

UNIVERZA NA PRIMORSKEM
FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN
INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE

ZAKLJUČNA NALOGA

POPULACIJSKA DINAMIKA OGROŽENEGA
STRAŠNIČINEGA MRAVLJIŠČARJA (*PHENGARIS*
TELEIUS) V POREČJU NANOŠČICE

KLARA KOPAČ

UNIVERZA NA PRIMORSKEM
FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN
INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE

Zaključna naloga

**Populacijska dinamika ogroženega strašničinega
mravljiščarja (*Phengaris teleius*) v porečju Nanoščice**
(Population dynamics of endangered scarce large blue (*Phengaris teleius*)
in Nanoščica river basin)

Ime in priimek: Klara Kopač
Študijski program: Biodiverziteta
Mentor: izr. prof. dr. Jure Jugovic
Somentor: doc. dr. Martina Lužnik

Koper, 2024

ZAHVALA

Največja zahvala gre mentorju izr. prof. dr. Juretu Jugovicu za neskončno potrpežljivost, pomoč in spodbudo med pisanjem te naloge. Poleg tega tudi za pomoč na terenu, predvsem v začetnih dneh.

Zahvala tudi somentorici doc. dr. Martini Lužnik za vso pomoč pri obdelavi in pripravi podatkov.

Ani Pšeničnik za njeno neutrudno vztrajnost, vedno dobro voljo in vsesplošno pripravljenost na najinih terenskih dnevih.

Manji Tišler in Juretu Perošu za vso pomoč in delo na terenu ter Luciji Česnik za pomoč pri iskanju ter identifikaciji mravelj.

Kaji Vereš za pomoč pri pripravi zemljevidov.

Posebna zahvala gre moji mami Ireni, ki mi je bila v največjo podporo ne le med pisanjem zaključne naloge, temveč tudi v času celotnega študija.

Prav tako se zahvaljujem ostalim članom svoje družine, najboljši prijateljici Lari in ostalim prijateljem, ki so mi bili v oporo v času študija.

Ključna dokumentacijska informacija

Ime in PRIIMEK: Klara KOPAČ

Naslov zaključne naloge:

Populacijska dinamika ogroženega strašničinega mravljiščarja (*Phengaris teleius*) v porečju Nanoščice

Kraj: Koper

Leto: 2024

Število listov: 22

Število slik: 18

Število tabel: 4

Število prilog: 3

Št. strani prilog: 3

Število referenc: 16

Mentor: izr. prof. dr. Jure Jugovic

Somentor: doc. dr. Martina Lužnik

Ključne besede: metulji, Lepidoptera, strašničin mravljiščar (*Phengaris teleius*), zdravilna strašnica (*Sanguisorba officinalis*), populacijska dinamika

Izvleček:

Strašničin mravljiščar (*Phengaris teleius*) je zelo ozko ekološko specializirana vrsta – za uspešno razmnoževanje in preživetje namreč potrebuje vlažne travnike, gostiteljsko rastlino zgodnjih larvalnih stadijev – zdravilno strašnico (*Sanguisorba officinalis*) in gostiteljske mravlje (*Myrmica* sp.) za poznejše larvalne stadije. V naši raziskavi smo v porečju Nanoščice pri Postojni leta 2019 na desetih krpah zato preverjali prisotnost gostiteljskih rastlin in mravelj ter s pomočjo metode MRR (ang. Mark – Release – Recapture: Metoda lova, označevanja in ponovnega ulova) ugotavljali populacijsko dinamiko vrste. Tekom 21 terenskih dni smo skupaj označili 869 metuljev (439 samcev in 430 samic), od tega smo jih ponovno ujeli 269 (200 samcev in 69 samic). S pomočjo programa MARK 9.0 smo velikost populacije samcev ocenili na 1525 (s 95% intervalom zaupanja 1180 – 2029) in samic na 1002 (s 95% intervalom zaupanja 806 – 1298). Povprečna življenjska doba za samce je 4,03 dni, za samice pa 3,29 dni. Letalna sezona je bila leta 2019 dolga, trajala je vsaj 57 dni. Večina preletov (265 preletov = 98,51 %) je bilo krajših od 300 m, le manjši odstotek (1,49% = 4 preleti) preletov je bil zelo dolg, od 3200–3600 m. Preko 3,2 km so preleteli trije samci in ena samica. Vedenje se je med samci in samicami razlikovalo. Samice so počivale v višjem deležu (14,79%) kot samci (5,15%). Predvidevamo, da je populacija v porečju Nanoščice stabilna, vendar predlagamo primerne varstvene ukrepe, saj je vrsta občutljiva in jo lahko zmoti že manjša sprememba v okolju (npr. časovno neprimerna košnja večjega števila habitatnih krp).

Key document information

Name and SURNAME: Klara KOPAČ

Title of the final project paper:

Population dynamics of endangered scarce large blue (*Phengaris teleius*) in Nanoščica river basin

Place: Koper

Year: 2024

Number of pages: 22

Number of figures: 18

Number of tables: 4

Number of appendix: 3

Number of appendix pages: 3

Number of references: 16

Mentor: Assoc. Prof. Jure Jugovic, PhD

Co-Mentor: Assist. Prof. Martina Lužnik, PhD

Keywords: butterflies, Lepidoptera, scarce large blue (*Phengaris teleius*), great burnet (*Sanguisorba officinalis*), population dynamics

Abstract:

