj torej 19,4 dni, za samice pa skupaj 21,6 dni na račun daljšega mladostnega obdobja.

2.5 MOBILNOST KOŠČIČNEGA ŠKRATCA

Pri kačjih pastirjih poznamo več tipov gibanja. Najpogostejši so trivialni premiki, ki so kratki in vključujejo termoregulacijo, prehranjevanje, reprodukcijo ali pobeg. Poznamo štiri tipe netrivialnih letov, ki so običajno daljši. Mednje sodi deviški let, to je let teneralnih osebkov, starih največ 24 ur, stran od vode. Večina odleti od 1 m do 500 m stran, vsi pa se premikajo stran od vodoravnih reflektivnih površin. Drugi tip so dnevni premiki, ki potekajo med mesti za reprodukcijo, prehranjevanje in počitek; ti premiki se gibajo med 10 m in lahko do več kilometrov, odvisno od vrste. Tretji tip je značilen le za vrste, ki v odraslem stadiju estivirajo ali hibernirajo. Te imajo sezonska zavetja, kamor se umaknejo med obdobjem neaktivnosti, za tem pa se vrnejo na prvotno lokacijo. Zadnji tip je migracija, ki je običajno najdaljši premik, in sicer med nekaj in več tisoč kilometri. Let je usmerjen, osebkki pa se ne vrnejo na prvotni kraj izlevitve. Zadnja dva tipa premikov sta pogosto posledica spreminjanja habitata skozi čas, migracija pa se zagotovo konča z naselitvijo naslednje generacije na novo območje. Tudi ostali premiki se lahko končajo z menjavo kraja reprodukcije, vendar redko (Corbet, 1999).

Najpogosteje se premike sledi z metodo lova in ponovnega ulova (metoda MRR), vendar je s to tehniko težko zaznati daljše migracije. Dolžina deviškega leta za vrsto je najbolj odvisna od topografije okolice vodnega telesa in vremena, predvsem temperature. Realne dolžine za vse vrste je težko zaznati, saj zaenkrat še nimamo zanesljive metode. Vemo pa, da so lahko ti leti včasih daljši od 100 m tudi za vrste, ki niso migratorne in se ne vrnejo v primarni habitat (Corbet, 1962). Vendar vrste v velikosti koščičnega škratca, kot je rani plamenec (*Pyrrhosoma nymphula*), redko odletijo dlje od 6 m (Gribbin in Thompson, 1990). Stran od vode najverjetneje poletijo, da se izognejo spolno aktivnim samcem, poleg tega pa očitno letijo tudi proti nekaterim objektom, običajno drevesom ali kakšnemu drugemu zavetju. Deviški let je lahko sestavljen tudi iz več krajših letov; zaradi mehkega integumenta je malo verjetno, da so daljši in migratorni, razen v primeru pasivnega transporta lažjih enakokrilih kačjih pastirjev. Deviški let se pri manjših kačjih pastirjih zgodi čimbolj zgodaj zjutraj, kolikor hitro to dopusti temperatura. Po spolni dozoritvi se vrnejo k vodi, kjer čez dan opravljajo le krajše lete, namenjene predvsem prehranjevanju ali parjenju (Corbet, 1999).

Raziskave kažejo, da so osebki, tako teritorialnih kot neteritorialnih vrst, zelo zvesti primarnemu območju razširjenosti. Heymer (1972) je neteritorialne osebke temnega bleščavca (*Calopteryx hamerrhoidalis*) premestil za 2 km, vendar jih se je več kot 50 % vrnilo na prvotni kraj ulova. To nakazuje, da imajo sposobnost orientacije, najverjetneje glede na sonce in prepoznavanje značilnih struktur v okolju. Ta lastnost naj bi bila splošno razširjena med kačjimi pastirji, še posebej med vrstami, ki imajo močno tendenco vračanja k mestu izlevitve, med katerimi so tudi nekateri škratci (Corbet, 1999). Ob koncu dneva se osebki odpravijo na počivališče, s katerega se naslednji dan vrnejo k mestu reprodukcije, to je ob vodo. Kako daleč je počivališče od vode, je odvisno od vrste in topografije okolja ter rastlinja, dolžina pa variira med nekaj metri in več sto metri. Premiki na sezonska zavetišča za vrsto koščični škratec niso znani, prav tako ni podatkov o hibernaciji ali estivaciji. Migracija se od drugih tipov leta razlikuje že na prvi pogled, saj gre za usmerjen konstanten let osebka, ki ga drugi dražljaji ne premamijo v prehranjevanje ali parjenje. Migracija pogosto poteka višje nad tlemi, zaradi česar so takšni osebki težje opazni. Kačji pastirji se med migracijo pogosto združujejo v roje (Corbet, 1999), vendar takšno vedenje za izbrano vrsto škratca do sedaj ni bilo opaženo. Migracijo posameznih osebkov je težje zaznati (Corbet, 1999). Med škratci je bilo pri bledem kresničarju (*Ischnura pumilio*) opaženo vedenje, ki je nakazovalo na migracijo, tako pri mladostnih kot pri odraslih osebkih (Fox, 1989), vendar ni dokazov, da je do migracije dejansko prišlo. Deviški let pri tej vrsti je v lepem vremenu pogosto usmerjen navzgor, kjer osebek lahko odnesejo zračni tokovi (Fox, 1989). Nekaterе samice vrste *Ischnura aurora* iz Nove Zelandije in Avstralije kopulirajo že v mladostnem obdobju, nato oplojene poletijo praktično navpično navzgor, od koder jih vetrovi odnesejo na nove lokacije (Rowe, 1987).

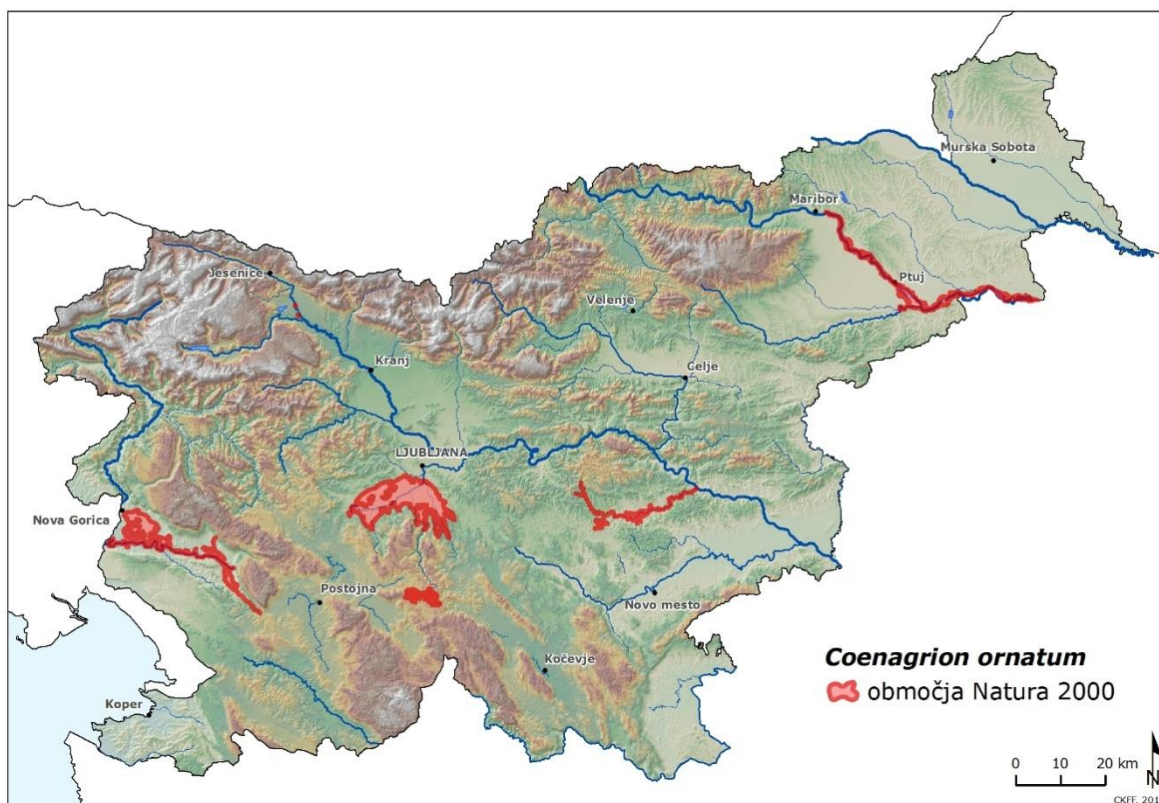
Krajše ali trivialne premike pogosto preučujemo z metodo MRR. Med najbolj sedentarnimi vrstami, kar jih poznamo, je najverjetneje modri kresničar (*Ischnura elegans*), ena izmed manjših vrst iz družine škratcev. V raziskavi Gittingsa in sodelavcev (1988) so pri precejšnjem številu osebkov zaznali najdaljšo pot le 15 m, medtem ko se je večina od prvotnega mesta ujetja premaknila manj kot 5 m. Pri ranem plamencu sta Bennett in Mill (1995) na sosednjem kanalu, odmaknjenem 21 m, našla le 5,3 % od vseh ujetih samcev in 5,6 % samic. Vrsta brzični škratec je bila označena kot najbolj sedentarna od vrst, do sedaj raziskovanih v Angliji (Purse in sod., 2003; Watts in sod., 2007; Rouquette in Thompson, 2007a). Premiki vrste so podrobno raziskani. Purse (2002) je zabeležil maksimalne premike znotraj primernih zaplat in med njimi od 610 m do 1060 m, Purse in sodelavci (2003) pa od 50 do 300 m. V študiji so Watts in sodelavci (2007) preiskovano območje razdelili na več podenot, med katerimi je migriralo le 0,12 % osebkov. Manj kot 100 m se je od točke ujetja premaknilo 75 %, manj kot 300 m pa 95 % osebkov. V raziskavi Thompsona in sodelavcev (2003) je bila disperzijska razdalja do 1 km, kjer so bili v okolici primerni habitati, vendar so rezultati raziskave Rouquette in Thompsona (2007a) pokazali, da je več kot polovica osebkov odletela manj kot 50 m od mesta, kjer so bili prvič ujeti; premiki nad 500 m so bili zelo redki, najdaljša migracija pa je merila skoraj 2 km. V raziskavi v Švici so osebki brzičnega škratca migrirali le vzdolž neprekinjenega reproduktivnega habitata (kanala), med 100 in 500 m jih je preletelo le 4,8 %, vsi ostali manj (Keller in Holderegger, 2013). Premiki na kratke razdalje se torej dogajajo redno, redkejša pa je disperzija na dolge razdalje, ki sicer mora biti prisotna, vendar jo je zelo težko zaznati (Hassal in Thompson, 2011). Do sedaj najdaljša disperzija na dolge razdalje je bila zaznana z genetskimi raziskavami, in sicer do

4500 m (Keller in Holderegger, 2013). Razlike v migraciji med spoloma zaenkrat niso bile opažene (Purse, 2002).

Kot ostali enakokrili kačji pastirji podobne velikosti tudi vrsta koščični škratec velja za slabo mobilno (Corbet 1999). Opažena preletena razdalja odraslih osebkov je do 200 m, maksimalna ugotovljena pa do 1 km (Burbach in sod., 1996, cit. po Jaeschke in sod., 2013).

2.6 OGROŽENOST IN VARSTVO KOŠČIČNEGA ŠKRATCA

Vrsta koščični škratec je navedena v Prilogi 2 Direktive o habitatih (Council Directive 92/43/EEC), v Pravilniku o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam je uvrščena med ranljive vrste (Rdeči seznam, Ur.l. 82/2002), kot vse slovenske vrste kačjih pastirjev je navedena v Uredbi o zavarovanju ogroženih živalskih vrst (Uradni list RS, 57/1993), v Uredbi o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah pa je navedena v Prilogi 2 kot vrsta, katere habitate se varuje (Uradni list RS, 46/2004). Habitat vrste je varovan še z Uredbo o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000), kjer je kvalifikacijska vrsta (Uradni list RS, 49/2004), in Uredbo o ekološko pomembnih območjih (Uradni list RS, 48/2004). Na najnovejšem IUCN rdečem seznamu kačjih pastirjev Evrope kot tudi Sredozemlja je vrsta opredeljena kot *Near Threatened* (IUCN, 2015). V Sloveniji je vrsta kvalifikacijska za osem območij Natura 2000: Vejar, Mirna, Povirje vzhodno od Bodešč, Bloščica, Drava, dolina Vipave, Ljubljansko barje in Višnar – povirje; Ljubljansko barje je največje od teh območij (Slika 6).



Slika 6: Območja Natura 2000 (SCI) v Sloveniji, v katerih je koščični škratec kvalifikacijska vrsta (podatkovna zbirka CKFF, stanje 15. 10. 2015).

Koščičnega škratca najbolj ogrožajo fragmentacija in izginjanje ter zaraščanje habitatov, ker kot pri večini vrst kačjih pastirjev velja njihov habitat za človeku nekoristnega. Vrsta se večinoma pojavlja na krajših odsekih vodotokov in ima pogosto majhno abundanco, zato je na spremembe zelo občutljiva. V primeru, da je vodotok obnovljen in s tem poglobljen ter vse rastlinje odstranjeno, se bo z veliko srečo ponovno pojavila komaj čez nekaj let, ko bo ponovno zrastle dovolj rastlinja (Dreyer, 1964). Zelo pogosto nahajališča koščičnega škratca obstajajo le kratek čas, verjetno ker so habitatni plitvi, topli in bogati s hranili ter se zato hitro zarastejo (Busse, 1983). Zmanjševanje pogostosti vrste je lahko tudi posledica izgradnje manjših odtočnih jarkov. V splošnem so habitatni koščičnega škratca ogroženi zaradi istih razlogov kot pri brzičnem škratcu: pomanjkanje nege vodnih teles, povečevanje vodnih teles, onesnaževanje, uporaba pesticidov na okoliških njivah, eutrofizacija, odstranjevanje prsti in rastja ter utrjevanje bregov. V Nemčiji, na severnem robu areala vrste, je koščični škratec redkejši od brzičnega, iz česar sklepajo, da je koščični škratec občutljivejši na spremembe. Je bolj specializiran in bolj toploljuben (Machet in Legrand, 1986).

Visoke vrednosti hranilnih snovi v vodah, kjer se pojavlja koščični škratec, vodijo k ekstremno hitremu zaraščanju razmnoževalnih habitatov. Zaradi tega je treba uporabljati nedestruktivno metodo odstranjevanja vegetacije v relativno kratkih časovnih intervalih (Busse, 1983; Heidmann in Kull, 1986). Za ohranjanje ugodnih termičnih razmer moramo na potencialnih razmnoževalnih habitatih odstraniti vse lesnate rastline in preprečiti zaraščanje z grmovnicami in drevesi (Busse, 1983; Heidmann in Kull, 1986). Hkrati moramo spodbujati

razvoj čimbolj raznolikega emerznega in submerznega rastlinstva ter vzpostaviti mrežo tolmunov in izlivov, ki bi lahko služili kot mikrohabitat (Harabiš in Dolny, 2014). En izmed predlogov, kako to doseči, je paša živali, kot so konji in govedo (Purse, 2002). Za ohranjanje ugodnega stanja je pomembna tudi kmetijska uporaba zemljišč, ki mejijo na kanale. Najprimernejši so ekstenzivni travniki vsaj 10 m od vode (Buchwald in sod., 1989), priporočljiva je tudi ekstenzivna uporaba kmetijskih zemljišč vsaj 20 m od vode (Purse, 2002). V Sloveniji je ohranjanje vodotokov v primernem stanju nekontrolirano, saj je o tem še premalo znanega (Kotarac in sod., 2003). Šalamun in sod. (2010) predlagajo: »[V]zpostavitev varstvenega statusa (če še ni); ohranjanje ugodnega vodnega režima, preprečevanje onesnaževanja vode; preprečevanje zaraščanja, kjer je to potrebno, vendar ob tem ohranitev nekaj bližnjih ekstenzivnih travnikov in grmišč.« Govedič in sod. (2012) predlagajo: »[P]regled stanja vrste na kanalih varstvenega območja 1 (Slika 5) pred posegi na kanalih; čiščenje odvodnikov in vzdrževanje različnih sukcesijskih faz, ki je z vidika koščičnega škratca nujno; neposeganje odvodnike v optimalnem stanju za koščičnega škratca, ampak le spremljanje stanja; vzdrževanje ugodnega stanja odvodnika s košnjo in odstranitvijo vodne plavajoče vegetacije, ko ta doseže 70-80 % pokrovnost; zagotavljanje primerno visoko stopnjo osončenosti odvodnika s košnjo obrežne vegetacije, lesna vegetacija naj ne presega 10-20 % zaraščenosti in osenčenosti bregov, primernejša je lesna vegetacija na severnih straneh bregov; izvajanje košnje vodne in odvodne vegetacije izven obdobja preobrazbe in letanja odraslih osebkov (od maja do julija), kar je skladno z Uredbo o krajinskem parku (košnja med oktobrom in marcem); ciklično strojno vzdrževanje odvodnikov v več (3-5) letnih obdobjih; enostransko in izmenjujoče čiščenje večjih kanalov, tako da se ohranja vegetacija na nasprotnem bregu (cik-cak); izmenično čiščenje bregov ter enotno čiščenje celotnega prečnega profila kanala v 200-300 m pasovih, ki jim sledi neočiščen pas enake dolžine, čiščenje manjših in krajših kanalov (pod 300 m) lahko poteka v celoti in izmenično po območjih, ki naj ne presegajo nekaj (2-3) hektarov; primernejše od čiščenja s frezo je čiščenje, ki deloma ohrani koreninski sistem vodne vegetacije (kot nekdanje čiščenje s konjsko vprego in plugom); omejitev gnojenja na površinah v okolici habitatov ličink, s čimer se upočasni zaraščanje; prednostno opuščanje tistih njivskih površin, ki so v neposredni bližini jarkov s koščičnim škratcem za dolgoročno vzpostavitev ugodnega stanja tako vodnega kot kopenskega habitata.«

Na Ljubljanskem barju so Kotarac in sod. (2003) ocenili gostoto in velikost populacij koščičnega škratca na več kot 15 % celotne populacije v Sloveniji. Stopnja ohranjenosti je bila označena kot dobra: »[E]lementi življenjskega prostora so povprečno ohranjeni ali delno degradirani, obnovitev preprosta.« Ugotovljeno je bilo, da populacije niso izolirane, so pa na robu meje razširjenosti vrste in zaradi tega lahko bolj občutljive na spremembe. Največji dejavnik ogrožanja je zaraščanje tako kanalov kot tudi brežin, predlogi ukrepov pa so odstranjevanje zarasti in mulja, in sicer po odsekih ter samo na enem bregu (levi ali desni) hkrati za manjši vpliv na tamkajšnje populacije (Kotarac in sod., 2003), podobno kot predlagajo že Govedič in sod. (2012).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 OBMOČJE RAZISKAVE

Ljubljansko barje leži v Ljubljanski kotlini, južno od Ljubljane, v osrednji Sloveniji. Razteza se s 163 km² med Škofjeloško-Polhograjskim hribovjem na severu, Posavskim hribovjem na vzhodu, Poljansko-Vrhniskimi in Vrhnisko-Cerkniškim hribovjem na zahodu ter Krmsko-Mokriškim hribovjem na jugu. Na severu ga omejuje Ljubljana, na vzhodu Škofljica in na zahodu Vrhnika, od jugozahoda proti severovzhodu pa ga seka reka Ljubljanica. Na južnem obrobju ima tudi nekaj kraških značilnosti (Šifrer, 1983). Je naravno in kulturno pomembno območje in največji sistem mokrotnih travnišč v Sloveniji. Močvirne ravnice so danes sistem njiv in travnikov z mejicami in manjšimi gozdovi, ki jih prepredajo osuševalni melioracijski kanali znekaj posameznimi osamelci (Zupanc in sod., 2012).