The scarce large blue (*Phengaris teleius*) is ecologically a very specialized species - for its successful reproduction and survival, it requires wet meadows, the host plant of early larval stages - great burnet (*Sanguisorba officinalis*) and host ants (*Myrmica* sp.) for the later larval stages. In our research, we therefore checked the presence of host plants and ants in the Nanoščica river basin near Postojna in 2019 on ten meadows and determined the population dynamics of the species using the MRR (Mark – Release – Recapture) method. During 21 field days we marked a total of 869 butterflies (439 males and 430 females), of which we recaptured 269 (200 males and 69 females). Using the MARK 9.0 program, we estimated the population size of males at 1525 (with a 95% confidence interval of 1180 - 2029) and of females at 1002 (with a 95% confidence interval of 806 - 1298). The average lifespan for males was 4.03 days and for females 3.29 days. The flight season in 2019 lasted at least 57 days. Most of the movements (265 movements = 98.51%) were shorter than 300 m, only a small percentage (1.49% = 4 movements) was very long, 3200 - 3600 m. Three males and one female travelled over 3.2 km. Behaviour differed between males and females. Females rested in higher percentages (14.79%) than males (5.15%). We assume that the population at Nanoščica is stable, but we suggest appropriate protective measures, as the species is sensitive and can be disturbed by even a minor change in the environment (e.g., mowing several meadows at the wrong time).

KAZALO VSEBINE

1	UVOD.....	1
1.1	Namen in cilji	2
1.1.1	Glavni cilji	2
1.1.2	Delovne hipoteze	2
2	MATERIALI IN METODE	3
2.1	Območje raziskave	3
2.2	Opis in stanje krp.....	3
2.3	Pasti za mravlje in štetje hranilnih rastlin.....	3
2.4	Metoda lova, označevanja in ponovnega ulova (MRR)	5
2.5	Preleti.....	5
2.6	Analiza demografskih parametrov.....	6
2.7	Povprečna pričakovana življenjska doba.....	7
3	REZULTATI Z DISKUSIJO.....	8
3.1	Gostiteljske mravlje in hranilne rastline	8
3.2	Populacijska dinamika ter spolno razmerje	9
3.3	Vedenje.....	13
3.4	Preleti.....	14
3.5	Ocena velikosti populacije strašničinega mravljiščarja in drugi demografski parametri.....	17
3.6	Življenjska doba	21
4	ZAKLJUČEK	22
5	LITERATURA	23

KAZALO PREGLEDNIC

Tabela 1: Povzetek števila ulovov samcev in samic *P. teleius* na Nanoščici v letu 2019 po posameznih terenskih dnevih. Upoštevani so tudi ulovi izven raziskovanih habitatnih krp. 10

Tabela 2: Povzetek ulovov samcev in samic *P. teleius* na Nanoščici v letu 2019. 10

Tabela 3: Število ulovov *P. teleius* na vsak terenski dan in habitatno krpo (HK) v letu 2019 v porečju Nanoščice. Za vsako krpo je označena površina (S) v hektarih, število obiskov (O), ulovov (U) in število zdravilnih strašnic (So) na njihovem višku. S svetlo sivo so označeni obiski krp in s temno sivo prisotnost cvetočih strašnic. »K« predstavlja število kvadrantov (1 m²), na katerih smo preverjali prisotnost mravelj, »P« pa število nastavljenih talnih pasti/zbranih pasti (nekatero je poškodovala divjad). Ulovi izven habitatnih krp niso upoštevani. 12

Tabela 4: Dva najboljša modela v modulu POPAN po informacijskem kriteriju (z $\Delta AICc < 2$), število parametrov (Np) in ocene velikosti populacije za samce (Nm) in samice (Nf) s 95% intervalom zaupanja (CI). Poudarjen je najboljši model. 18

KAZALO SLIK IN GRAFIKONOV

Slika 1: Nastavljanje pasti za mravlje (Foto: Klara Kopač).	4
Slika 2: Mravlja iz rodu <i>Myrmica</i> z značilnim trnom (puščica) na hrbtnem delu (Foto: Klara Kopač).	4
Slika 3: Preverjanje spola metulja in označevanje z vodoodpornim flomastrom. (Foto: Klara Kopač).	5
Slika 4: Zemljevid krp na območju Nanoščice, kjer smo izvajali MRR metulja <i>Phengaris teleius</i> v letu 2019. Na zgornjem zemljevidu je prikazana pozicija krp z okolico, ter približan prikaz krp pri Landolu (a) in pri Malem Otoku (b). Zemljevidi krp so povzeti iz državnega monitoringa (Zakšek in sod., 2018). Tortični grafi predstavljajo odstotek vrst <i>Myrmica</i> (<i>M. sabuleti</i> – siva, <i>M. rubra</i> – črna, <i>M. lona</i> – bela), ki so bile ujete s pomočjo pasti ($N = \text{število mravelj } Myrmica \text{ sp. iz pasti} / \text{število pasti} + \text{število kvadrantov (1 m}^2\text{), ki smo jih pregledali; } n = \text{število kolonij vsake vrste najdene na vsakem kvadrantu}$). Prisotnost <i>M. lona</i> in <i>M. scabrinodis</i> smo na krpi 3 potrdili pri pregledu kvadrantov, kar pa ni prikazano na tortičnem grafu. Z zvezdico so označene krpe, na katere smo postavili talne pasti.	8
Slika 5: Povprečno število ulovov glede na število zdravilnih strašnic (<i>Sanguisorba officinalis</i>) na višku cvetenja. Zastopana sta bila dva velikostna razreda: 21 – 50 in >100 cvetočih zdravilnih strašnic.	9
Slika 6: Relativna zastopanost samcev in samic <i>P. teleius</i> v porečju Nanoščice po posameznih terenskih dnevih leta 2019.	11
Slika 7: Točke ulovljenih strašničinih mravljiščarjev z označenimi krpami (1 – 10) na območju Landol (a) in Mali Otok (b). Označeni so tudi dodatni ulovi izven krp (število oznak se ne ujema popolnoma s številom ulovov, saj se posamezne točke ulovov več živali lahko prekrivajo).	12
Slika 8: a) Vedenje <i>P. teleius</i> v poletju 2019 na območju Nanoščice. Notranji kolobar predstavlja samce in zunanji samice b) Izbira nektarskih rastlin samcev in samic.	13
Slika 9: Položaj krp pri Landolu (levo) in Malem Otoku (desno) in označeni preleti med krpami znotraj ene skupine in med obema skupinama. Velik gozd na sredini verjetno predstavlja neprehoden/težko prehoden teren (matriks) za strašničinega mravljiščarja.	15
Slika 10: Zemljevid preletov <i>Phengaris teleius</i> na območju Nanoščice v letu 2019 med znotraj dveh sistemov krp: Landol (levo) in Mali Otok (desno).	15
Slika 11: Prikaz preletov <i>Phengaris teleius</i> med 10 habitatnimi krpami na območju Nanoščice v letu 2019. Samica iz krpe 5 je preletela na območje južno od sistema krp pri Malem Otoku, kjer smo jo naključno ujeli. Preletov med krpami 8, 9 in 10 nismo opazili.	16
Slika 12: Razdalje med dvema zaporednima ulovoma samcev in samic po 25 – metrskih razredih znotraj obeh sistemov krp. Štirje najdaljši preleti (>3,2 km) med obema sistemoma krp niso prikazani.	16
Slika 13: Verjetnosti preleta za določeno razdaljo pri samcih in samicah strašničinega mravljiščarja v porečju Nanoščice leta 2019, izpeljane iz NEF in IPF na podlagi razdalje	