Ljubljansko barje je že več kot sto let znano po svoji naravovarstveni vrednosti. K temu je verjetno prispevala bližina glavnega mesta Ljubljane ter posledično dobra in dolgoletna raziskanost območja. Zaradi tega je tudi dobra osnova za primerjave flore in favne včasih in danes, te pa na žalost kažejo, da se stanje slabša. Razlog je vedno večji vpliv in posegi človeka v naravno okolje, saj je bilo kmetijstvo v preteklosti predvsem ekstenzivno, danes pa se delež intenzivnega kmetijstva povečuje (Trčak in sod., 2010). Prvič je bil zavarovan le majhen del Ljubljanskega barja 1920. leta, in sicer barjanski del pri Grmezu (Spomenica, 1920). Kot območje Natura 2000, veliko približno 129km², je bilo predlagano leta 2004 (Uredba o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000), Uradni list RS, št. 49/2004, priloga 2), kot krajinski park pa 2008 (Uredba o Krajinskem parku Ljubljansko barje, Uradni list RS, št. 112/2008). Razdeljeno je na tri varstvena območja, kot vidimo na sliki 5. Prvo je naravovarstveno najpomembnejše. Tu se kmetijstvo prilagaja varstvu flore, favne in habitatov. Drugo je namenjeno ohranjanju naravnih vrednot, biodiverzitete in pestrosti krajine. Tu se izvajata sonaravno kmetovanje in trajnostna raba naravnih virov s čim manjšim vplivom na naravo. Tretje je posvečeno ohranjanju narave v trenutni kakovosti, krajinske pestrosti, kulturne dediščine, spodbujanju trajnostnega razvoja, spodbujanju kmetijske in turistične dejavnosti ter je najmanj strogo. V vseh treh najdemo naselja, razpršene gradnje, gospodarske objekte in javno infrastrukturo (Uredba o Krajinskem parku Ljubljansko barje, Uradni list RS, št. 112/2008). Krajinski park zavzema 135 km² (Zupanc in sod., 2012). Koščični škratec je na Ljubljanskem barju varstveno najpomembnejša vrsta kačjega pastirja (Govedič in sod., 2012) in ena izmed dveh kvalifikacijskih vrst za status Natura 2000 (Uredba o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000), Uradni list RS, št. 49/2004, priloga 2).

Klimo na Ljubljanskem barju uvrščamo med modificirano kontinentalno (Kokol, 1982), značilna je močna inverzija zaradi lege v kotlini (Ogorelec, 1983). Povprečne januarske temperature so med -0,5 in -1,5 °C, povprečne julijske pa med 18 in 20 °C (Zupanc in sod., 2012). Zanimivo ima osrednji del od robnega nižje povprečne mesečne temperature. Razlike se gibljejo med 1,4°C poleti in 0,5°C pozimi, na kar verjetno vplivata vetrovnost in vlaga (Kokol, 1982). Vsako leto povprečno pade med 1350 mm in 155 mm dežja, največ jeseni in proti koncu pomladi. Na jugozahodu pade več padavin kot na severozahodu; v okolici Lip, ki so najbližje območju, obravnavanem v tej nalogi, povprečno 1374 mm (Zupanc in sod., 2012). Povprečna hitrost vetra v letu 2013 za meteorološko postajo Ljubljana – Bežigrad je

1,4 m/s (Arhiv spletne strani Agencije Republike Slovenije za okolje za najbližjo glavno meteorološko postajo Ljubljana – Bežigrad).

3.2 TERENSKO DELO

Terensko delo je potekalo leta 2013 med sredino aprila in sredino julija. V aprilu in začetku maja smo preverjali primernost kanalov na različnih delih Ljubljanskega barja vključno z že objavljenimi lokacijami za koščičnega škratca (Pirnat, 1998). Od maja do sredine julija smo na izbranem kanalu z metuljnico lovili odrasle osebkke koščičnega škratca in jih označevali. Osebkke smo lovili na pasu travnika ob kanalu in na obrežju kanala. Lovili smo tudi ostale prisotne odrasle kačje pastirje.

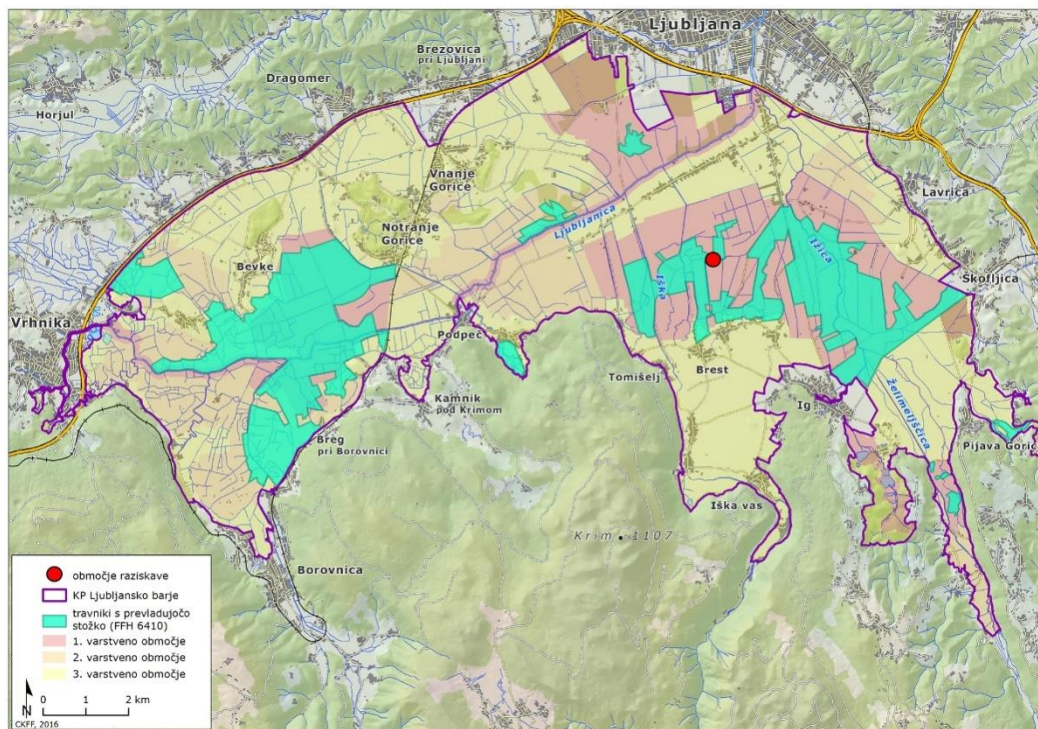
Dovoljenje za ujetje, vznemirjanje, odvzem iz narave in usmrnitev zavarovanih vrst kačjih pastirjev (Odonata) je 29. 7. 2011 izdalo Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za okolje pod šifro 35601-66/2011 - 6.

Odrasle osebkke vrste smo določali poslikovnem določevalnem ključu Djikstra in Lewington (2006).

3.2.1 Opis raziskovalne lokacije

Pri iskanju primerne raziskovalne območja 24. 4. 2013 in 9. 5. 2013 smo si ogledali kar nekaj različnih lokacij na Ljubljanskem barju. Prvotno je bilo načrtovano raziskovano območje večje, vendar ga je bilo treba zmanjšati do končnega obsega zaradi časovnega obsega fizične izvedbe markiranja osebkov. Metoda MRR namreč zahteva, da so posamezna vzorčenja čim krajša (Amstrup in sod., 2005).

Za raziskovano območje je bil izbran kanal severno od Matene, jugozahodno od Kozlarjeve gošče z usmerjenostjo zahod–vzhod (S 45.986858, V 14.496082). Na severni strani izbranega raziskovanega območja je bil kartiran habitatni tip travnik s prevladujočo stožko (*Molinia* sp.) (Slika 7) (v nadaljevanju travnik), ki raste na na karbonatnih, šotnih ali glineno-muljastih tleh in je kvalifikacijski tip habitata za območja Natura 2000. Travniki je ekstenzivno obdelovan, na južni strani pa je intenzivno obdelovana njiva (Trčak in sod., 2010), kjer gojijo koruzo. Izbrani kanal je kategoriziran kot reguliran vodotok, in sicer kot večji kanal, obraščen z zlato rozgo, brestovolistnim osladom, visokim šašjem, mladimi vrbami ipd., kar ga uvršča med starejše kanale (Trčak in sod., 2010). Travniki na severni strani kanala so kosili v dveh stopnjah. Prva košnja na polovici kanala je bila opažena 12. 6. 2013, na drugi polovici pa 15. 6. 2013.



Slika 7: Krajinski park Ljubljansko barje, razdeljen na tri varstvena območja, označena z različnimi barvami. Z zeleno so označena območja s prevladujočo stožko, tudi na severni strani našega izbranega kanala (Trčak in sod., 2010).

Na slikah 8 in 9 lahko vidimo primerjavo zaraščenosti izbranega kanala med leti 2011 in 2014. V letu 2014 je opazna rahlo večja poraščenost bregov predvsem z grmovnicami, hkrati pa je vidna razlika med zarastjo izbranega kanala, njegovega nadaljevanja proti zahodu in kanalov, pravokotnih nanj. V desnem zgornjem kotu slik 8 in 9 je viden popolnoma zaraščen kanal (označen s puščico), v katerem je bilo tekom raziskave zelo malo vode. Ta je bila težko opazna zaradi gostote rastlinja, vodna površina je bila popolnoma zasenčena. Oba pravokotna vodotoka sta manj zrasla, predvsem z lesnatimi rastlinami, vidne je več odprte vodne površine, zaradi česar je tudi osončenost večja. Izbrani kanal se glede zarasti nahaja nekje vmes.



Slika 8: Ortofotoposnetek izbranega odseka kanala na Ljubljanskem barju iz leta 2011. Z modro črto je označen kanal, kjer je potekala raziskava, s puščico pa zaraščen del (Geodetska uprava Republike Slovenije, 2011).



Slika 9: Ortofotoposnetek izbranega odseka kanala na Ljubljanskem barju iz leta 2014. Vidna je nekoliko večja zaraščenost kot v letu 2011 (Geodetska uprava Republike Slovenije, 2014).

Delo je potekalo na odseku 470 m izbranega kanala (Slika 8). Zaradi prisotnosti drugih primernih kanalov v neposredni bližini vzorčnega mesta, dva kanala sta z izbranim povezana, smo populacijo obravnavali kot odprto, kar pomeni, da se osebkovi lahko prosto premikajo med odvodniki. Del kanala lahko vidimo na sliki 10, vidno je tako obrežno kot vodno rastlinje. Kanal je širok med 2,5 in 3 m, mestoma dobro zaraščen s submerzno in emerzno vegetacijo, z zelo počasnim tokom. Substrat je bil muljnat in mehak. Ob kanalu je mestoma tudi bogato obrežno rastje. Na obeh straneh je kanal precej zaraščen z grmovjem in trstičevjem, z južne strani ga mestoma zaraščajo drevesa, s severne strani pa je bolj dostopen, odprt in presvetljen. Na tej strani je bila ulovljena tudi večina osebkov.

Na obeh straneh je povezan s kanaloma, ki sta nanj bolj ali manj pravokotna. Kanal smo izbrali, saj smo na tem mestu ob pregledu lokacij prvič naleteli na iskano vrsto.



Slika 10: Raziskovano območje: kanal z dobro razvito vodno in obrežno vegetacijo. V ospredju travnik, na katerem je bila ujeta večina osebkov, v ozadju koruzna njiva (foto: 1. 7. 2013).

3.2.2 Metoda lova in ponovnega ulova

Za ocenjevanje velikosti populacije in ostale raziskave populacijske dinamike smo uporabili metodo lova, markiranja in ponovnega ulova (MRR: angl. *Mark-Release-Recapture* ali CMR: angl. *Capture-Mark-Release*). Pri metodi gre za to, da osebkke na raziskovanem območju ujamemo in trajno označimo, da jih ob ponovnem ulovu prepoznamo. Glede na razmerje prvotno ujetih in ponovno ujetih osebkov lahko ocenimo velikost populacije. Terensko delo je potekalo od 9. 5. do 14. 7. 2013 in je obsegalo 21 terenskih dni, na terenu smo bili med 9.00 in 19.00. Da bi omejili vpliv vzorčenja in da so se označeni osebki pomešali nazaj med preostalo populacijo pred ponovnim vzorčenjem, smo šli na teren, kot predlagajo Chaput – Bardy in sod. (2010), torej vsak tretji dan oziroma glede na vremenske razmere in vremensko napoved, saj so odrasli ob slabem vremenu, kadar je dež, mrzlo ali dežuje, neaktivni in jih je težje najti ter loviti. V primeru, da je bilo vreme ves dan deževno ali oblačno in hladno, na teren nismo šli. Če se je vreme izboljšalo do popoldneva, smo se na teren odpravili, kadar je minilo vsaj dva dni od prejšnjega terena. V primeru, da se je vreme poslabšalo, medtem ko smo bili na terenu, smo vzorčenje vseeno dokončali; če je začel padati dež, smo počakali, da je ta ponehal. V dveh primerih smo se na teren odpravili dva dni zapored zaradi prilagajanja na vremenske razmere. Pot vzorčenja je vedno potekala na enak način, in sicer z začetkom na vzhodnem delu kanala, nadaljevanjem vzorčenja proti zahodu po severni strani in nato po južni strani nazaj od zahoda proti vzhodu. Osebkke smo

večinoma lovili na travniku tik ob bregu kanala. Vsak osebek smo na mestu ulova ali v neposredni bližini označili z unikatno oznako (identifikacijsko številko); z vodoodpornim flomastrom smo jim na eno krilo (nismo bili striktni, na katero krilo ali na katero stran) zapisali zaporedno številko, kot lahko vidimo na sliki 11. Takšna označba se ne izgubi, temveč se ohrani do konca življenja osebkov, kar je ena izmed zahtev metode. Pomembna zahteva metode je tudi, da označba osebkov ne ovira. Teneralnih osebkov nismo označevali, saj lahko označevanje na ta način poškoduje krila popolnoma svežih osebkov, ki so mehkejša in ranljivejša (Macagno in sod., 2008). Takšni osebkovi takoj po levitvi še nimajo razvite običajne obarvanosti, njihove barve so bolj blede, vzorec manj viden, krila pa mehka in svetlikajoča, zaradi česar je tudi let krajši, šibkejši in bolj okoren (Conrad in Herman, 1990). Lovili in označevali smo tudi spolno nezrele osebkove. Te smo prepoznali, ker na videz niso bili več tako sveži, da bi jih poškodovali, razmnoževali pa se še niso (Corbet, 1999). Ob vsakem ulovu smo si zapisali datum, spol, zaporedno številko, identifikacijsko številko (ta je za osebek vedno enaka ne glede na to, kolikokrat je ujet) in vedenje osebkov pred ulovom (letanje na travniku, sedenje na rastlinju, letanje nad vodo...) ter z napravo GPS označili koordinate ulova. Osebkove smo po označitvi odložili na ravno podlago, s katere so po nekaj trenutkih sami odleteli. V primeru, da izpuščen osebek ni odletel s podlage, smo ga odložili na bližnje rastlinje. Lovili smo tako označene kot neoznačene osebkove, saj na daljavo številke na krilih ni bilo mogoče razbrati dovolj natančno. V primeru, da smo osebek v istem dnevu ujeli večkrat, smo vsakokrat označili natančno mesto ulova, v analizi s programom MARK pa smo upoštevali le prvi ulov tistega dne.



Slika 11: Samica koščičnega škratca, označena z identifikacijsko številko z vodoodpornim flomastrom (foto: 17. 5. 2013).

3.3 ANALIZA PODATKOV

3.3.1 Analiza podatkov po metodi Cormack-Jolly-Seber

Podatke, ki smo jih zbrali z metodo MRR, smo oblikovali v matriko, v kateri so bili na določen datum ujeti osebkki označeni z 1, osebkki, ki na določen datum niso bili ujeti, pa z 0. Ujete osebkke smo ločili glede na spol, nato smo jih obdelali v programu MARK 8.0 (White in Burnham, 1999) z metodo Cormack-Jolly-Seber, poznano tudi pod imenom metoda omejenih linearnih modelov (CLM: angl. *Constrained Linear Models*). Ta metoda se uporablja, kadar so raziskovane populacije odprte in se vzorčenje večkrat ponavlja (Schwarz in Arnason, 1996; Schwarz in Seber, 1999). Kot najustreznejši model veljatisti z najmanjšo vrednostjo Akaikovega informacijskega kriterija (AIC_c) (Hurvich in Tsai, 1989), izračunanega s programom MARK. Če je AIC_c manjši od 2, je model dobro podprt z empiričnimi podatki, kriterij pa ne sme biti višji od 7 (Burnham in Anderson, 1998). Po varčnem načelu smo med dobro podprtimi modeli izbrali model z najmanjšim številom ocenjenih parametrov. Tako je natančnost ocen populacijskih parametrov večja, zato se pogosto uporablja pri analizah v podobnih raziskavah kačjih pastirjev (Macagno in sod., 2008; Chaput – Bardy, 2010).