med posameznimi zaporednimi ulovi. V formuli P predstavlja verjetnost premika določene razdalje (D). V modelih nismo upoštevali štirih najdaljših preletov (gl. besedilo).....	17
Slika 14: Preživetje 95% intervali zaupanja (najboljši model, modul Popan) strašničinega mravljiščarja v letu 2019 na Nanoščici. Vrednosti so podane na koncu vsakega intervala (prvo in drugo vzorčenje 7. in 10. julija smo zaradi majhnega števila živali, označenih 7.7., združili, zato je prva vrednost prikazana pod 11.7.).....	18
Slika 15: Ulovljivost s 95% intervali zaupanja (najboljši model, modul Popan) strašničinega mravljiščarja v letu 2019 na Nanoščici. Prvo in drugo vzorčenje 7. in 10. julija smo zaradi majhnega števila živali, označenih 7.7., združili (prikazano skupaj pod 10. 7.).....	19
Slika 16: Vstop v populacijo s 95 % intervali zaupanja (najboljši model, modul Popan, v deležu populacije) za strašničinega mravljiščarja v letu 2019 na Nanoščici. Vrednosti so podane na koncu vsakega intervala (prvo in drugo vzorčenje 7. in 10. julija smo zaradi majhnega števila živali, označenih 7.7., združili).....	19
Slika 17: Vstop v populacijo s 95 % intervali zaupanja (najboljši model, modul Popan, v številu živali) pri strašničinem mravljiščarju v letu 2019 na Nanoščici. Vrednosti so podane na koncu vsakega intervala (prvo in drugo vzorčenje 7. in 10. julija smo zaradi majhnega števila živali, označenih 7.7., združili).	20
Slika 18: Dnevne ocene velikosti populacije strašničinega mravljiščarja s 95 % intervali zaupanja (najboljši model, modul Popan) v letu 2019 na Nanoščici. Vrednosti so podane na koncu vsakega intervala (prvo in drugo vzorčenje 7. in 10. julija smo zaradi majhnega števila živali, označenih 7.7., združili).	20

KAZALO PRILOG

PRILOGA A *Vedenje samci vs samice: Hi kvadrat test*

PRILOGA B *Počitek samci vs samice: Hi kvadrat test*

PRILOGA C *Prehranjevanje samci VS samice: Hi kvadrat test*

1 UVOD

Strašničinega mravljiščarja (*Phengaris teleius*) uvrščamo v družino modrinov (Lycaenidae) ter v rod mravljiščarjev (*Phengaris*). Za mravljiščarje je značilno, da so dobri pokazatelji stanja v okolju, saj so zelo občutljivi na spremembe. V Evropi so dokaj ogrožen rod. Med njimi je strašničin mravljiščar sicer široko razširjena palearktična vrsta, katere areal se razteza od Francije do Japonske, vendar so populacije v zadnjih desetletjih močno upadle. Glavno grožnjo predstavljata predvsem izguba in fragmentacija habitata (Popović in sod., 2014). Med ostale grožnje štejemo tudi pretirano gnojenje, ki spremeni sestavo flore, nepravilno organizirana košnja (prezgodnja košnja ali košnja celotnega travnika naenkrat), preveč intenzivno oranje, ki uniči podzemna gnezda mravelj, baliranje in požiganje travnikov (Ipe, 2020).

Vrsta je zelo ozko ekološko specializirana, za uspešno razmnoževanje in preživetje namreč potrebuje vlažne travnike, gostiteljsko rastlino zgodnjih larvalnih stadijev – zdravilno strašnico (*Sanguisorba officinalis*) in gostiteljske mravlje (*Myrmica* sp.) za poznejše larvalne stadije (Zakšek, 2011).

Strašničin mravljiščar je v Sloveniji zavarovana vrsta in vpisana na seznam vrst Natura 2000. V preteklosti je bilo za to vrsto narejenih kar nekaj monitoringov velikosti populacij na območjih sklenjene razširjenosti po celotni Sloveniji (npr. Slovenske gorice, Celjska kotlina, Ljubljansko barje) (Ipe, 2020).