Program MARK oceni vrednost dveh populacijskih parametrov: stopnjo preživetja (ϕ), ki predstavlja preživetje osebkov iz enega dneva vzorčenja do drugega; in ulovljivost (p), to je verjetnost, da je bil osebek ujet na dan vzorčenja. Program pokaže ustreznost šestnajstih modelov, med katerimi smo za naše podatke izbrali $\phi(t) p(g)$ ($AIC_c = 5,2894$; število parametrov: 14), kar pomeni, da se stopnja preživetja spreminja v odvisnosti s časom, torej se spreminja tekom raziskave, ulovljivost pa s časom in glede na različni skupini (v našem primeru spola).

Ocene dnevnih velikosti populacije samcev in samic smo izračunali iz števila ulovljenih osebkov v določenem dnevu, ki smo jih popravili z uporabo parametra verjetnosti ulova (p), ocenjene glede na spol. Skupna ocena dnevne velikosti populacije (N_i) je bila nato seštevek ocen dnevnih velikosti populacije samcev in samic. Nato smo izračunali dnevne prirastke (B) iz ocen dnevnih velikosti populacije, stopnje preživetja (ϕ) in intervala med dnevi vzorčenja. Popravljen vsota dnevnih prirastkov (B_{cor}) po Nowicki (2005) predstavlja skupno oceno velikosti populacije (N_{cor} skupna). Ta upošteva tudi osebkke, ki so se na novo izlevili in poginili, preden smo jih lahko ujeli. Intervale zaupanja smo računali po Settele in sod. (1999).

Povprečno pričakovano življenjsko dobo smo izračunali kot povprečni čas med prvim in zadnjim ujetjem osebkka (Cook in sod., 1967; Hafernik in Garrison, 1986):

$$\hat{e} = -(\ln \hat{\phi})^{-1} \quad \dots(1)$$

3.3.2 Prostorski premiki

Ob ulovu vsakega osebkca smo si na mestu ulova zabeležili koordinate GPS. Prostorski premik smo definirali kot vsak premik osebkca (Corbet, 1999). Od sredinske linije kanala, kot vidno na sliki 8, smo izmerili, kako daleč od kanala smo ulovili osebkce. Določili smo tudi, kateri osebkci so bili ujeti na severni in kateri na južni strani kanala. Izračunali smo najkrajše linearne razdalje med vsemi točkami, kjer so bili posamezni osebkci ujeti. Nato smo za vsak osebek izračunali dejanske opažene premike, maksimalno, minimalno in povprečno preleteno razdaljo od prvega do zadnjega ujetja. Prostorske analize smo naredili v ESRI ArcView 3.3. in ESRI ArcGis 9.3, za urejanje podatkov smo uporabili MS Excel 2010 in MS Access 2010.

4 REZULTATI

4.1 VREME

Vreme tekom raziskave smo beležili sami v obliki opisa prevladujočega stanja tekom dneva, torej ali je bilo sončno, pretežno sončno, pretežno oblačno ali oblačno. Ob večjih vremenskih spremembah smo si zabeležili tudi uro, in sicer v primeru dežja, v primeru, da se je pokazalo sonce na sicer popolnoma oblačni dan ali nenadnega vetra. Temperature nismo beležili. Prve štiri dni raziskave je bilo vreme zelo lepo, sončno, čemur je sledila pretežna oblačnost z občasnim dežjem. V sredini junija je sledilo izrazito izboljšanje z jasnim in toplejšim vremenom. Pretežno sončno s poletnimi temperaturami je bilo do konca raziskave. Podatke za temperature smo pridobili v arhivu spletne strani Agencije Republike Slovenije za okolje za najbližjo glavno meteorološko postajo Ljubljana – Bežigrad. Količino sonca smo določili sami glede na lastne podatke o vremenu, in sicer smo jo razdelili v kategorije 1–10, kjer je 10 največja osončenost, torej popolnoma jasen dan, in 1 popolna pokritost neba z oblaki. Vremenski podatki za obdobje vzorčenja so predstavljeni v preglednici 1.

Preglednica 1: Temperatura, vreme in količina sonca za dni, ko smo bili na terenu. Podatke za temperature smo vzeli iz arhiva spletne strani Agencije RS za okolje za najbližjo meteorološko postajo Lj. – Bežigrad, vreme in količino sonca smo beležili sami.

Datum	Temperatura (°C)	Vreme	Količina sonca
9. 5. 2013	18,3	sončno	10
13. 5. 2013	15	sončno	10
15. 5. 2013	17,4	pretežno sončno z vetrom	8
18. 5. 2013	16,2	pretežno sončno z vetrom	8
20. 5. 2013	15,3	pretežno oblačno s plohami	3
22. 5. 2013	16,8	pretežno oblačno	4
27. 5. 2013	14	50 % sončno, 50 % oblačno in vetrovno	5

se nadaljuje

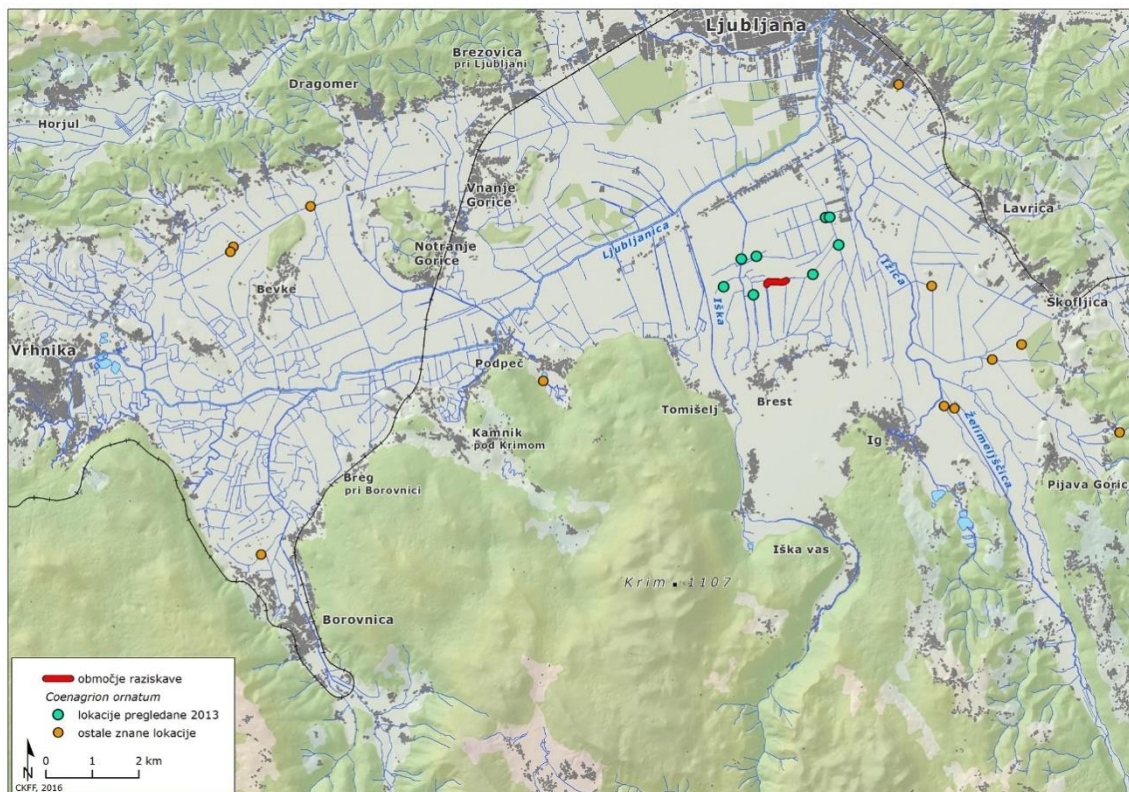
nadaljevanje

Preglednica 2: Temperatura, vreme in količina sonca za dni, ko smo bili na terenu.

Datum	Temperatura (°C)	Vreme	Količina sonca
28. 5. 2013	15,7	oblačno	2
1. 6. 2013	13,4	pretežno oblačno s plohami	4
3. 6. 2013	16,6	pretežno sončno z vetrom	8
7. 6. 2013	17,8	pretežno sončno, na koncu dež	8
9. 6. 2013	18,5	pretežno oblačno	3
12. 6. 2013	19,5	pretežno sončno, na koncu dež	8
15. 6. 2013	23,9	pretežno sončno	9
16. 6. 2013	25,3	sončno	10
19. 6. 2013	28	sončno	9
28. 6. 2013	15,3	pretežno sončno	8
1. 7. 2013	20,3	oblačno in sončno izmenično	5
4. 7. 2013	22,6	pretežno sončno z vetrom	8
12. 7. 2013	20,5	pretežno sončno	8
14. 7. 2013	21,7	izmenično oblačno in sončno	5

4.2 PREGLED LOKACIJ Z ŽE ZNANO PRISOTNOSTJO KOŠČIČNEGA ŠKRATCA

Izbrane lokacije, prikazane na sliki 12, kjer je Pirnat (1998) opazila koščičnega škratca, smo obiskali 9. 5. 2013. Pregledali smo 8 lokacij v okolici izbranega kanala, kjer se je vrsta že pojavljala v precejšnjem številu. Vsi na omenjeni lokaciji opaženi osebkovi so bili še zelo sveži. Na nobeni od pregledanih lokacij z znano prisotnostjo iz Pirnat (1998) nismo našli osebkov koščičnega škratca. Poleg tega so bile lokacije zaraščene, na večini pa zaradi gostega grmovnatega rastja ni bilo niti videti niti zaznati prisotnosti vode.

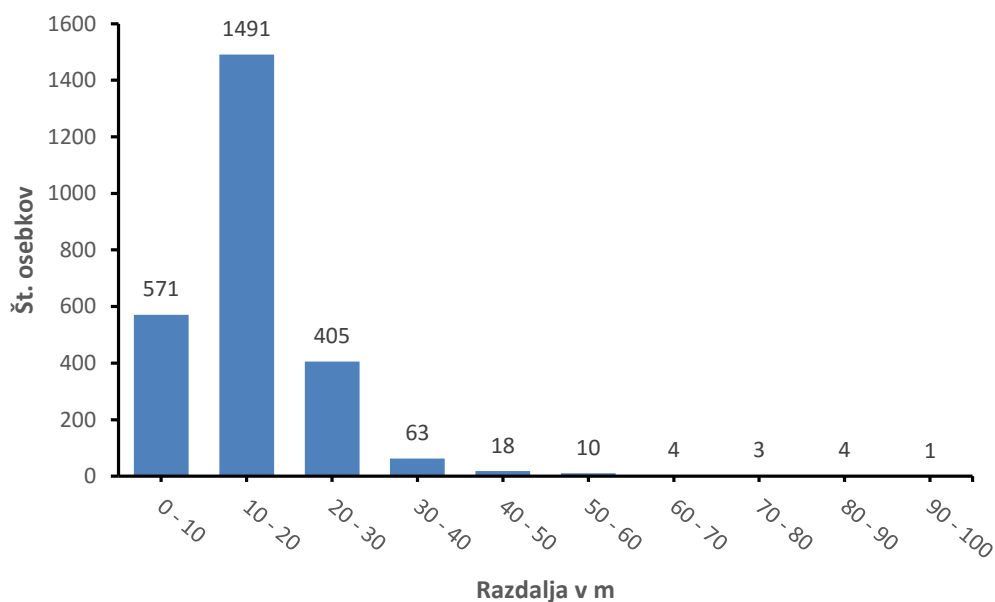


Slika 12: Podatki znanih lokacij koščičnega škratca na Ljubljanskem barju. Z modro so označene lokacije, pregledane tekom raziskave, z oranžno pa ostale znane lokacije. Z rdečo linijo je označen raziskovani kanal (podatkovna zbirka CKFF, stanje 2015).

4.3 STATISTIKA ULOVOV

Vse skupaj je bilo v 21 terenskih dneh med 9. 5. 2013 in 14. 7. 2013 ujetih 2168 osebkov, od tega 478 samic in 1690 samcev. 310 osebkov je bilo ponovno ujetih, kar predstavlja 14 % od vseh ujetih, od tega 293 samcev, kar je 17 % vseh ujetih samcevin 17 samic oziroma 3,6 % vseh samic, ki so bile ujete. Vse samice so bile ujete dvakrat, medtem ko je bilo 234 samcev ujetih dvakrat, 45 trikrat, 10 štirikrat, 3 petkrat in 1 šestkrat. Največ osebkov v enem dnevu smo ujeli 1. 6., in sicer 299. Zaradi zelo majhnega števila ujetih osebkov v primerjavi z ostalimi dnevi smo iz matrike izločili prvih in zadnjih šest dni. Izločenim dnevom smo kasneje pripisali parametre (p – verjetnost ulova in ϕ – stopnja preživetja) najbližjega dne, za katerega smo parametre pridobili. Prvi dan smo izločili tudi iz nadaljnjih analiz, saj smo označili le dva osebkov, prisotnih pa jih je bilo več, vendar so bili za označevanje še preveč sveži. Tako število označenih osebkov ne kaže na dejansko število prisotnih osebkov v tem dnevu. Ti podatki tudi v nadaljevanju niso vključeni v magistrsko delo. Prav tako smo iz obdelave podatkov izločili zadnji dan, saj nismo ujeli nobenega samca in le eno samico, zaradi česar je za raziskavo irelevanten.

Najdlje smo osebek ujeli 92 m (± 5 m) od kanala, kot kaže slika 13, pa jih je bilo največ ujetih v oddaljenosti med 10 in 20 m (± 5 m) od kanala. 95 % vseh osebkov smo ujeli do 20 m (± 5 m) od kanala, in sicer na severni strani. Na južni strani kanala, kjer je koruzna njiva, smo jih v vseh vzorčenjih skupaj ujeli le 19.



Slika 13: Razdalja ujetih osebkov od sredine kanala, predstavljena v rangih po 10 m.

Sveži osebki so se pojavljali tekom celotne raziskave, zadnje opažanje je bilo 1. 7. 2013, precejšnji upad števila svežih osebkov pa je bil opažen od 22. 5. 2013 naprej.

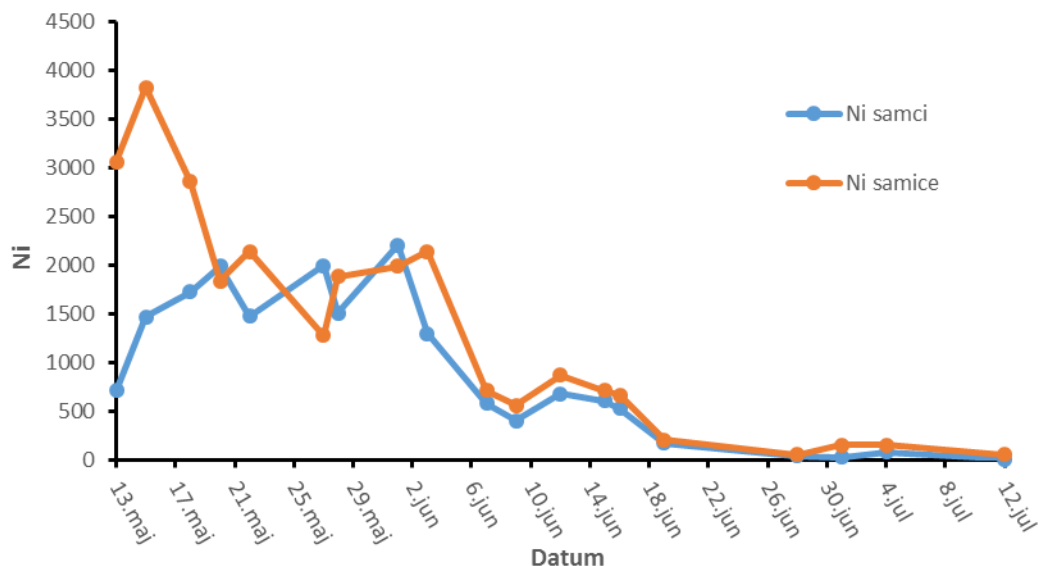
Tekom raziskave smo našli šest mrtvih označenih osebkov, ki smo jih izključili iz obdelave podatkov (Nowicki ustno, 2013). Prav tako smo pri šestih osebkih ob drugem ujetju opazili poškodbe na označenem krilu, pri enakem številu osebkov oznake ni bilo mogoče razbrati, bila pa je prisotna, zato smo jih označili z novo identifikacijsko številko. Okrog 20 osebkov je bilo opaženih med parjenjem istega dne, kot so bili označeni.