V porečju Nanoščice pri Postojni je ena izmed le štirih večjih populacij v Sloveniji, vendar zanjo nimamo podrobnejših podatkov, zato smo želeli preveriti populacijsko strukturo na tem območju in se prepričati, da strašničin mravljiščar tam res tvori metapopulacijo. Raziskavo smo delali po metodi MRR (ang. Mark – Release – Recapture: Metoda lova, označevanja in ponovnega ulova). Ugotoviti smo želeli, kakšno je razmerje med spoloma, oceniti mobilnost strašničinega mravljiščarja, izračunati dolžino poletov ter določiti dolžino letalne sezone. V sklopu terenskega dela smo preverili prisotnost gostiteljskih mravelj ter zdravilne strašnice, da bi ugotovili, kakšen je pomen številčnosti gostiteljskih rastlin in mravelj na številčnost naše izbrane vrste metulja.

1.1 Namen in cilji

Glavni namen tega dela je prispevati k poznavanju populacijske dinamike ogroženega strašničinega mravljiščarja v porečju Nanoščice. Z ugotovitvami bi želeli pomagati pri ohranjanju in varovanju te vrste metulja in njegovega življenjskega okolja.

1.1.1 Glavni cilji

- Ugotoviti, ali na izbranem območju strašničin mravljiščar tvori metapopulacijo ali več izoliranih populacij,
- ugotoviti velikost populacije na območju Nanoščice,
- ugotoviti razmerje med spoloma v populaciji,
- preveriti razmerje med številom metuljem in številom gostiteljskih mravelj in rastlin,
- določiti dolžino preletov in mobilnost te vrste znotraj posameznih krp ter med dvema oddaljenima sistemoma habitatnih krp na izbranem območju,
- določiti dolžino letalne sezone.

1.1.2 Delovne hipoteze

- Strašničin mravljiščar na proučevanem območju tvori metapopulacijo.
- Razmerje med spoloma ni enako, prevladujejo samci.
- Metulji bodo številčnejši tam, kjer so številčnejše gostiteljske rastline in mravlje.
- Metulji preletavajo med posameznimi prostorsko povezanimi (bližnjimi) krpami (t.j. znotraj sistema krp), ne pa tudi med dvema oddaljenima sistemoma izbranih krp.
- Letalna sezona traja okoli 30 dni.

2 MATERIALI IN METODE

2.1 Območje raziskave

Reka Nanoščica se nahaja na jugozahodu Slovenije zahodno od Postojne v t.i. regiji Pivka (Perko 1998). Tukaj najdemo večje število ekstenzivnih vlažnih travnikov, predele z zaraščajočimi se močvirskimi travniki in veliko mejic. Podnebje je submediteransko. Areal strašničinega mravljiščarja je tukaj sklenjen na razdalji okoli desetih kilometrih ob reki Nanoščici (Verovnik in sod., 2009).

Ker je celotno območje pojavljanja zelo obsežno, smo se odločili, da bomo raziskavo izvedli na desetih krpah, ki smo jih izbrali na podlagi poročila zadnjega državnega monitoringa te vrste pred našo raziskavo iz leta 2018 (Zakšek in sod. 2018). Izbrali smo dva sistema petih krp v neposredni bližini: en sistem se nahaja na zahodnem delu porečja Nanoščice blizu vasi Landol (523 – 530 m n.v.), drugi sistem pa na vzhodnem delu porečja pri vasi Mali Otok (515 – 523 m n.v.). Zračna razdalja med tema dvema sistemoma je vsaj 3,2 km.

2.2 Opis in stanje krp

Večino izbranih krp (10) je bilo primernih, zato smo jih obiskali vse terenske dni, z izjemo nekaterih, ki so bile tekom raziskave pokošene in tistih, na katerih zdravilna strašnica ni cvetela. Krpe so bile glede na lokacijo razdeljene v dva sistema, ki smo ju poimenovali po dveh najbližjih zaselkih: Landol (krpe 1 – 5) in Mali Otok (krpe 6 – 10).

2.3 Pasti za mravlje in štetje hranilnih rastlin

V juniju 2019 smo pred letalno sezono postavili talne pasti, da bi preverjali prisotnost mravelj rodu *Myrmica*, ki so gostiteljice prezimujočih ličink *P. teleius*. V zemljo smo vkopali manjši plastičen kozarček (volumen: 0,25L) in vanj vlili 0,1L propilen glikola, kamor so se nato ulovile mravlje (Slika 1). Pasti so bile nastavljene 11 dni (5. 6. – 16. 6. 2019). Pasti smo postavili na štiri krpe (3, 4, 8 in 9), vedno v bližini (< 2 m) zdravilne strašnice, saj mravlje *Myrmica* okoli svojih gnezd iščejo hrano in mlade ličinke *P. teleius* le na tej razdalji (Wynhoff in sod., 2014). Na vsaki izbrani krpi smo postavili 5–7 pasti (glede na velikost krpe), od katerih je nekatere tekom raziskave poškodovala divjad. Mravlje smo v neposredni bližini nastavljenih pasti zbirali tudi ročno s temeljitim pregledom 1–4 kvadrantov v velikosti 1 m². Iz pasti smo prebrali mravlje rodu *Myrmica* (Slika 2) in jih ločili od ostalih. Do vrste natančno so bile določene z vizualnim pregledom s pomočjo stereo mikroskopa (Leica EZ4W) in določevalnih ključev Radchenko in Elmes (2010). Iz podatkov smo izračunali absolutno in relativno številčnost vrst mravelj *Myrmica*. Iz vsakega kvadranta

smo prav tako ločili posamezne mravlje rodu *Myrmica* in jih določili do vrste natančno. Prešteli smo tudi število kolonij za vsako vrsto.

Ob vsakem obisku smo prešteli število cvetočih strašnic na vsaki krpi. Vsako krpo smo nato umestili v enega od petih razredov glede na najvišje število strašnic, prešteti v celotni sezoni (0, 1 – 20, 21 – 50, 51 – 100 in >100).



Slika 1: Nastavljanje pasti za mravlje (Foto: Klara Kopač).



Slika 2: Mravlja iz rodu *Myrmica* z značilnim trnom (puščica) na hrbtnem delu (Foto: Klara Kopač).

2.4 Metoda lova, označevanja in ponovnega ulova (MRR)

Populacijsko dinamiko smo preverili s pomočjo metode lova, označevanja in ponovnega ulova MRR (MRR: Mark – Release – Recapture ali CMR: Capture – Mark – Release).

Terenske dneve smo opravljali vsak drugi dan oz. glede na vremenske razmere (Tabela 1). Metulje smo lovili med 9.00 in 19.00 uro oz. ko sta bila vreme (sončno in ne vetrovno) in temperatura ($>20^{\circ}\text{C}$) primerna. Vsako ulovljeno žival smo z vodoodpornim flomastrom enoznačno označili na spodnjo stran zadnjih kril (Slika 3). Vsak metulj je dobil svojo zaporedno številko. Ob prvem ulovu smo zabeležili spol metulja, ki smo ga ob vsakem naslednjem ulovu potrdili, če je bilo to mogoče. Poleg spola smo ob vsakem ulovu zapisali še vedenje (let, počitek, kopula, prehranjevanje), datum in uro ulova, stanje ohranjenosti (1 = odlično stanje, 2 = dobro stanje, 3 = slabo stanje) in s pomočjo GPS naprave (GPSmap 66s, do 5 m natančno) določili koordinate vsakega ulova.

2.5 Preleti

V programu Excel smo izračunali razdaljo preletov med prvim ulovom in vsakim naslednjim ulovom istega osebka. Izračunali smo povprečne razdalje in standardni odklon, morebitne statistično pomembne razlike med samci in samicami smo preverili s T-testom ($p < 0,05$). Preletne razdalje smo prikazali s pomočjo programa QGIS 3.16.8.



Slika 3: Preverjanje spola metulja in označevanje z vodoodpornim flomastrom. (Foto: Klara Kopač)

Za izračunane razdalje med zaporednimi ulovi (npr. 1.-2. ulov, 2.-3. ulov itd.) vseh vsaj enkrat ponovno ujetih živali smo prešteli frekvence preletov za samce in samice v 25 metriskim razredih. Izračunali smo kumulativne deleže za posamezne razrede oddaljenosti in njih nato uporabili pri izračunu negativne eksponentne funkcije (NEF), kjer je verjetnost (P), da živali preleti razdaljo D (v km): $P = e^{-kD}$ (k predstavlja disperzijsko konstanto, ki opisuje obliko eksponentne funkcije). Izračunali smo tudi pričakovano razdaljo (D') med dvema zaporednima ulovoma, izraženo z $D' = 1/k$ (Hill in sod. 1996). Iste podatke smo prilagodili inverzni potenčni funkciji (IPF), kjer je verjetnost preleta za določeno razdaljo podana s $P = CD^{-n}$, ker C in n predstavljata dve konstanti (Hill in sod. 1996). Oba pristopa se uporabljata za oceno sposobnosti širjenja vrste in nudita pomembno informacijo za ohranjanje vrste.

2.6 Analiza demografskih parametrov

V programu MARK 9.0 (White in Burnham 1999) smo uporabili različne pristope in ločeno za samce in samice modelirali demografske parametre (preživetje, ulovljivost, stopnjo vstopa v populacijo) in na koncu ocenili velikost populacije odraslih metuljev, s tem da smo zaradi majhnega vzorca na prvi uspešen popisni dan prva dva popisna dneva za namen analiz združili. Uporabili smo dvostopenjski proces: v modulu Cormack-Jolly-Seber (CJS) smo sprva analizirali spreminjanje parametra preživetja (ϕ oz. Φ) in ulovljivost (p). Različne modele smo analizirali z različnimi kombinacijami parametrov (spreminjanje glede na osem kombinacij). Posamezen parameter je lahko bil: konstanten in enak za oba spola (skupini), različen za spola (g), časovno variabilen (t), časovno variabilen-linearno ($tlin$), oz. kombiniran na aditiven način ($g+t$) in ($g+tlin$) oz. na interaktiven način ($g*t$) in ($g*tlin$). V prvi fazi smo nekaj najboljših modelov izbrali na podlagi najnižje ocene Akaike informacijskega kriterija (AIC), prirejenega za majhne vzorce (AICc), in jih kasneje uporabili v modulu POPAN (Schwarz in Arnason 1996). Ta modul ima poleg preživetja in ulovljivosti še dodaten parameter vstopa v populacijo (b ali $pent$; angl. birth rate ali parameter of entrance), ki ga uporabimo za ocenjevanje stopnje izleganja metuljev iz bub in s tem povečevanje populacije odraslih metuljev. Poleg tega pa poda tudi oceno velikosti populacije preko sezone (N), dnevnih velikosti populacij (N_i) in dnevne ocene vstopa v populacijo (B_i). V modulu POPAN smo za verjetnost vstopa, poleg osmih osnovnih, vključili še tri dodatne kombinacije ($tlin+tlin2$), ($g+tlin+tlin2$) in ($g*[tlin+tlin2]$). Najboljši modeli so bili tisti z oceno $\Delta AICc < 2$ (Burnham in Anderson 2002).