4.4 DNEVNE OCENE VELIKOSTI POPULACIJE

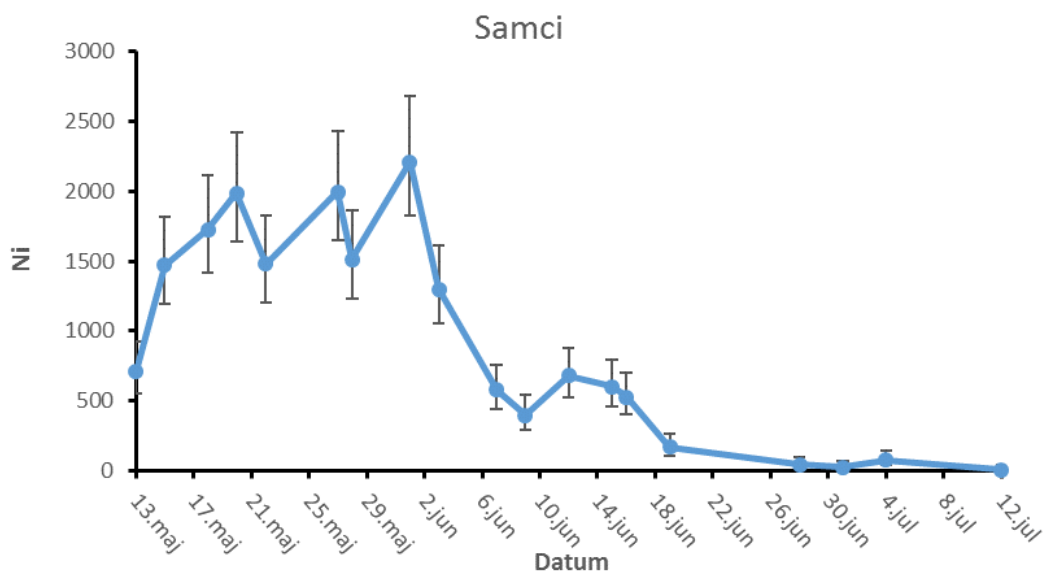
Prvi dan terena smo označili 144 osebkov, 84 samcev in 60 samic, razlika med spoloma ujetih osebkov pa se je po tem dnevu povečala. Tekom celotne raziskave so prevladovali samci. Vrsto smo na lokaciji prvič videli 9. 5. 2013, vendar so bili osebki še preveč sveži za označevanje. Označevanje je tako potekalo od 13. 5. 2013 do 14. 7. 2013.

Stopnja preživetja je bila za samce in samice ocenjena kot enaka, spreminjala pa se je s časom in med dnevi raziskave variirala med 0,75 in 0,99. Verjetnost ulova je bila ocenjena kot neodvisna od časa, različna pa glede na spol, in sicer za samice 0,02, za samce pa 0,12. Najvišja ocena dnevne populacije, kot vidno na slikah 14 in 16, je na drugi dan za samice, in sicer 3828. Za samce je bila največja populacija, 2209 osebkov, ocenjena na osmi dan, kar je razvidno na slikah 14 in 15. Samice so se glede na rezultate začele pojavljati prej kot samci in imajo izraziti vrh ocene dnevne populacije na začetku obdobja pojavljanja odraslih osebkov. Populacija samcev je zmerno naraščala skoraj dva tedna po začetku pojavljanja, ko je dosegla vrh, z vmesnimi upadanji. Vmesna upadanja dnevnih ocen velikosti populacije

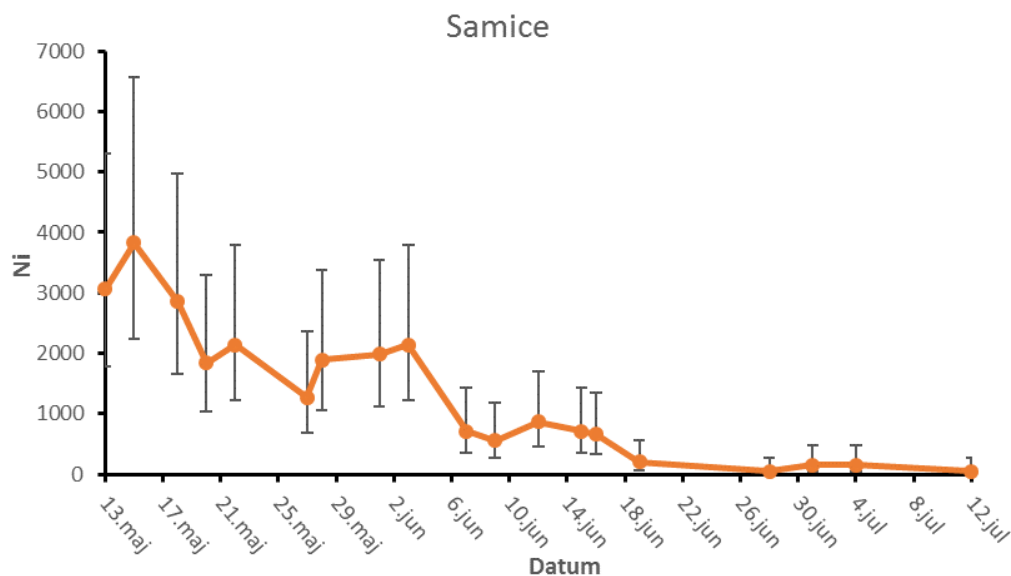
najverjetneje lahko pripišemo nestabilnim vremenskim pogojem. Opazen je porast 12. 6. 2013 pri obeh spolih, ki ga prav tako lahko pripišemo vremenu.



Slika 14: Ocene dnevnih velikosti populacij (Ni) koščičnega škratca. Primerjava med samci in samicami.



Slika 15: Ocene dnevnih velikosti populacij koščičnega škratca za samce s 95-odstotnimi intervali zaupanja.



Slika 16: Ocene dnevnih velikosti populacij koščičnega škratca za samice s 95-odstotnimi intervali zaupanja.

4.5 OCENA VELIKOSTI POPULACIJE, ŽIVLJENJSKA DOBA IN RAZMERJE SPOLOV

Kot je navedeno v preglednici 1, je bila populacija ocenjena na 12617 (5326–19906) osebkov, 6198 (2250–10146) samcev in 7221 (1092–13349) samic. Ko smo oceno popravili po Nowicki in sod. (2005), je bila skupna ocena velikosti populacije 13449 (6106–20791) s 6693 (2515–10870) samci in 7662 (1623–13699) samicami. Razlika v oceni velikosti populacije in popravljeno oceno po izračunu Nowickega (2005) je približno 10 %, prav tako je v primeru popravljene ocene populacija samic ocenjena za približno 10 % večjo od populacije samcev.

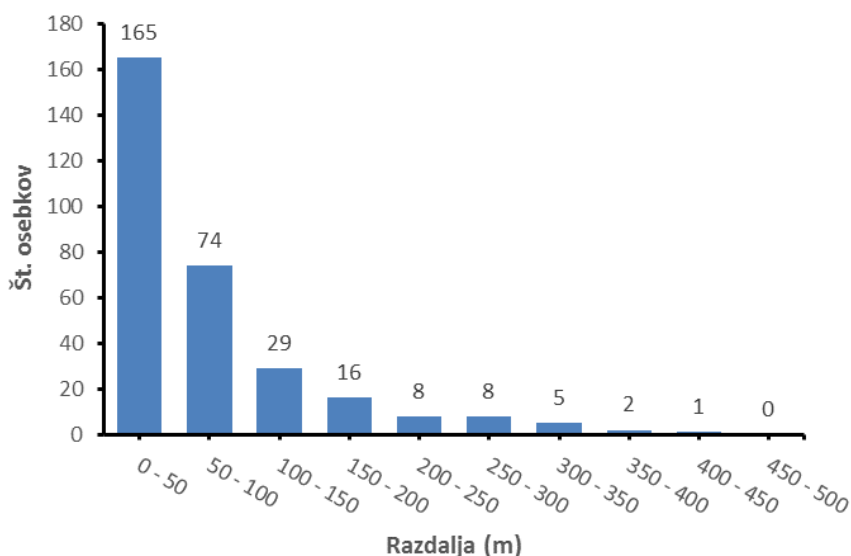
Preglednica 3: Ocena velikosti populacije samcev, samic in vseh osebkov koščičnega škratca. Ocena velikosti populacije po Nowicki (2005) upošteva na novo izlevaljene in poginule osebkke, preden smo jih lahko ujeli.

	Ocena velikosti populacije (95-odstotni interval zaupanja)	Popravljen ocena velikosti populacije (95-odstotni interval zaupanja)
♂	6198 (2250–10146)	6693 (2515–10870)
♀	7221 (1092–13349)	7662 (1623–13699)
♀ + ♂	12617 (5326–19906)	13449 (6106–20791)

Povprečna življenjska doba, izračunana glede na časovni interval med prvim in zadnjim ujetjem za oba spola, je 8 dni, povprečna pričakovana življenjska doba ($\hat{e}$) po Cook in sod. (1967) pa je 7,7 dni. Glede na razliko med prvim in zadnjim ujetjem smo izračunali tudi življenjsko dobo za oba spola. Za samice je ta 11 dni in za samce 7,7 dni. Maksimalno število dni med prvim in zadnjim ulovom je bilo 39. Razmerje spolov ujetih osebkov je bilo močno pomaknjeno v prid samcev, in sicer 3,5:1.

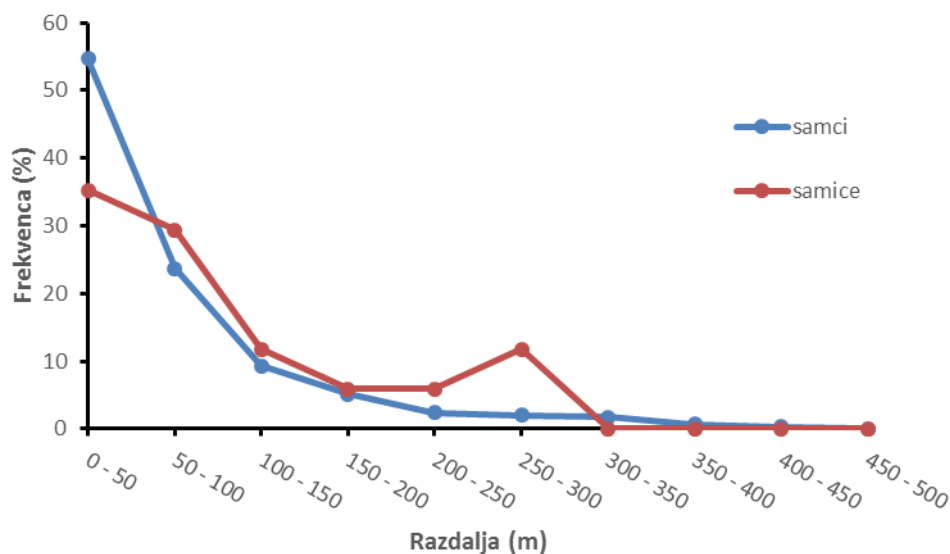
4.6 PROSTORSKI PREMIKI

Povprečne premike osebkov tekom raziskave smo razdelili v range velikosti 50 m. Na sliki 17 vidimo, da se je 56 % osebkov od točke prvega do točke zadnjega ujetja povprečno premaknilo manj kot 50 m (± 5 m), 79 % manj kot 100 m (± 5 m) in 93 % manj kot 200 m (± 5 m). Najdaljši opažen premik je bil 414 m (± 5 m), povprečje za vse osebkove je bilo 70 m (± 5 m), mediana pa 43 m (± 5 m).



Slika 17: Število osebkov glede na njihov povprečen premik tekom celotne študije. Povprečne premike smo razdelili v range po 50 m.

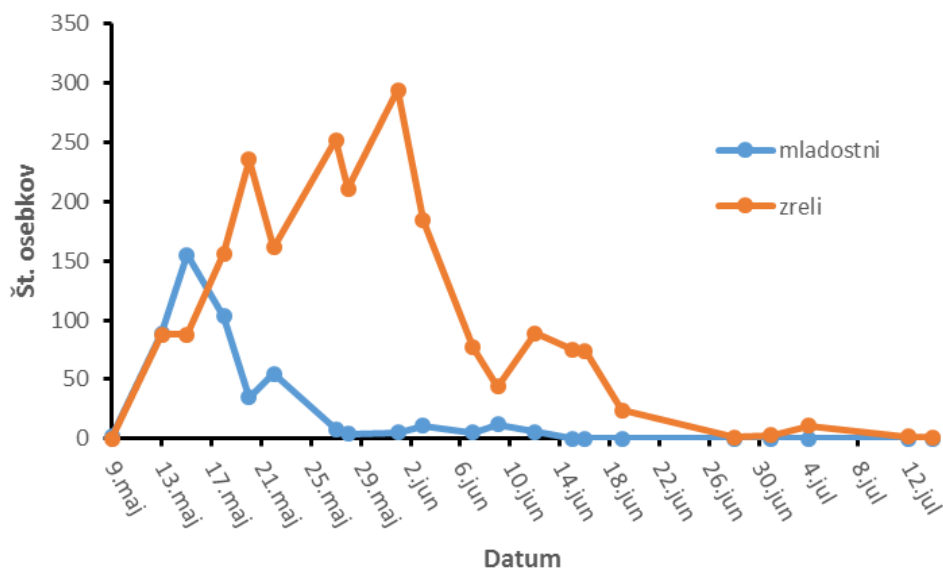
Primerjali smo tudi premike obeh spolov. Povprečje opaženih premikov samcev je bilo 71 m (± 5 m) z mediano 41 m (± 5 m) in samic 99 m (± 5 m) z mediano 62 m (± 5 m). Izračunali smo kolikšen odstotek osebkov posameznega spola je opravil premike v rangih velikosti 50 m, za izračun smo uporabili povprečne premike. Pri samcih graf na sliki 18 eksponentno pada, medtem ko pri samicah krivulja ni enakomerna. Večji odstotek samic je opravilo pot v rangi med 250 in 300 m. Ponovni ulov samic je bil veliko manjši (293 samcev in 17 samic), zato razporeditev ni povsem reprezentativna.



Slika 18: Frekvenčna porazdelitev premikov osebkov posameznega spola v rangih velikosti 50 m.

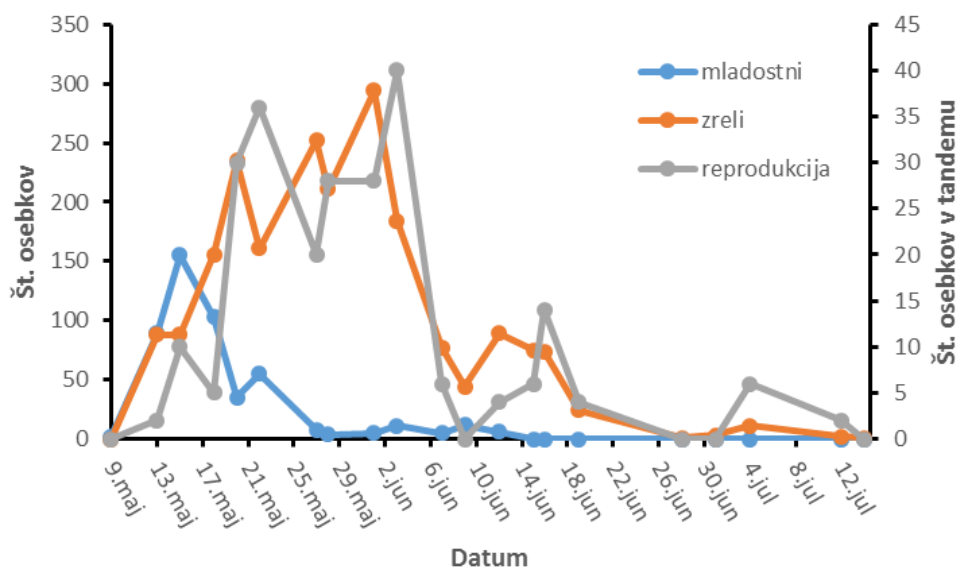
4.7 STAROST IN VEDENJE UJETIH OSEBKOV

Opisali smo tudi aktivnost in ocenili starost osebkov pred ulovom. Starost smo ocenjevali glede na videz osebkov. Če barve še niso bile dokončno razvite, skelet pa mehkejši, smo jih ocenili kot mladostne, če je bila obarvanost primerna in fizična struktura dovolj trdna, pa kot zrele. Nekaj je bilo ujetih tudi svežih in starih osebkov, vendar premalo za reprezentativen prikaz na spodnjem grafu. Na videz stari osebki, ki jih prepoznamo po temnejši obarvanosti in »obrabljenem« videzu, so se začeli pojavljati 9. 6. 2013, mladostni osebki so bili zadnjič označeni 12. 6. 2013, teneralne osebkove, pri katerih barve niso bile vidne, njihov skelet in krila pa premehka za označevanje, pa smo zadnjič opazili 1. 7. 2013 (Slika 19). Vedenje in starost smo grafično ločili tudi po spolih, vendar med njimi ni prišlo do bistvenih razlik.



Slika 19: Pojavljanje mladostnih in zrelih osebkov tekom raziskave glede na obarvanost in čvrstost eksoskeleta.

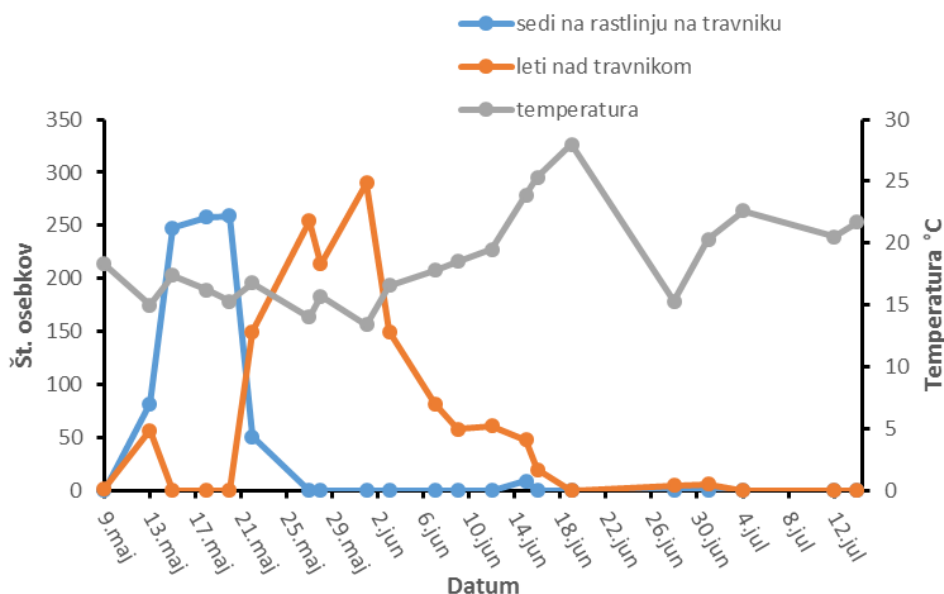
Starost, ki smo jo določili osebkom glede na videz, smo primerjali tudi z opazovanim reproduktivnim vedenjem, da bi ugotovili, ali so bili na videz zreli osebki tudi že spolno zreli (Slika 20). Reprodukativno vedenje smo definirali kot osebke, opažene v tandemu, koleslju in pri odlaganju jajčec.