2.7 Povprečna pričakovana življenjska doba

Povprečno pričakovano življenjsko dobo ($\hat{e}$) smo izračunali s pomočjo enačbe (Nowicki in sod., 2005a):

$$\hat{e} = (1 - \varphi)^{-1} - 0.5$$

Lahko pa bi jo izračunali tudi z drugo, podobno enačbo (Cook in sod., 1967):

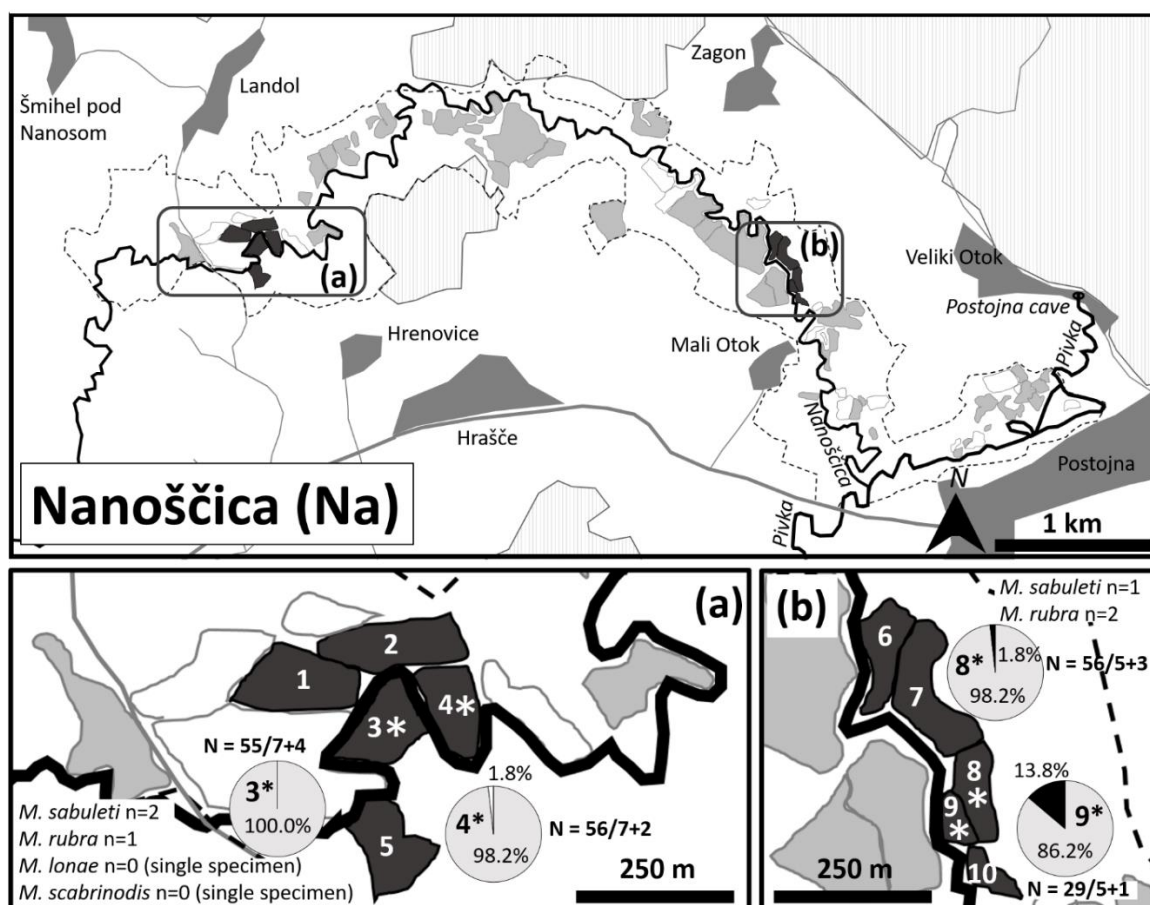
$$\hat{e} = -(\ln \varphi)^{-1}$$

Ker je druga enačba ponavadi namenjena organizmom s stalnim izleganjem so Nowicki in sod. (2005a) kot ustrežnejšo predlagali prvo enačbo, saj ta upošteva, da se dnevni metulji izlegajo v skupinah v zgodnjih jutranjih urah (Thomas in Lewington, 1991). Slabost druge enačbe je tudi, ker lahko podceni življenjsko dobo, če so ocene za ulovljivost majhne (Nowicki in sod., 2005a). Ker pa sta oceni navadno zelo podobni, smo ob upoštevanju navedenih razlogov uporabili le prvo enačbo.

3 REZULTATI Z DISKUSIJO

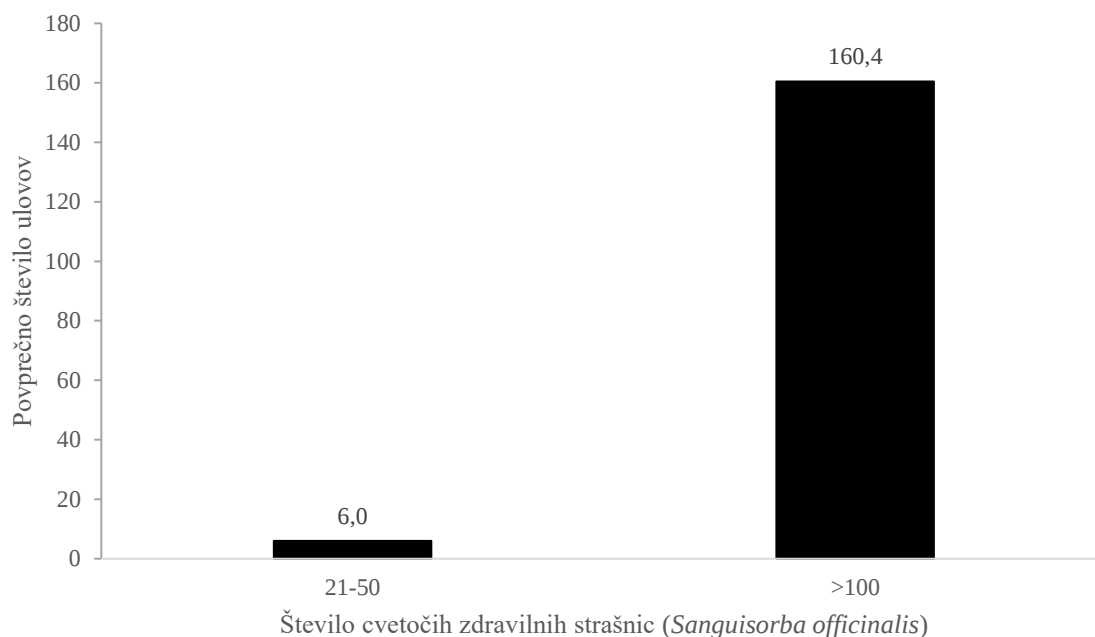
3.1 Gostiteljske mravlje in hranilne rastline