Slika 20: Primerjava ocenjene starosti in reprodukativnega vedenja.

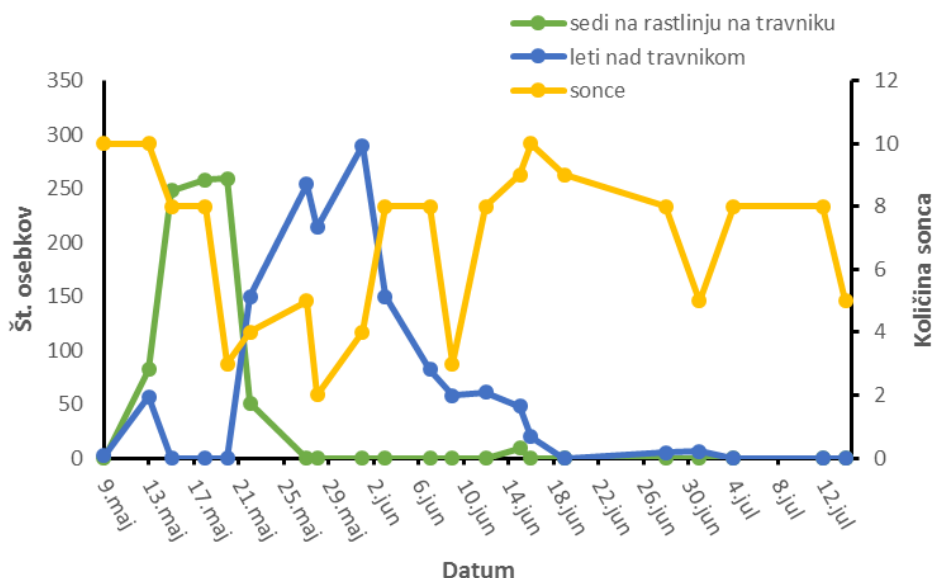
Vedenje smo kategorizirali glede na letenje ali sedenje na rastlinju ter na mesto ujetja, nad travnikom ali nad vodo. Nad vodo smo ujeli zelo malo osebkov, saj je bila številčnost na

travniku tik ob bregu občutno večja in so bili osebkovi tam lažje ulovljivi. Prav tako pri osebkih, ujetih nad vodo, ni vidnega vzorca pojavljanja, zato smo jih za bolj pregleden prikaz izločili. Vedenje smo primerjali s povprečnimi dnevnimi temperaturami (Slika 21) in dnevnim povprečjem obsijanosti kanala s soncem (Slika 22). Količino sonca smo razporedili v 10 kategorij po lastnih podatkih. Osebkovi so na začetku naše raziskave pred ujetjem predvsem sedeli na rastlinju z manjšim vrhom letelih 13. 5. 2013, medtem ko so od 20. 5. 2013 postajali vedno bolj aktivni in smo jih večinoma ulovili med letenjem – do upada številčnosti.



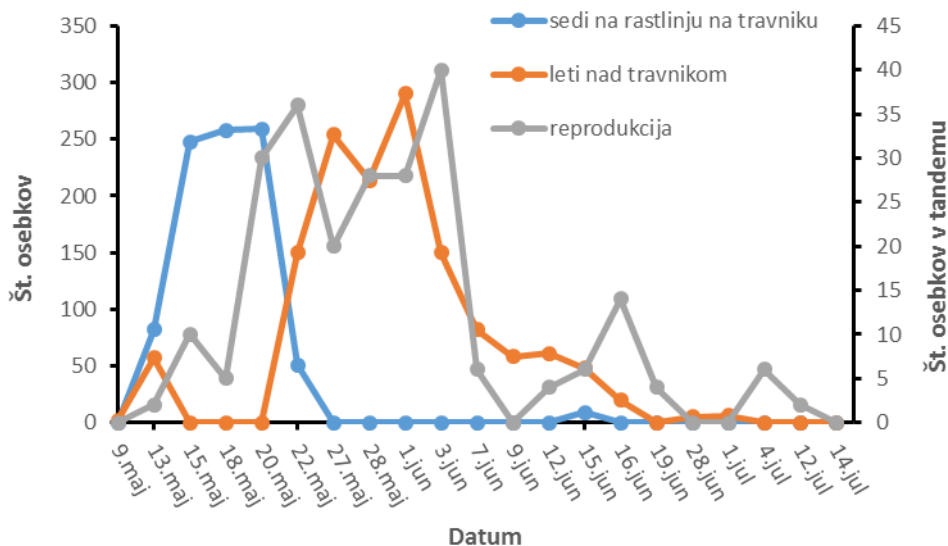
Slika 21: Aktivnost osebkov koščičnega škratca pred ujetjem. Večina osebkov je sedela na rastlinju na bregu kanala ali letela; v primerjavi s povprečnimi temperaturami na tisti dan z meteorološke postaje Lj. – Bežigrad.

Ob primerjavi vedenja z dnevnimi temperaturami na sliki 21 ni vidne povezave. Upoštevati je treba, da so podatki z meteorološke postaje Ljubljana – Bežigrad, tako da je lahko prišlo do manjših razlik na Ljubljanskem barju. V ozir je treba vzeti tudi dejstvo, da je koščični škratec vrsta s spomladanskim pojavljanjem in kot taka ni vezana na visoke poletne temperature (Buchwald, 1986). Po drugi strani pa naj bi bila osončenost za aktivnost vrste pomembna (Vought in Lacoursiere, 2010). Kljub temu na sliki 22 ne vidimo razločne povezave med količino sonca, ki smo jo določili po lastnih podatkih, in mirovanjem ali letanjem vrste.



Slika 22: Vedenje osebkov koščičnega škratca pred ujetjem v primerjavi s količino sonca na tisti dan.

Vedenje pred ujetjem smo primerjali tudi z reproduktivnim vedenjem, za kar smo šteli osebe, ujete v tandemu. Na sliki 23 lahko vidimo porast aktivnosti spolnega vedenja dva dni pred spremembo večine osebkovodpretežnega sedenja k pretežnemu letanju.



Slika 23: Aktivnost osebkov pred ujetjem v primerjavi s številom ujetih tandemov.

4.8 POPIS VRST NA IZBRANEM KANALU

Na lokaciji smo skupaj z izbrano vrstotekom raziskave opazili 15 vrst kačjih pastirjev. Natančnega števila osebkov in dni, ko so se vrste pojavljale, nismo beležili. Od 15 popisanih

vrst, opaženih med 9. 5. 2013 in 14. 7. 2013, je 5 vrst uvrščenih na Rdeči seznam Republike Slovenije (Rdeči seznam, Ur.l. 82/2002) (Preglednica 3).

Preglednica 4: Seznam 15 vrst kačjih pastirjev, ujetih na območju raziskave. Vrste so razporejene glede na družine, poleg njih pa je naveden njihov status na Rdečem seznamu RS (Rdeči seznam, Ur.l. 82/2002).

	družina (lat.)	slovensko ime	latinsko ime	Rdeči seznam RS
1	Calopterygidae	modri bleščavec	<i>Calopteryx virgo</i>	
2	Coenagrionidae	bledi kresničar	<i>Ischnura pumilio</i>	
3		travniški škratec	<i>Coenagrion puella</i>	
4		koščični škratec	<i>Coenagrion ornatum</i>	ranljiva
5		rani plamenec	<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	
6	Platycnemididae	sinji presličar	<i>Platycnemis pennipes</i>	
7	Aeshnidae	deviški pastir	<i>Aeshna isoceles</i>	ranljiva
8		zgodnji trstničar	<i>Brachytron pratense</i>	ranljiva
9		veliki spremljevalec	<i>Anax imperator</i>	
10	Gomphidae	bledi peščenec	<i>Onychogomphus forcipatus</i>	
11	Corduliidae	pegasti lesketnik	<i>Somatochlora flavomaculata</i>	ranljiva
12	Libellulidae	lisasti ploščec	<i>Libellula quadrimaculata</i>	
13		modri ploščec	<i>Libellula depressa</i>	
14		črni ploščec	<i>Libellula fulva</i>	ranljiva
15		krvavordeči kamenjak	<i>Sympetrum sanguineum</i>	

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZŠIRJENOST NA PREGLEDANIH LOKACIJAH

Na nobeni od pregledanih lokacij z znano prisotnostjo iz Pirnat (1998) (Slika 12) 9. 5. 2013 nismo potrdili prisotnosti koščičnega škratca. Na izbranem mestu, kjer je potekala naša raziskava se je isti dan vrsta že pojavljala. Videli smo približno dvajset teneralnih in mladostnih osebkov. Obiskane lokacije, kjer je bila vrsta najdena pred malo manj kot 20 leti, so bile popolnoma preraščene z rastlinjem, pri čemer na večini vodna površina ni bila vidna, zato smo habitat ocenili kot za vrsto neprimeren. V aprilu smo pregledali še nekatere druge lokacije na različnih delih Ljubljanskega barja, vendar vrste v tem času nismo zasledili. Lokacije, kjer smo koščičnega škratca iskali, smo izbirali naključno, razen v primeru osmih znanih lokacij (Pirnat, 1998). Vseh znanih nahajališč za izbrano vrsto nismo obiskali, saj smo med obiskovanjem predhodno opisanih lokacij s prisotnostjo preučevane vrste naleteli na zadosti veliko populacijo koščičnega škratca na kanalu, kjer je potekala študija, zato

potrebe po iskanju drugih lokacij z zadosti veliko populacijo ni bilo. Prisotnosti vrste v letu 2013 nismo potrdili na nobeni drugi lokaciji na Ljubljanskem barju, saj smo celotno pojavljanje odraslih osebkov raziskovali izbrani kanal.

5.2 POPULACIJSKA STRUKTURA

Stopnja ponovnega ulova je bila 14 %, torej nižja kot v večini ostalih raziskav, opravljenih na najbolj sorodni vrsti, brzičnem škratcu, kjer je ta variirala med 27 % in 48 % (Hunger in Röske, 2001; Purse in sod., 2003; Rouquette in Thompson, 2007a; 2007b; Keller in Holderegger, 2013). Za razliko od zgoraj naštetih sta Rouquette in Thompson (2007b) za brzičnega škratca zabeležila 13-odstotno stopnjo ponovnega ulova in sicer v raziskavi kjer so osebkke označevali z UV barvilom ter jih ponoči iskali z UV lučjo. Njihov nizek ponovni ulov lahko pripišemo temu, da niso ob vsakem obisku preiskali celotnega izbranega vzorčnega območja. Tako nizek ponovni ulov smo v literaturi zasledili tudi pri enakokrilem kačjem pastirju modrem kresničarju, kjer so ponovno ujeli 12,2 % samcev in 11,6 % samic (Anholt in sod., 2001). Vrsta sicer velja za eno izmed najbolj sedentarnih vrst kačjih pastirjev (Gittings, 1988). Najverjetneje lahko nizko stopnjo ponovnega ulova v naši študiji pripišemo odprtosti krajine kjer se nahaja izbrana lokacija, poleg tega so bili v neposredni bližini drugi primerni kanali, kjer bi se vrsta lahko zadrževala. Trije kanali so z izbranim kanalom povezani, poleg tega ni omejen z gozdnim habitatom, zaradi česar so osebkke lahko odleteli izven dosega naše raziskave. Kljub temu je med kanali opazna razlika v rastlinski zarasti (Sliki 8 in 9). Kanal, ki se od izbranega kanala, označenega na sliki 8, nadaljuje zahodno in je na slikah 8 in 9 označen s puščico, je popolnoma zaraščen; če je voda prisotna, tekom naših obiskov ni bila opazna. Oba kanala pravokotna na izbranega pa sta od le tega manj zaraščena. Vrsta koščični škratec naj bi se pojavljala na sončnih kanalih, vendar se je naše preliminarno iskanje lokacije zaključilo na kanalu s srednjo zarastjo, saj vrste na ostalih pregledanih lokacijah (tudi sosednjih) takrat ni bilo opaziti. Sveže osebkke izbrane vrste smo na sosednjih kanalih prvič videli na tretji dan študije, 15. 5. 2013, in sicer na dveh kanalih, ki ležita pravokotno na izbranega.

Glede na opazovanje svežih osebkov skoraj do konca raziskave (Slika 19) lahko potrdimo asinhrono levitev ličink v odrasle osebkke, kot to velja pri brzičnem škratcu. Da se osebkke levijo asinhrono, pomeni, da ne izletijo vsi osebkke hkrati, temveč ta na primer v Angliji poteka od sredine maja do sredine julija, torej kar dva meseca (Purse, 2002).

Stopnja ponovnega ulova samcev in samic je bila v naši raziskavi izrazito v prid samcev, in sicer 17 % za samce in 3,6 % za samice, kot je znano tudi iz večine prejšnjih raziskav tako na brzičnem škratcu (Bennett in Mill, 1995; Hunger in Röske 2001; Purse, 2002; Beirinckx in sod., 2006; Watts in sod., 2007; Rouquette in Thompson, 2007a) kot tudi na drugih enakokrilih kačjih pastirjih (Corbet, 1999). Za takšno razliko obstaja kar nekaj možnih razlag (Cordero-Rivera in Stoks, 2008). Razliko bi lahko povzročilo razmerje spolov pri levitvi v odrasle osebkke, ki naj bi bilo v prid samcev. Do sedaj so raziskave na brzičnem škratcu pokazale, da se smrtnost na stopnji ličinke ne razlikuje glede na spol (Purse, 2002), rezultati razmerja samci: samice tekom levitve pa si niso enotni. Po Purse (2002) je razmerje 1:1, po Purse in Thompson (2003) pa 1,35:1. Takšna razlika je premajhna za ugotovljeno razmerje samci: samice pri ulovu v naši raziskavi, ki je bilo 3,5:1. K razliki bi lahko prispevala tudi kasnejša levitev samic v odrasle, kar so ugotovili v poskusih v laboratoriju (De Block in

Stoks, 2003). Vendar je ta teorija slabo podprta z raziskavami v naravi (Corbet, 1999) in pri brzičnem škratcu ni bila dokazana (Purse, 2002). Tega prav tako ne podpirajo naši rezultati. Možno je, da na rezultate vpliva daljše obdobje dozorevanja pri samicah, saj za produkcijo jajčec potrebujejo več energije (Corbet, 1999; Bennett in Mill, 1995), zaradi česar so izpostavljene večji smrtnosti, kar je bilo opaženo tudi pri brzičnem škratcu (Purse, 2002). Vendar bi morale biti dnevne stopnje smrtnosti samic v tem obdobju glede na razmerje spolov pri ulovu zelo visoke (Anholt, 1997). Prav predreprodukcijsko obdobje je znano kot najtežje za raziskovanje, zato so rezultati pogosto nezanesljivi (Cordero-Rivera in Stoks, 2008). Smrtnost tekom dozorevanja naj bi bila največja v življenjskem ciklu kačjih pastirjev (Bick in Bick, 1961; Parr, 1973), vendar za to ni veliko dokazov. Banks in Thompson (1985) sta ugotovila zelo podobno stopnjo preživetja travniškega škratca (*Coenagrion puella*) med mladostnim in odraslim obdobjem, kar sta potrdila tudi Bennett in Mill (1995) za ranega plamenca. Smrtnost je pri samicah lahko večja tudi tekom odraslega obdobja, vendar raziskave tega večinoma ne podpirajo (Bennett in Mill, 1995; Purse, 2002; Rouquette in Thompson 2007b). Tudi naši rezultati nakazujejo, da je dnevna stopnja preživetja (ϕ) za samce in samice enaka (izbrani model: $\phi(t) p(g)$), vendar je za družino škratcev z metodo MRR ugotovljena večja ocena stopnje preživetja za samce, in sicer med 0,80 in 0,85, za samice pa med 0,75 in 0,80, po povzetku več raziskav, ki sta ga naredila Cordero-Rivera in Stoks (2008). Bennett in Mill (1995) sta ugotovila, da je lahko zaradi nizkega ponovnega ulova samic stopnja preživetja samic manj zanesljiva. Razlike v stopnji ulova in ponovnega ulova med spoloma ne moremo popolnoma pripisati razlikam v smrtnosti (Beirincx in sod., 2006), poleg tega se k vodi vrne več samcev kot samic, saj te ob vodi preživijo manj časa kot samci. To je tudi razlog, da se dolžino predreprodukcijskega obdobja samic pogosto preceni (Bennett in Mill, 1995). Nenazadnje je razlika v končni oceni velikosti populacije samcev in samic le 10 %. Na očitno razliko med ulovom samcev in samic torej poleg omenjenih faktorjev zagotovo vplivata bolj kriptična obarvanost samic v nasprotju z očitno obarvanostjo samcev, zaradi česar samice težje opazimo, kot tudi različno vedenje (Bennett in Mill, 1995). Samci večino časa preživijo ob vodi, reproduktivnem habitatu, samice pa ne. Te pridejo k vodi le za parjenje in nato odložijo jajčeca, zato jih je ob vodi težje zaznati. Kadar se ne pariyo, se reproduktivnega habitata izogibajo (Corbet, 1962), saj producirajo nov skupek jajčec, hkrati pa se s tem izognejo nadlegovanju samcev. Po drugi strani samci reproduktivni habitat najverjetneje obiščejo vsak dan, saj to poveča njihove možnost reprodukcije (Waage, 1980). Tudi dnevne ocene velikosti populacij samcev in samic so bolj ali manj enake razen začetnega vrha samic. Zato sklepamo, da sta tudi v primeru naše raziskave glavna razloga za večjo stopnjo ponovnega ulova samcev različno vedenje in kriptična obarvanost samic.