Na območju Nanoščice smo našli štiri vrste gostiteljskih mravelj rodu *Myrmica*. Na štirih krpah (Slika 4) smo v skupno 24 pasti ulovili tri različne vrste mravelj: najpogostejša je bila *M. sabuleti* (258 mravelj [97,7%]), sledi *M. rubra* (5 mravelj [1,9%]) in *M. lonae* (ena mravlja [0,4 %], ki smo jo v pasti našli na samo eni krpi). Dodatno, četrto vrsto *M. scabrinodis*, smo z ročnim pregledom kvadrantov (1 m²) potrdili le na krpi številka 3. Na krpi številka 3 (Landol zahod) so bile tako najdene vse štiri navedene vrste. V bližini zdravilnih strašnic smo našli kolonije mravelj *M. sabuleti* in *M. rubra*, nismo pa našli nobenih kolonij za *M. lonae* ali *M. scabrinodis*.



Slika 4: Zemljevid krp na območju Nanoščice, kjer smo izvajali MRR metulja *Phengaris teleius* v letu 2019. Na zgornjem zemljevidu je prikazana pozicija krp z okolico, ter približan prikaz krp pri Landolu (a) in pri Malem Otoku (b). Zemljevidi krp so povzeti iz državnega monitoringa (Zakšek in sod., 2018). Tortični grafi predstavljajo odstotek vrst *Myrmica* (*M. sabuleti* – siva, *M. rubra* – črna, *M. lonae* – bela), ki so bile ujete s pomočjo pasti (N = število mravelj *Myrmica* sp. iz pasti/število pasti + število kvadrantov (1 m²), ki smo jih pregledali; n = število kolonij vsake vrste najdene na vsakem kvadrantu). Prisotnost *M. lonae* in *M. scabrinodis* smo na krpi 3 potrdili pri pregledu kvadrantov, kar pa ni prikazano na tortičnem grafu. Z zvezdico so označene krpe, na katere smo postavili talne pasti.

Na višku sezone hranilnih rastlin – zdravilnih strašnic, smo na treh krpah prešteli med 21 in 50 in na ostalih sedmih krpah preko 100 rastlin (ker je bilo število strašnic tako visoko, jih je bilo nemogoče natančno prešteti). Nobena krpa ni bila brez hranilnih rastlin niti ni sodila v razreda s številčnostjo 1 – 20 oziroma 51 – 100 strašnic. Povprečno število ulovov na krpah, kjer je bilo višje število strašnic (velikostni razred >100), je bilo skoraj 27-krat večje kot na krpah, kjer je bilo strašnic manj (velikostni razred 21 – 50; Slika 5).



Slika 5: Povprečno število ulovov glede na število zdravilnih strašnic (*Sanguisorba officinalis*) na višku cvetenja. Zastopana sta bila dva velikostna razreda: 21 – 50 in >100 cvetočih zdravilnih strašnic.

3.2 Populacijska dinamika ter spolno razmerje

Opravili smo 21 terenskih dni in vsak dan smo ujeli in označili vsaj dva ali več metuljev (Tabela 1). Terene smo opravljali v intervalih od 1 do največ 5 dni. Prisotnost strašničinih mravljiščarjev smo potrdili na vseh izbranih krpah kot tudi ponekod izven njih. Sezona letanja je trajala najmanj 57 dni (7. julij do 1. september 2019). Sklepamo, da začetka letalne sezone nismo zamudili, saj smo prvi uspešen terenski dan ujeli le dva metulja. Letalna sezona se je nepredvidljivo podaljšala še v začetek septembra, ko smo zaključili s tereni (Tabela 1), vendar smo po strmo padajočem številu zadnjih terenskih dni sklepali, da se letalna sezona bliža koncu.