Iz grafov na slikah 14–16 je razvidno, da osebkov nismo začeli označevati na začetku njihovega pojavljanja. Razlog je problematičnost označevanja teneralnih osebkov takoj po levitvi, zaradi njihovega mehkega integumenta. Vendar odsotnost zrelih osebkov prvi dan raziskave nakazuje, da smo vzorčenje pričeli na začetku pojavljanja odraslih, ko so se ravno začeli leviti iz ličink. Prvi dan so bili prisotni le teneralni osebki, ki jih nismo mogli označevati. Pred tem dnem na terenu nismo opazili osebkov vrste koščični škratec. Pri dnevni ocenah velikosti populacije pri samicah opazimo izrazit vrh na začetku pojavljanja (Sliki 14 in 16). Najverjetneje je ocena za samice za prve tri dni raziskave pretirana saj ocena verjetnosti ulova (p) temelji na podatkih, zbranih tekom celotne raziskave, prve tri dni (ki smo jih vključili v obdelavo podatkov s programom MARK), pa je bilo ujetih precej več

samic kot v naslednjih dneh. Možna razlaga je, da smo v teh treh dneh ujeli samice, malo po izlevitvi, preden se je večina umaknila proč od kanala. Približno polovica je bila namreč še mladostnih. Verjetno je, da smo v večino študije MRR zajeli le del populacije samic, saj večina pride ob vodo le zaradi parjenja, preostali čas pa preživijo proč od vode, na tako imenovanih počivališčih (Corbet, 1980). Iz tega lahko sklepamo, da niso vse samice hkrati ob vodi, temveč ob vodi najdemo le tiste, ki so se prišle parit, druge pa ostanejo na počivališčih. To podpirajo tudi zračunane dnevne ocene velikosti populacije, ki so bolj ali manj enake za oba spola (Slika 14), kljub temu, da smo samic ujeli precej manj. Pri samicah so ocene dnevnih populacij manj natančne, kar vidimo po intervalih zaupanja (Slika 16), ki so posledica nizke verjetnosti ulova samic.

Zanimivo je tudi izmenično nihanje populacij samcev in samic. Iz grafa na sliki 14 lahko vidimo, da vrhu samic sledi vrh samcev do skupnega upadanja številčnosti. Temu sledi še en manjši usklajen porast, ki ga najverjetneje lahko pripišemo lepemu vremenu v primerjavi s prejšnjimi dnevi, ko je številčnost upadala. Alterniranja vrhov ne znamo pojasniti. Lahko gre za naključje ali človeški faktor. Iz grafov (Slika 13–15) lahko zaključimo, da smo vrsto označevali do konca pojavljanja.

Ugotovljena povprečna življenjska doba (8 dni) se sklada s podatki iz literature za vrsto brzični škratec (7-8 dni) (Purse, 2002). Sovpada tudi s splošnimi podatki za enakokrile kačje pastirje, še posebej za družino škratcev (7,6 dni) (Corbet, 1999). Maksimalna življenjska doba ugotovljena v tej raziskavi (39 dni) je za nekaj dni daljša od povprečja za družino škratcev (samci ~31 dni in samice ~34 dni) (Cordero-Rivera in Stoks, 2008), vendar ni veliko daljša od do sedaj najdaljše ugotovljene za brzičnega škratca (36 dni) (Keller in Holderegger, 2013). Razlika med povprečno življenjsko dobo, izračunana kot povprečje med prvim in zadnjim ulovom (8 dni), ni bistveno drugačna od izračunane po Cook (1967) (7,7 dni). Raziskave so večinoma osredotočene na odrasle osebkke in rezultat predstavlja povprečno življenjsko dobo za osebkke tekom reproduktivnega obdobja. Naša raziskava je potekala od začetka pojavljanja vrste in torej zajema tudi mladostne osebkke, vendar dolžine predreproduktivnega obdobja nismo posebej merili. Ker ni podatkov za dolžino predreproduktivnega obdobja koščičnega škratca, razlike med vrstami znotraj družine škratcev pa so prevelike, je nismo dodali k življenjski dobi osebkov, ki so bili prvič ujeti že spolno zreli. To bi najverjetneje prispevalo k višji povprečni starosti. Opazili smo tudi večjo razliko povprečnih življenjskih dob samcev in samic kot jo navajajo Corbet (1999) in Cordero-Rivera in Stoks (2008). Med tem ko je razlika v njihovih povzetkih raziskav 1 dan, je pri nas razlika 3,3 dni (samci 7,7 dni in samice 11 dni). Glede na to, da je bilo tudi v našo raziskavo vključeno predreproduktivno obdobje, se razlika med samci in samicami sklada z navedbami v Bennet in Mill (1995), kjer je skupno življenjsko obdobje ranega plamenca na račun predreproduktivnega obdobja za samce 19,4 dni in samice 21,6 dni. Samice naj bi imele v splošnem daljše reprodukcijsko obdobje (Corbet, 1999). Običajno so sicer ocene življenjske dobe, ki večinoma temeljijo na številu dni med prvim in zadnjim ulovom spolno zrelih osebkov, nekoliko večje za samce. To je posledica podcenjenosti življenjske dobe samic, ki se redkeje pojavljajo ob vodi (Bennett in Mill, 1995). Bennett in Mill (1995) sta namreč ugotovila, da so lahko ocene življenjskih dob enakokrilih kačjih pastirjev podcenjene, če raziskava poteka izključno ob vodi, in sicer za oba spola, saj se tudi samci ne vrnejo k vodi vsak dan. Življenjsko dobo lahko podceni tudi izvajanje raziskave samo na enem delu večjega kanala (Bennett in Mill, 1995). Slednje bi lahko veljalo tudi na naše

raziskovano območje, saj je raziskovani kanal povezan z dvema drugima, v bližini pa je še več na prvi pogled primernih kanalov. V obeh primerih je podcenjenost večja za samice, saj ostanejo stran od vode dlje časa, poleg tega opravijo tudi večje razdalje med obiski vode.

5.3 PROSTORSKI PREMIKI

Kot pričakovano, je tudi koščični škratec sedentarna vrsta, saj se je kar 79 % osebkov premaknilo manj kot 100 m. Naši rezultati se tako ujemajo s podatki za brzičnega škratca Wattsa in sodelavcev (2007), kjer se je 75 % osebkov premaknilo manj kot 100 m. Zaradi omejenega števila popisovalcev je bilo naše raziskovano območje majhno, zaradi česar premikov, daljših od 470 m, kolikor je dolg raziskovalni kanal, nismo mogli zaznati. Naša populacija je bila odprta, zato tekom našega dela najverjetneje nismo zaznali maksimalne razdalje, ki jo osebek lahko preleti. Kljub temu so rezultati pokazali, da je večina ujetih osebkov ostala v bližini prvotnega mesta ujetja, kot vidimo na sliki 17. Iz tega lahko sklepamo, da tekom življenja bolj ali manj ostajajo na istem območju in se ne oddaljijo od mesta izleivitve oziroma v našem primeru od mesta prvotnega ujetja. Do podobnih ugotovitev so prišli tudi pri dveh drugih vrstah kačjih pastirjev iz družine škratcev, in sicer pri rdečem voščencu (*Ceragrion tenellum*) (Buchwald, 1994) in ranem plamencu (*Pyrrhosoma nymphula*) (Bennet in Mill, 1995). Zaradi omejitev naše raziskave migrirajočih osebkov nismo zaznali. Prav tako nismo mogli zaznati dolžin trivialnih ali netrivialnih premikov, saj smo premike osebkov primerjali med dnevi ujetja. Da bi zaznali dolžine premikov zaradi prehranjevanja ali parjenja, bi morali primerjati premike tekom dneva, saj konec dneva tako samci kot samice odidejo na počivališče, ki je običajno nekoliko odmaknjeno od vode (Corbet, 1999). Mi smo primerjali premike med dnevi, poleg tega bi za to morali vzorčiti tekom dneva, kot tudi zvečer ali zgodaj zjutraj, ko se osebki k vodi še ne bi vrnili. V raziskavi smo ugotovili tudi razliko v mobilnosti samcev in samic, pri čemer so samice v povprečju opravile daljše premike. Vendar vzorec ni bil dovolj velik, saj smo ponovno ujeli le 17 samic in 293 samcev. So pa tudi v študijah na ranem plamencu (Bennett in Mill, 1995) ter *Calopteryx maculata* (Waage, 1972) ugotovili majhno, a značilno razliko med mobilnostjo samcev in samic. Bennett in Mill (1995) razliko pripisujeta večji možnosti oddaljitve samic od mesta ujetja zaradi daljšega zadrževanja stran od vode, kjer je potekala raziskava. Samice se ob vodi pari in nato odložijo jajčeca, zatem zopet odletijo stran od vode, kjer nato iščejo hrano in opravljajo druge krajše premike ter ostanejo do produkcije novih jajčec. Zaradi tega se običajno ne vrnejo na mesto, kjer so bile pred tem opažene. Za samce je značilna večja zvestoba mestu ob reprodukcijskem habitatu, tudi za ranega plamenca je bilo opaženo vračanje na ista mesta ob danih dnevih, kar bi lahko opisali kot teritorialno vedenje, kljub temu da velja za neteritorialno vrsto (Bennet in Mill, 1995). Razlogi, zakaj se vsak dan vračajo s počivališč nazaj na isto mesto ob vodno telo, še niso pojasnjeni. A na podlagi naših ugotovitev lahko zaključimo, da smo zaznali kombinacijo trivialnih premikov tekom dneva, to so torej premiki zaradi prehranjevanja, pobega pred plenilci in podobnega, ter večernih in jutranjih premikov na počivališča in z njih nazaj k vodi. Zaključkov glede različne mobilnosti spolov pa na podlagi naših podatkov ne moremo izvesti.

5.4 STAROST IN VEDENJE

Starostna razporeditev ujetih osebkov tekom raziskave na sliki 19 je pričakovana, vendar osebki ne dozoriyo hkrati s tem ko se razvije dokončna obarvanost in otrdi skelet. Spolno

zrelost osebka najlažje potrdimo, ko opazimo razmnoževalno vedenje, ki je za samce paritveni objem ali koleselj, za samice pa odlaganje jajčec. Samci se namreč poskušajo pariti tudi z mladostnimi samicami, v koleslju so bile namreč v preteklosti opažene tudi še mehke samice (Corbet, 1999). Na sliki 20 lahko vidimo, da povečanje reproduktivnega vedenja sledi povečanju števila zrelih osebkov.

Na sliki 21 je razvidno, da so osebki na začetku raziskave pred ulovom večinoma sedeli na rastlinju na travniku, proti koncu maja pa je večina že letala nad travnikom. Iz tega lahko sklepamo, da so bili osebki na začetku maja bolj sedentarni, nato od druge polovice maja naprej vedno bolj aktivni do začetka junija, ko je tudi število ulovljenih osebkov začelo upadati. Vedenje kačjih pastirjev pogojujejo različni faktorji, od katerih so najpomembnejši starost, spol, lokacija, čas v dnevu in vreme. Ko je 27. 5. 2013 upadla številčnosti ujetih mladostnih osebkov (Slika 19), je istega dne očitno upadlo tudi število osebkov, ki so sedeli na rastlinju (Slika 21). Ob porastu zrelih osebkov (Slika 19) na drugi dan raziskave 13. 5. 2013 lahko vidimo tudi pričetek pojavljanja osebkov, ki letijo (Slika 21). Na sliki 21 je očitno padec letčih osebkov 15. 5., 18. 5. in 20. 5. 2013, česar ne moremo pojasniti z generalno slabim vremenom v tistih dneh. Vreme v teh treh dneh je bilo različno, vendar na kačje pastirje vplivajo različne vremenske značilnosti, nekatere bolj kot druge. Za kačje pastirje so pomembne mikroklimatske razmere, na vedenje in smrtnost vplivajo količina sonca, temperatura, veter in dež. Sonce in višje temperature povečajo njihovo aktivnost, saj se osebki hitreje segrejejo, medtem ko veter in dež let inhibirata (Corbet, 1999). Vedenja osebkov nismo mogli primerjati s količino in trajanjem sonca ter odstotkom oblačnosti z najbližje generalne meteorološke postaje Ljubljana – Bežigrad, zaradi pomembnosti vpliva mikroklimatskih vremenskih razmer, saj je za relevantno primerjavo ta postaja od izbrane lokacije preveč oddaljena. Stopnjo oblačnosti smo beležili sami, zato smo uporabili lastne podatke. Ti so kljub ohlapnosti bolj relevantni od natančne napovedi za Ljubljano. 15. 5. in 18. 5. 2013 je pihalo, 20. 5. 2013 pa nas je med označevanjem ujelo nekaj kratkih ploh. Veter in dež, čeprav rahel, lahko pojasnita manjšo aktivnost osebkov. Letenje v vetru in dežju jih lahko stane nepotrebne energije, poleg tega jih močnejši dež lahko poškoduje ali celo povzroči smrt (Corbet, 1999). Veter in dež sta bila sicer prisotna tudi druge dni, vendar nikoli tri dni zapored kot od 15. 5. do 20. 5. 2013. Pomembno je namreč tudi vreme prejšnjega dne, saj je naslednji dan lahko osebkov občutno manj zaradi smrti ali vetra, poleg tega so še naslednji dan mokri takotrava kot tudi sami kačji pastirji. Na teren smo praviloma hodili vsak tretji dan ne glede na to, če je bilo vreme vmes sončno, vendar pa je med terenskimi dnevi lahko minilo tudi več dni, če je bilo vreme oblačno, vetrovno in deževno. Včasih smo šli na teren prej kot po dveh dnevih od prejšnjega terena, v primeru da je bilo napovedano slabo vreme za več naslednjih dni. Žal vremenskih razmer za dneve, ko nismo bili na terenu, nismo zapisovali. Ker si temperature nismo beležili, smo bili primorani za primerjavo uporabiti podatke s postaje Ljubljana – Bežigrad. Očitne povezave med vedenjem in temperaturo in osončenostjo ni opaziti (Sliki 21 in 22), vendar moramo imeti v mislih, da podatki za temperaturo niso z izbranega območja. Sprememba v aktivnosti na sliki 23 se zanimivo povezuje s pričetkom reproduktivnega vedenja, ki smo ga sledili preko ujetih tandemov, vendar povezave ne moremo z gotovostjo potrditi, saj se očitno povečano tvorjenje tandemov prične dva dni pred povečano aktivnostjo osebkov.

5.5 OGROŽENOST IN VARSTVO KOŠČIČNEGA ŠKRATCA

Ugotovljena velikost najdene populacije je presegla dosedanja pričakovanja (Preglednica 1). Pričakovanja smo temeljili na naključnih enodnevnih opazovanjih, vendar je treba upoštevati, da tovrstna študija pri nas še ni bila narejena ne na koščičnem škratcu ne na kateri drugi vrsti kačjih pastirjev. V Sloveniji je bilo do sedaj največ opaženih osebkov na eni lokaciji v enem dnevu 110 (Vinko D., osebni vir, 2016). Mi smo jih v enem dnevu videli 299, seveda pa smo uporabili drugo metodo. Prav tako je bil koščični škratec za nas tarčna vrsta, medtem ko je bilo 110 osebkov vidnih med splošnim popisom vrst. Toliko so jih našli v Vipavski dolini (Vinko D., osebni vir, 2016), kjer je koščični škratec poleg Ljubljanskega barja najštevilčnejši (Šalamun in sod., 2010). Nikjer drugje po Sloveniji ni bilo na eni lokaciji najdenih več kot 100 osebkov (podatkovna zbirka Centra za kartografijo favne in flore, 2015). Zato ne moremo sklepati, da lahko najdemo tako številčne populacije po vsej Sloveniji. Mogoče je, da smo raziskovalno delo opravljali na posebej primerni lokaciji za koščičnega škratca znotraj Ljubljanskega barja ali da smo si izbrali zelo ugodno leto. Dejstvo je, da sta bila pomlad kot tudi poletje 2013 izredno sončna in topla in torej zelo primerna za kačje pastirje. Žal je naša raziskava potekala le eno sezono; stanja nismo preverjali sezono prej ali kasneje. Prav tako ne vemo, kakšno je bilo tisto leto stanje na drugih lokacijah po Sloveniji ali na Ljubljanskem barju. Vendar ob pregledu 8 lokacij iz Pirnat (1998) vrste tam nismo našli. Treba je upoštevati, da smo lokacije za prisotnost pregledali le enkrat – na začetku pojavljanja vrste. Prav tako pred pričetkom študije MRR vrste nismo opazili na nobeni drugi lokaciji na Ljubljanskem barju, ki smo jih obiskali, iz česar bi lahko sklepali, da se prisotnost kvečjemu zmanjšuje in število lokacij upada. Najpomembnejši razlog za upad številčnosti na agrikulturnih območjih je eutrofikacija; kljub temu da ličinke na organsko onesnaženost niso zelo občutljive, se posledice kažejo na njihovem plenu, z vedno večjo obremenjenostjo pa tudi v pomanjkanju kisika. Problematična je tudi povečana drenaža, saj so ličinke prilagojene na počasen vodni tok, prehiter tok jih lahko odnese navzdol po strugi, vpliva pa tudi na obrežno vegetacijo, ki je še kako pomembna za prisotnost vrste. Na številčnost populacije vpliva premalo ali preveč košnje, zopet v povezavi s prisotnostjo obrežnega rastlinja (Boudot in Kulijer, 2015). Problem izginjanja vrste z znanih lokacij na Ljubljanskem barju je zaraščanje (Kotarac in sod. 2003). Na pregledanih lokacijah z zano prisotnostjo iz Pirnat (1998), na sliki 8 označenih z modro barvo, nismo zaznali prisotnosti koščičnega škratca, najverjetneje zaradi zaraščenosti kanalov.

Zanimivo je, da je bila naša lokacija bolj zasenčena in zaraščena, predvsem z lesnatimi rastlinami (Slike 8–10), kot vrsti ustreza glede na literaturo. Prav tako je več lesnate vegetacije na južni strani kanala kar je v nasprotju z predlogi Govediča in sod. (2012). Osebkovi so se pojavili celo prej in bolj številčno kot na sosednjih dveh, manj zaraščenih kanalih. Seveda je treba upoštevati rabo zemljišča, na katerega kanal meji. Vzhodni kanal ima na zahodni strani njivo, na drugi pa cesto, za katero je še ena njiva. Zahodni kanal ima isto njivo na vzhodni strani, na zahodni pa je kombinacija travnika in njive. Kot ugotovljeno v Pirnat (1998), je raba zemljišča ob kanalu zelo pomembna za pojavljanje koščičnega škratca. Kljub temu da je vrsta sedentarna, ima zmožnost disperzije in lahko naseli sosednje kanale, saj je bila ugotovljena razdalja tudi do 1 km (Burbach in sod., 1996, cit. po Jaeschke in sod., 2013). Tudi pri brzicnem škratcu so ugotovili sposobnost naselitve novih kanalov (Hassal in Thompson, 2011; Keller in Holderegger, 2013). Melioracijske jarke na Ljubljanskem barju, ki se zaraščajo, se redno čisti, sicer izgubijo svoj namen. Primarno in

sekundarno mrežo kanalov upravlja Ministrstvo za okolje in prostor, Izpostava Ljubljana, vzdržuje jih Vodnogospodarsko podjetje Hidrotehnik, terciarne jarke in kanale Komunalno podjetje Ljubljana, drenažne jarke ob kmetijskih zemljiščih pa obnavljajo kmetje sami (Sodelovanje in pomoč pri oblikovanju strokovnih izhodišč za pripravo Uredbe o krajinskem parku Ljubljansko barje, končno poročilo, 2007). Posegi so neusklajeni, kanali pa zato na različnih sukcesijskih stopnjah. Tako ima koščični škratec možnost naseliti kanale v zgodnejših sukcesijskih fazah. Dokler bo to mogoče, bi populacija na Ljubljanskem barju morala ostati stabilna in omogočiti preživetje vrste. Vendar ima nenačrtovano urejanje kanalov lahko negativne posledice, poleg tega je dolgoročno varovanje negotovo. Glede na ugotovljeno velikost populacije lahko kljub vsemu sklepamo, da v Sloveniji številčnost vrste presega nazadnje ocenjeno v Šalamun in sod. (2010). Iz zaključkov raziskave ne moremo sklepati, da vrsta koščični škratec v Sloveniji ni ogrožena, saj še vedno drži, da zaseda redke habitate in zaseda lokacije le v določenem sukcesijskem stanju. Po Evropi je vrsta vedno redkejša in njene populacije upadajo, v večjem številu je zabeležena le še na Balkanskem polotoku (Boudot in Kulijer, 2015). Izbrano lokacijo in zaradi povezanega sistema kanalov tudi celotno Ljubljansko barje, bi bilo treba še bolj varovati, saj smo vrsto našli v tolikšnem številu in je na področju Slovenije, če ne celo Evrope, lahko edinstvena. Zato predlagamo bolj aktivno varovanje v obliki usklajenega vzdrževanja kanalov na Ljubljanskem barju.

5.6 FAVNA KAČJIH PASTIRJEV NA IZBRANEM KANALU

Vse vrste, navedene v preglednici 3, ki smo jih popisali na izbranem kanalu, so na Ljubljanskem barju pogoste (Kotarac, 1997). Večinoma gre za spomladanske vrste, kar je pričakovano glede na čas raziskave, ki je potekala spomladi in zgodaj poleti. Največ smo videli travniških škratcev (*Coenagrion puella*), ki je tudi sicer zelo pogosta vrsta tako v Evropi (Boudot in Nelson, 2015) kot v Sloveniji (Kotarac, 1997). Vrsto smo opazovali tudi med parjenjem in odlaganjem jajčec. Med vrstami, uvrščenimi na Rdeči seznam RS, smo na izbranem kanalu našli ranljivega deviškega pastirja (*Aeshna isocetes*) (Rdeči seznam, Ur.l. 82/2002), vendar smo opazili le en odrasel osebek. Za prisotnost vrste je pomembna visoka vegetacija, predvsem trstičevje ali rogoz, ustrezajo pa ji tudi grmovja ali drevesa (Kotarac, 1997). Podobne habitatne zahteve ima črni ploščec (*Libellula fulva*), prav tako ranljiva vrsta (Rdeči seznam, Ur.l. 82/2002); na kanalu smo videli le nekaj odraslih osebkov omenjene vrste. Pegasti lesketnik (*Somatochlora flavomaculata*) je bil med našim popisom med številčnejšimi raznokrilimi kačjimi pastirji (Anisoptera). V Sloveniji je navedenih največ najdišč na Ljubljanskem barju, drugje po Sloveniji je le lokalno razširjen (Kotarac, 1997) in je na Rdeči seznam RS uvrščen kot ranljiva vrsta (Rdeči seznam, Ur.l. 82/2002). Zadnja izmed vrst z Rdečega seznama RS, najdena na izbrani lokaciji, je zgodnji trstničar (*Brachytron pratense*). V Sloveniji je vrsta znana z lokacij z bogatim rastlinjem, predvsem trstičevjem, običajno ob stoječih ali počasi tekočih vodah. Pri nas ni splošno razširjen in velja za ranljivo vrsto (Rdeči seznam, Ur.l. 82/2002), kar je zanimivo, saj habitat, ki so za vrsto primerni, niso redki. Videli smo le enega samca. Kljub temu da popisu vrst na kanalu nismo posvečali velike pozornosti, smo našli kar 15 vrst kačjih pastirjev, 5 od njih ogroženih. Na Ljubljanskem barju je koščični škratec poleg velikega studenčarja (*Cordulegaster heros*) ena izmed dveh kvalifikacijskih vrst za območje Natura 2000 (Uredba o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000), Uradni list RS, št. 49/2004, priloga 2). Tako z varovanjem ene vrste ohranjamo tudi vse ostale, ki živijo na istem območju.

5.7 SKLEPI

- Na podlagi ugotovljene velikosti obravnavane populacije in stanja hidromelioracijskih jarkov na Ljubljanskem barju lahko sklepamo, da je območje primerno za dolgoročno ohranjanje te vrste pri nas. Drugje po Sloveniji tako natančnih ocen sicer ni, vendar lahko glede na število do sedaj videnih osebkov sklepamo, da gre za eno izmed večjih populacij v Sloveniji.
- Tekom raziskave smo ujeli in markirali več samcev kot samic. Najverjetnejša razloga za to sta dva. Prvi je različno vedenje spolov, saj samci preživijo več časa ob vodi, medtem ko samice več časa preživijo na počivališčih stran od vode. Zaradi tega je ocena velikosti populacije samic manj natančna. Drugi razlog je bolj kriptična obarvanost samic.
- Vrsta koščični škratec je slabo mobilna, podobno kot velja za njej sorodne in po velikosti podobne vrste. Kar 79 % osebkov se je od mesta prvotnega ujetja premaknilo manj kot 100 m.
- Na podlagi enkratnega pregleda nekaterih znanih lokacij na Ljubljanskem barju, kjer se je vrsta pojavljala leta 1996, ugotavljamo, da so postali ti habitati po našem mnenju neprimerni za koščičnega škratca, saj je bil habitat povsem zaraščen in vrste nikjer nismo uspeli potrditi.
- Ohranjanje ugodnega stanja za vrsto na Ljubljanskem barju je velikega pomena za ohranjanje vrste koščični škratec kot tudi za druge ogrožene vrste kačjih pastirjev, prisotne v tem habitatu.

6 POVZETEK

6.1 POVZETEK

Koščični škratec (*Coenagrion ornatum*) je tako v Evropi kot Sloveniji slabo raziskana in ogrožena ter zavarovana vrsta. Živi na sončnih počasi tekočih vodah. Danes jo večinoma najdemo v habitatih antropogenega nastanka. Na Ljubljanskem barju je najverjetneje največje nahajališče vrste v Sloveniji. Tu je ena izmed dveh kvalifikacijskih vrst kačjih pastirjev za Natura območje 2000.

V raziskavi smo na izbranem kanalu v vzhodnem delu Ljubljanskega barja z metodo ulova, markiranja in ponovnega ulova (MRR) ocenjevali velikost populacije obravnavane vrste. Z markiranjem smo ugotavljali tudi mobilnost osebkov, opazovali pa smo tudi njihovo vedenje. Z dvema različnima metodama smo izračunali povprečno življenjsko dobo. Dodatno smo pregledali 8 lokacij z znano prisotnostjo koščičnega škratca, podano v delu Alje Pirnat (1998). Poleg tega smo popisali tudi ostale vrste kačjih pastirjev, ki so se pojavljale na izbrani lokaciji. Metodo ulova, markiranja in ponovnega ulova smo izvajali 21 dni med 9. 5. 2013 in 14. 7. 2013 na 470 m dolgem kanalu na Ljubljanskem barju. Iz analiz za oceno velikosti populacije smo izločili prvi dan terena. Označili smo 478 samic in 1690 samcev. Ponovno smo ujeli 293 samcev (17 %) in 17 samic (3,6 %).

Populacija na izbranem mestu je bila ocenjena na 6198 samcev(2250–10146) in 7221 (1092–13349) samic. Povprečna življenjska doba, izračunana glede na časovni interval med prvim in zadnjem ujetjem za oba spola, je 8 dni, povprečna pričakovana življenjska doba ($\hat{e}$) po Cook in sod. (1967) pa 7,7 dni.

Najdaljši opažen premik je bil 414 m, 79 % osebkov se je od mesta prvotnega ujetja premaknilo za manj kot 100 m. Povprečje opaženih premikov za samce je bilo 71 m in za samice 99 m.

Pri analizi vedenja nismo opazili povezave aktivnosti osebkov s temperaturami ali količino sonca. Opazili smo le povezavo med večjo aktivnostjo osebkov in reproduktivnim vedenjem.

Na izbranem mestu smo popisali 15 vrst kačjih pastirjev, od katerih je v Rdeči seznam ogroženih vrst Republike Slovenije uvrščenih 5 vrst, vse pa so na Ljubljanskem barju pogoste.

Na izbranem kanalu na Ljubljanskem barju smo našli največje število osebkov v enem dnevu do sedaj v Sloveniji. Vendar velikosti populacije ocenjene v tej raziskavi ne moremo z ničimer primerjati, saj tovrstna raziskava na koščičnem škratcu v Evropi še ni bila narejena. Varovanje koščičnega škratca se na Ljubljanskem barju ne izvaja aktivno, vendar je različno sukcesijsko stanje kanalov zanj ugodno. Zaradi neusklajenega čiščenja kanalov so melioracijski jarki različno zaraščeni, kar omogoča selitev koščičnega škratca na drug kanal in tako njegovo preživetje. Vendar ima nenačrtovano varovanje lahko negativne posledice, poleg tega je dolgoročno izid negotov. Zato predlagamo bolj aktivno varovanje v obliki načrtovanega vzdrževanja kanalov na Ljubljanskem barju.

6.2 SUMMARY

The Ornate Bluet (*Coenagrion ornatum*) is a little-known endangered species of the damselfly that lives near sunlit waters with a slow water stream. Its most known locations are of the anthropogenic origin. The largest population in Slovenia most likely lives on Ljubljansko barje, where the species is one of the two qualifying species for a Natura 2000 area.

In our research we estimated the population's size and determined the mobility of individuals with the mark-release-recapture method (MRR) on a selected canal on Ljubljansko barje marsh. During the research we also collected information on the behavior of individuals and calculated their average life expectancy by calculating the time interval between the first and the last capture and the average expected life span ($\hat{e}$) presented by Cook et al. (1967). Additionally, we researched 8 locations with a previously recorded presence of the Ornate Bluet (Pirnat, 1998). Other species of dragonflies present on a selected location were recorded as well. The research lasted for 21 days from 9. 5. 2013 to 14. 7. 2013 on a 470 m long canal on Ljubljansko barje. The first day of the research was excluded from the data analysis. 478 females and 1690 males were marked; 293 males (17 %) and 17 females (3,6 %) were recaptured.

The population's size was estimated at 6198 (2250-10146) for males and 7221 (1092-13349) for females; corrected according to Nowicki et al. (2005) it was estimated at 6693 (2515-10870) for males and 7662 (1623-13699) for females. The average life expectancy was calculated with regard to the time interval between the first and the last capture and was estimated at 8 days for both genders. The average expected life span ($\hat{e}$) according to Cook et al. (1967) is 7,7 days.

The longest observed movement was 414 m, while 79% of individuals moved for less than 100 m from their primary capture site. On average, males moved for 71 m and females for 99 m.

A behavior analysis found no correlation between individuals' activity and temperature or sunshine. We noticed a connection between active flying and reproductive behavior.

On the sampling site, 15 species of dragonflies and damselflies, including the Ornate Bluet, were registered. These include 5 endangered species listed in the Red data list for Slovenia. All of these are common on Ljubljansko barje.

On the selected sampling site on Ljubljansko barje, the largest number of individuals of the Ornate Bluet per day in Slovenia so far were registered. As a similar research on the Ornate Bluet in Slovenia or Europe has not been conducted, a direct comparison and/or an evaluation of our results is not possible. The conservation of the Ornate Bluet is not actively practised on Ljubljansko barje, but different successive conditions of canals are beneficial for the species. The uncoordinated maintenance of the canals enables the migration of the species between location and ensures its survival. However, due to potentially negative consequences of unplanned canal maintenance, we propose more active conservation of the species in the form of coordinated canal management on Ljubljansko barje.

7 VIRI

- Amstrup S. C., McDonald T. L., Manly B. F. J. 2005. Classical Open-population Capture-Recapture Models. V: Handbook of capture-recapture analysis. Amstrup S. C., McDonald T. L., Manly B. F. J. (eds.). New Jersey, Princeton University Press: 36–757
- Anholt B. R. 1997. Sexual size dimorphism and sex-specific survival in adults of the damselfly *Lestes disjunctus*. Ecological Entomology, 22: 127–132
- Anholt B. R., Vorburger C., Knaus P. 2001. Mark–recapture estimates of daily survival rates of two damselflies (*Coenagrion puella* and *Ischnura elegans*). Canadian Journal of Zoology, 79: 895–899
- Askew R. R. 2004. The Dragonflies of Europe. Colchester, Harley Books: 291 str.
- Baker R. L., Forbes M. R. L., Proctor H. C. 1992. Sexual differences in development and behaviour of larval *Ischnura verticalis* (Odonata: Coenagrionidae). Canadian Journal of Zoology, 70: 1161–1165
- Banks M. J., Thompson D. J. 1985. Emergence, longevity and breeding area fidelity in *Coenagrion puella* (L.) (Zygoptera: Coenagrionidae). Odonatologica, 14: 279–286
- Beirinckx K., Van Gossum H., Lajeunesse J., Forbes R. 2006. Sex biases in dispersal and philopatry: insights from a meta-analysis based on capture-mark-recapture studies of damselflies. Oikos Journal, 113: 539–547
- Bennett S., Mill P. J. 1995. Pre- and post- maturation survival in adults of the damselfly *Pyrrhosoma nymphula* (Zygoptera: Coenagrionidae). Journal of Zoology, 235, 4: 559–575
- Benke A. C. 1976. Dragonfly production and prey turnover. Ecology, 57: 915–927
- Bick G. H., Bick J. C. 1961. An adult population of *Lestes disjunctus australis* Walker (Odonata: Lestidae). The Southwestern Naturalist, 6, 3/4: 111–137
- Boudot J.-P., Kulijer D. 2015. *Coenagrion ornatum* (Selys, 1850). V: Atlas of European dragonflies and damselflies. Boudot J.-P., Kalkman V. J. (eds.). Utrecht, KNNV Publishing: 109–111
- Boudot J.-P., Nelson B. 2015. *Coenagrion puella* (Linnaeus, 1758). V: Atlas of European dragonflies and damselflies. Boudot J.-P., Kalkman V. J. (eds.). Utrecht, KNNV Publishing: 111–112
- Brauckmann C., Zessin W. 1989. Neue Meganeuridae aus dem Namurium von Hagen Vorhalle (BDR) und die Phylogenie der Meganisoptera (Insecta-Odonata). Deutsche Entomologische Zeitschrift, 36: 177–215

- Buchwald R. 1994. Experimentelle Untersuchungen zu Habitatselektion und Biotopbindung bei *Ceriagrion tenellum* De Villers, 1789 (Coenagrionidae, Odonata). Zoologische Jahrbuecher Systematik, 121: 71–98
- Buchwald R. 1986. Die Bedeutung der Vegetation für die Habitatbindung einiger Libellenarten der Quellmoore und Fließgewässer. Frieberg, Fakultät für Biologie, Universität Frieberg, Dissertation: 459 str.
- Buchwald R. 1989. Die Bedeutung der Vegetation für die Habitatbindung einiger Libellenarten der Quellmoore und Fließgewässer. Phytocoenologia, 17: 307–448
- Burbach K., Faltin I., Königsdorfer M., Krach E., Winterholler M. 1996. *Coenagrion ornatum* (Selys) in Bayern (Zygoptera: Coenagrionidae). Libellula, 15: 131–168
- Burnham K. P., Anderson D. R. 1998. Model selection and inference. New York, Springer: 353 str.
- Busse R. 1983. *Coenagrion ornatum* in einem Wiesengraben bei Osnabrück. Libellula, 2: 43–48
- Carpenter F. M. 1992. Treatise on invertebrate paleontology. Part R. Arthropoda 4. Vol. 3: Superclass Hexapoda. Boulder, Geological Society of America and University Kansas: 655 str.
- Chaput-Bardy A., Grégoire A., Baguette M., Pagano A., Secondi J. 2010. Condition and Phenotype-Dependent Dispersal in a Damselfly, *Calopteryx splendens*. PLOS ONE 5/5: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0010694> (januar 2015)
- Chovanec A. 1994. Libellen als Bioindikatoren. Anax, 1: 1–9
- Clarke K. U. 1973. The biology of the Arthropoda. New York, American Elsevier Publishing: 270 str.
- Cook L. M., Browne L. P., Croze H. J. 1967. The accuracy of a population estimation from multiple recapture data. Journal Animal Ecology, 36: 57–60
- Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora (Direktiva Sveta 92/43/EGS z dne 21. maja 1992 o ohranjanju naravnih habitatov ter prosto živečih živalskih in rastlinskih vrst. EGT L 206, 22. 7. 1992, s.7.
- Conrad K. F., Herman T. B. 1990. Seasonal dynamics, movements and the effects of experimentally increased female densities on a population of imaginal *Calopteryx aequabilis* (Odonata: Calopterygidae). Ecological Entomology, 15, 2: 119–129

- Corbet P. S. 1962. A biology of dragonflies. London, Witherby: 247 str.
- Corbet P. S. 1980. Biology of Odonata. Annual Review of Entomology, 25: 189–217
- Corbet P. S. 1999. Dragonflies: Behaviour and ecology of Odonata. Colchester, Harley Books: 257–339
- Cordero-Rivera A., Stoks R. 2008. Mark–recapture studies and demography. V: Dragonflies and Damselflies. Córdoba-Aguilar A. (eds.). Oxford, Oxford University Press: 7–20
- De Block M., Stoks R. 2003. Adaptive sex-specific life history plasticity to temperature and photoperiod in a damselfly. Journal of Evolutionary Biology, 16: 986–995
- Dijkstra K-D. B., Lewington R. 2006. Field Guide to the Dragonflies of Britain and Europe. Dorset, British Wildlife Publishing: 320 str.
- Dreyer H. 1964. Beiträge zur Ökologie der Libellen des fränkischen Weihergebietes. Naturforschenden Gesellschaft Bamberg, 39: 74–84
- Dunkle S. W. 1985. Larval growth in *Nasiaeschna pentacantha* (Rambur) (Anisoptera: Aeschnidae). Odonatologica, 14: 29–35
- Fox A. D. 1989. *Ischnura pumilio* (Charpentier) (Odonata: Coenagrionidae) – a wandering opportunist? The Entomologist's Record and Journal of Variation, 101: 25–26
- Geister I. 1999. Seznam slovenskih imen kačjih pastirjev (Odonata). Exuviae, 5/1: 1–5
- Gittings T. 1988. The ecology of the blue-tailed damselfly, *Ischnura elegans*: population dynamics, local movements and male mating success. Norwich, University of East Anglia, B. Sc Thesis: 52 str.
- Govedič M., Lešnik A., Pobiljšaj K., Presetnik P., Rebeušek F., Šalamun A., Trčak B. 2012. Strokovne podlage za Načrt upravljanja Krajinskega parka Ljubljansko barje. Miklavž na Dravskem polju, Center za kartografijo favne in flore: 91 str.
- Gribbin S. D., Thompson D. J. 1990. A quantitative study of mortality at emergence in the damselfly *Pyrrhosoma nymphula* (Sulzer) (Zygoptera: Coenagrionidae). Freshwater Biology, 24: 295–302
- Hafernik J. E., Garrison R. W. 1986. Mating success and survival rate in a population of damselflies: results at variance with theory? The American Naturalist, 128, 3: 353–365
- Harabiš F., Dolný A. 2014. Necessity for the conservation of drainage systems as last refugia for threatened damselfly species, *Coenagrion ornatum*. Insect Conservation and Diversity, 8, 2: 143–151

- Hassall C., Thompson D. J. 2011. Study design and mark-recapture estimates of dispersal: a case study with the endangered damselfly *Coenagrion mercuriale*. *Journal of Insect Conservation*, 16, 1: 111–120
- Heidmann H., Kull R. 1986. Untersuchungen zur Libellenfauna und Gewässergüte an ausgewählten Fließgewässern in Rheinland-Pfalz und Baden-Württemberg. *Libellula*, 5 1/2: 48–62
- Heymer A. 1972. Comportements social et territorial des Calopterygidae (Odonata: Zygoptera). *Annales de la Société entomologique de France*, 8: 3–53
- Hunger H., Röske W. 2001. Short-range dispersal of the southern damselfly (*Coenagrion mercuriale*: Odonata) defined experimentally using UV fluorescent ink. *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz*, 9: 181–187
- Hurvich C. M., Tsai C. 1989. Regression and time series model selection in small samples. *Biometrika*, 76: 297–307
- IUCN 2015. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015-4. <http://www.iucnredlist.org>. (november 2015)
- Jaeschke A., Bittner T., Reinkeking B., Beierkuhnlein C. 2013. Can they keep up with climate change? – Integrating specific dispersal abilities of protected Odonata in species distribution modelling. *Insect Conservation and Diversity*, 6: 93–103
- Keller D., Holderegger R. 2013. Damselflies use different movement strategies for short- and long-distance dispersal. *Insect Conservation and Diversity*, 6, 5: 590–597
- Kiauta B. 1961. Prispevek k poznavanju odonatne favne Slovenije. *Biološki vestnik*, 8: 31–40
- Kiauta B. 1969. Sex chromosomes and sex determining mechanisms in Odonata, with review of the cytological conditions in the family Gophidae, and references to the karyotypic evolution of the order. *Genetica*, 40: 127–157
- Kokol J. 1982. Problematika vodnogospodarske in prostorske ureditve Ljubljanskega barja. Posvet o Barju, Izvršni svet občine Ljubljana Vič-Rudnik: 7–21
- Kotarac M. 1997. Atlas kačjih pastirjev (Odonata) Slovenije z Rdečim seznamom: projekt Slovenskega odonatološkega društva. Miklavž na Dravskem polju, Center za kartografijo favne in flore: 205 str.
- Kotarac M., Šalamun A., Weldt S. 2003. Strokovna izhodišča za vzpostavljanje omrežja Natura 2000: Kačji pastirji (Odonata) (končno poročilo). Miklavž na Dravskem polju, Center za kartografijo favne in flore: 104 str.

- Lawton J. H. 1972. Sex ratios on Odonata larve, with particular reference to the Zygoptera. *Odonatologica*, 1: 209–219
- Macagno A. L. M., Boano G., Palestini C., Stassi M., Rolando A. 2008. Movement and Demographics of *Libellula fulva* (Odonata, Libellulidae). *Environmental Entomology*, 37, 5: 1145–1153
- Machet P., Legrand J. 1986. A propos de la présence en France de *Coenagrion ornatum* (Selys 1850). *Martinia*, 4: 9–14
- Nowicki P., Richter A., Glinka U., Holzschuh A., Toelke U., Henle K., Woyciechowski M., Settele J. 2005. Less input same output – simplified approach for population size assessment in Lepidoptera. *Population Ecology*, 47: 203–212
- Ogorelec B. 1983. Ljubljansko barje – primernost za kmetijstvo. Ljubljana, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo, Diplomaska naloga: 59 str.
- Parr M. J. 1973. Ecological studies of *Ischnura elegans* (Vander Linden) (Zygoptera: Coenagrionidae). 2. Survivorship, local movements and dispersal. *Odonatologica*, 2: 159–174
- Pirnat A. 1998. Favna in ekologija kačjih pastirjev (Odonata) Ljubljanskega barja. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, Diplomaska naloga: 92 str.
- Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam, Priloga 21. Uradni list RS, 82/2002.
- Purse B. 2002. The Ecology and Conservation of the Southern Damselfly (*Coenagrion mercuriale* – Charpentier) in Britain. Bristol, Environment Agency: 122 str.
- Purse B. V., Hopkins G. W., Kieron J., Day K. J., Thompson D. J. 2003. Dispersal characteristics and management of a rare damselfly. *Journal of Applied Ecology*, 40: 716–728
- Purse B. V., Thompson D. J. 2003. Emergence of the damselflies, *Coenagrion mercuriale* and *Ceriagrion tenellum* (Odonata: Coenagrionidae), at their northern range margins, in Britain. *European Journal of Entomology*, 100, 1: 93–99
- Rouquette J. R., Thompson D. J. 2005. Habitat associations of the endangered damselfly, *Coenagrion mercuriale*, in a water meadow ditch system in southern England. *Biological Conservation*, 123: 225–235
- Rouquette J. R., Thompson D. J. 2007a. Patterns of movement and dispersal in an endangered damselfly and the consequences for its management. *Journal of Applied Ecology*, 44: 692–701

- Rouquette J. R., Thompson D. J. 2007b. Roosting site selection in the endangered damselfly, *Coenagrion mercuriale*, and implications for habitat design. *Journal of Insect Conservation*, 11:187–193
- Rowe R. J. 1987. The dragonflies of New Zealand. New Zealand, Auckland University Press: 260 str.
- Schmidt E. 1929. Ordnung: Libellen, Odonata. V: Die Tierwelt Mitteleuropas. Schmidt E. (ed.) Leipzig, Quelle und Meyer: 1–66
- Schwarz C. J., Arnason A. N. 1996. A general methodology for the analysis of capture recapture experiments in open populations. *Biometrics*, 52: 860–873
- Schwarz C. J., Seber G. A. F. 1999. Estimating animal abundance: review III. *Statistical Science*, 14: 427–456
- Settele J., Feldmann R., Reinhardt R. 1999. Die Tagfalter Deutschlands. Ein Handbuch für Freilandökologen, Umweltplaner Und Naturschützer. Stuttgart, Ulmer: 452 str.
- Sodelovanje in pomoč pri oblikovanju strokovnih izhodišč za pripravo Uredbe o krajinskem parku Ljubljansko barje, končno poročilo. 2007. Ljubljana, Inštitut za vode RS: 96 str.
- Spomenica Odseka za varstvo prirode in prirodnih spomenikov (1920). Glasnik Muzejskega društva za Slovenijo 1, 1/4: 69–75
- St. Quentin D. 1960. Zur Kenntnis der Agrioninae (Coenagrioninae) Südamerikas (Odonata). *Beiträge zur Neotropischen Fauna*, 2/1: 45–64
- Sternberg K. 1998. Die Postglaziale Besiedlung Mitteleuropas Durch Libellen, mit Besonderer Berücksichtigung Südwestdeutschlands (Insecta, Odonata). *Journal of Biogeography*, 25: 339–360
- Sternberg K. 1999. *Coenagrion ornatum*. V: Die Libellen Baden-Württembergs, Band 1. Sternberg K. in Buchwald R. (ur). Stuttgart, Eugen Ulmer GmbH und Co: 270–278
- Šlamun A., Bedjanič M. 1997. Kačji pastirji (Odonata) iz Slovenije in Hrvaške v zbirki »Finzi« Tržaškega prirodoslovnega muzeja (Museo Civico di Storia Naturale di Trieste). *Exuviae* 4/1: 1–10
- Šlamun, A., Podgorelec M., Kotarac M. 2010. Dopolnitev predloga območij za vključitev v omrežje Natura 2000 – kačji pastirji (Odonata): koščični škratec (*Coenagrion ornatum*) (končno poročilo). Miklavž na Dravskem polju, Center za kartografijofavne in flore: 34 str.
- Šifer M. 1983. Nova dognanja o geomorfološkem razvoju Ljubljanskega barja. *Geografski zbornik*: 54 str.

- Thompson D.J., Rouquette J.R., Purse, B.V. 2003. Ecology of the Southern Damselfly. Conserving Natura 2000 Rivers Ecology Series 8. Peterborough, English Nature: 22 str.
- Trčak B., Erjavec D., Govedič M., Grobelnik V. 2010. Kartiranje in naravovarstveno vrednotenje habitatnih tipov izbranih območij v Krajinskem parku Ljubljansko barje. Končno poročilo. Miklavž na Dravskem polju, Center za kartografijo favne in flore: 77 str.
- Trottier R. 1971. Effects of temperature on the lifecycle of *Anax junius* (Odonata: Aeschindae) in Canada. The Canadian Entomologist, 103/12:1671–1683
- Uredba o ekološko pomembnih območjih. Uradni list RS, 48/2004.
- Uredba o posebnih varstvenih območjih (območja Natura 2000). Uradni list RS, 49/2004.
- Uredba o zavarovanih prostoživečih živalskih vrstah. Uradni list RS, 46/2004.
- Uredba o zavarovanju ogroženih živalskih vrst. Uradni list RS, 57/1993.
- Vinko D. 2016. »Podatki o koščičnem škratcu za Vipavsko dolino«. damjan.vinko@gmail.com (osebni vir, junij 2016)
- Vought L.B.M., Lacoursiere J.O. 2010. Restoration of streams in agricultural landscapes. Restoration of Lakes, Streams, Floodplains, and Bogs in Europe: principles and case studies. Eiseltova M. (eds.) Heidelberg, Springer Netherlands: 225–242
- Waage J. K. 1972. Longevity and mobility of adult *Calopteryx muculata* (Beauvois, 1805) (Zygoptera: Calopterygidae). Odonatologica, 1: 155–162
- Waage, J. K. 1980. Adult sex ratios and female reproductive potential in *Calopteryx* (Zygoptera: Calopterygidae). Odonatologica, 9: 217–230
- Watts P. C., Saccheri I. J., Kemp S. J., Thompson D. J. 2007. Effective population sizes and migration rates in fragmented populations of an endangered insect (*Coenagrion mercuriale*: Odonata). Journal of Animal Ecology, 76: 790–800
- White G. C., Burnham K. P. 1999. Program MARK: survival estimation from populations of marked animals. Bird study, 46: 120–138
- Wootton R. J. 1981. Paleozoic insects. Annual Review of Entomology, 26: 319–344
- Wootton R. J. 1988. The historical ecology of aquatic insects: an overview. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 62: 477–292
- Zakšek B. 2011. Populacijska struktura in varstvo *Phengaris teleius* in *P. nausithous* (Lepid.: Lycaenidae) v Osrednjih Slovenskih goricah. Ljubljana, Univerza v Ljubljani,

Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, Diplomsko delo: 1–2

Zupanc B., Mikuš T., Oven A., Hladnik J. 2012. Načrt upravljanja Krajinskega parka Ljubljansko barje 2014 – 2024. Ljubljana, Javni zavod Krajinski park Ljubljansko barje: 73 str.

meteo.si, Uradna vremenska napoved za Slovenijo – Arhiv meritev. 2015.
<http://meteo.arso.gov.si/met/sl/archive/> (21. marec 2016)

ZAHVALA

Najprej bi se rada zahvalila Mihaelu Tratniku, ki me je navdušil za biologijo.

Za mentorstvo pri kačjih pastirjih se zahvaljujem Damjanu Vinku. Hvala ti za vse predano znanje, pomoč, potrpljenje, piva in nasvete.

Za idejo in pomoč pri GPS podatkih se zahvaljujem Aliju Šalamunu. Hvala za vse zemljevidke, podatke, komentarje in nasvete. Hvala za ves tvoj čas.

Za pomoč pri razumevanju metode in obdelavi podatkov se zahvaljujem Barbari Zakšek. Hvala ker si organizirala MRR delavnico.

Najlepše se zahvaljujem Piotru Nowickemu, ki mi je pomagal pri obdelavi podatkov, ko sama nisem znala več naprej.

Hvala Alešu Tomažiču za vse debate in komentarje ter tvojo vzpodbudo.

Zahvaljujem se mentorju izr. prof. dr. Rudiju Verovšku, za vodenje in hitre popravke.

Alji Pirnat se zahvaljujem za popravke in konstruktivne debate.

Za hitro, izčrpno in konstruktivno recenzijo se zahvaljujem prof. dr. Roku Kostanjšku.

Za pomoč na terenu se zahvaljujem Nataši Vrhovec, Anji Peternel, Romanu Luštriku, Niki Zaletelj, Andreju Jurčku, Simonu Zidarju, Katji Vrabec in Milošu Popoviću.

Za posredovane članke se zahvaljujem Danieli Keller in Filipu Harabišu.

Hvala vsem, ki ste me kakorkoli spodbujali na moji študijski poti.

PRILOGE

PRILOGA A: Izračun ocen in napak dnevne in skupne velikosti populacije

Ocene dnevne velikosti populacije:

$$N_i = \frac{n_i}{p} \quad \dots (2)$$

n_i - št. ulovljenih osebkov v vzorčnem dnevu i , p – ulovljivost.

Dnevni prirastek (Seber, 1973):

$$B_i = N_{i+1} - N_i \phi_i^\delta \quad \dots (3)$$

δ - dolžina intervala med vzorčnimi dnevi (v dnevih), ϕ_i - stopnja preživetja.

Nowicki (2005) predlaga popravljeno formulo za dnevni prirastek, kjer so vključeni tudi osebk, ki poginejo, preden so sploh lahko ulovljeni:

$$B'_i = \frac{\delta_i B_i (\phi - 1)}{\phi^{\delta_i - 1}} \quad \dots (4)$$

Velikost celotne populacije v generaciji smo izračunali kot vsoto B_i (Nowicki in sod., 2005) in B_i :

$$N_{skupna} = \sum B_i \quad \dots (5)$$

$$N_{kor_{skupna}} = \sum B'_i \quad \dots (6)$$

Intervale zaupanja za dnevne ocene velikosti populacije smo izračunali kot v Settele in sod. (1999):

$$\sigma^2(N_i) = \frac{n_i^2 \sigma^2(p_i)}{p_i^4} + \frac{n_i(1-p_i)}{p_i^2} \quad \dots (7)$$

σ^2 - varianca,

$$f_{0i} = N_i - n_i \quad \dots (8)$$

f_{0i} - ocena števila osebkov, ki niso bili ujeti v vzorčnem dnevu i .

$$C = \exp \left\{ 1,96 \left[\ln \left(1 + \frac{\sigma^2(N_i)}{f_{0i}^2} \right) \right]^{1/2} \right\} \quad \dots (9)$$

Zgornja meja intervala:

$$n_i + \frac{f_{oi}}{c} \quad \dots (10)$$

Spodnja meja intervala:

$$n_i + f_{oi}C \quad \dots (11)$$

Napaka ocene celotne velikosti populacije:

$$\sigma^2(B_i) = \sigma^2(N_{i+1}) + \phi_i^2 \sigma^2(N_i) + N_i^2 \sigma^2(\phi_i) + \sigma^2(\phi_i) \sigma^2(N_i) + (n_i - R_i)^2 \sigma^2(\phi_i) \quad \dots (12)$$

$R_i = 0$, vsi osebki so bili označeni in živi izpuščeni.

$$\sum_{i=0}^{k-1} cov(B_i; B_{i+1}) = \frac{k}{k-3} \sum_{i=0}^{k-1} (B_i - \bar{B})^2 - \frac{k-1}{2(k-3)} \sum_{i=0}^{k-1} (B_{i+1} - B_i)^2 \quad \dots (13)$$

$$\sigma^2(N_{skupna}) = \sum_{i=0}^{k-1} \sigma^2(B_i) + 2 \sum_{i=0}^{k-1} cov(B_i; B_{i+1}) \quad \dots (14)$$