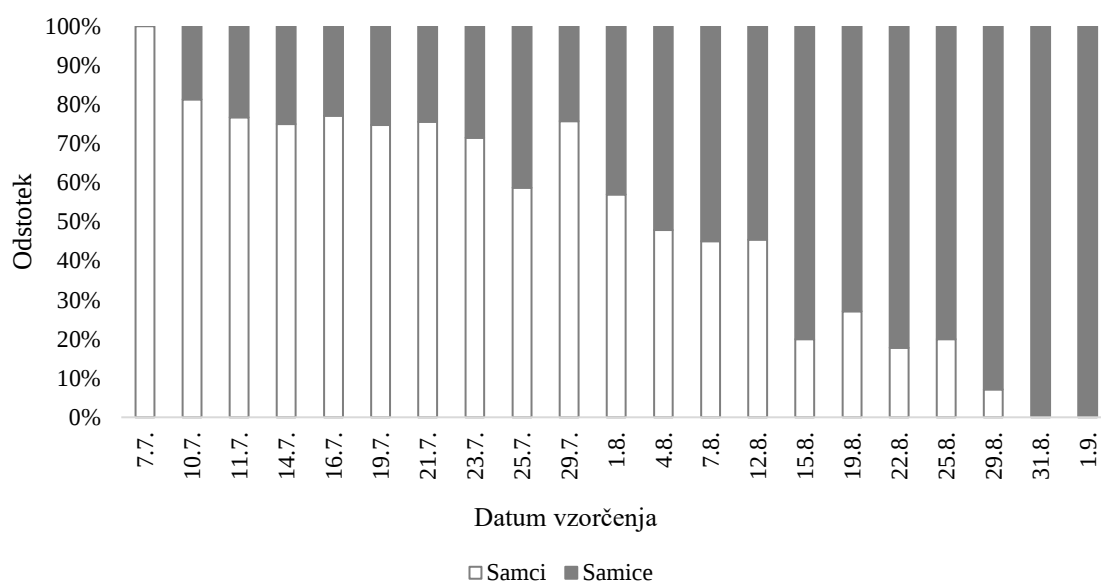
Tabela 1: Povzetek števila ulovov samcev in samic *P. teleius* na Nanoščici v letu 2019 po posameznih terenskih dnevih. Upoštevani so tudi ulovi izven raziskovanih habitatnih krp.

Št. vzorčenja	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Datum	7.7.	10.7.	11.7.	14.7.	16.7.	19.7.	21.7.	23.7.	25.7.	29.7.	1.8.	4.8.	7.8.	12.8.	15.8.	19.8.	22.8.	25.8.	29.8.	31.8.	1.9.
Interval (dnevi)	3	1	3	2	3	3	2	2	4	3	3	3	5	3	4	3	3	3	4	2	
Št. samcev	2	13	33	43	64	73	76	71	38	59	42	46	24	10	16	16	8	7	1	0	0
Št. samic	3	0	10	14	21	23	24	28	25	17	37	50	36	12	64	43	37	28	13	16	9
Skupaj	5	13	43	57	85	96	100	99	63	76	79	96	60	22	80	59	45	35	14	16	9

Na izbranih krpah v porečju Nanoščice smo označili 439 samcev in 430 samic (razmerje samici – samice = 1,02), skupaj torej 857 metuljev (Tabela 2). Relativna številčnost samcev se je na račun samic zmanjšala proti koncu sezone (Slika 6). Protandrija se je pokazala s hitrejšim in/ali strmejšim porastov samcev na začetku sezone (višek številčnosti 25. julij) in kasnejšim viškom samic (4. avgust; glej tudi sliko 15). Z redkimi izjemami smo opazili, da so bile krpe z metulji naseljene šele po tem, ko so strašnice na krpah zacvetele (Tabela 3).

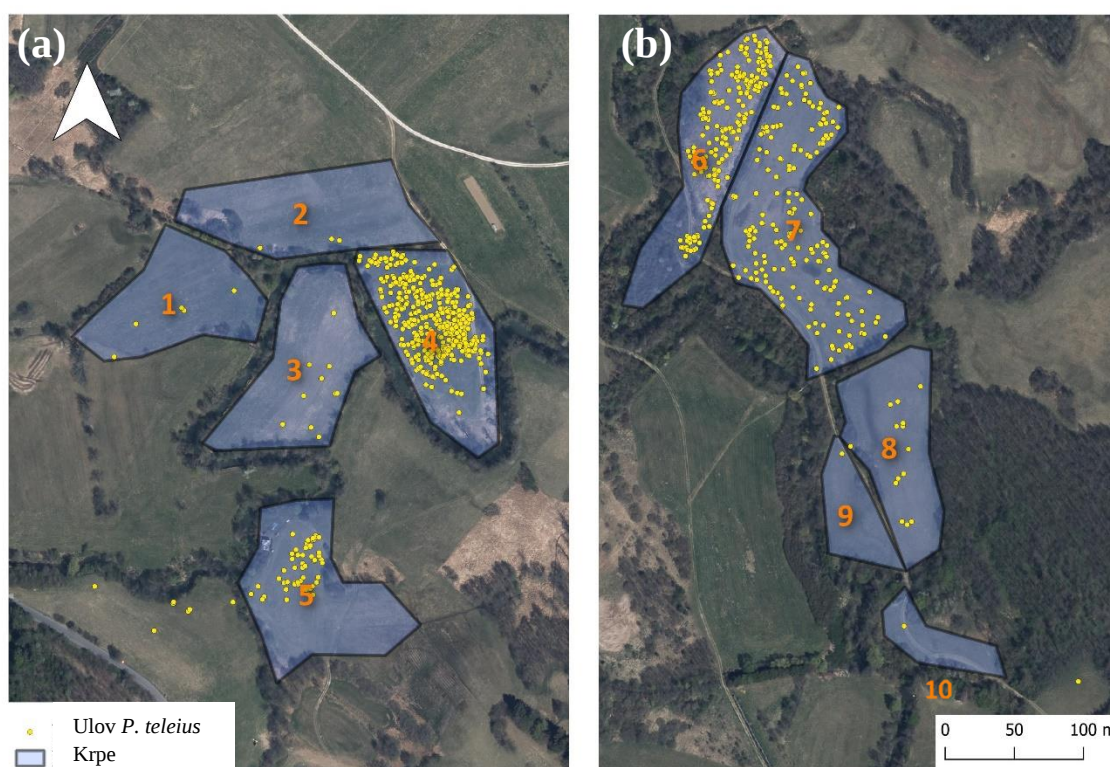
Tabela 2: Povzetek ulovov samcev in samic *P. teleius* na Nanoščici v letu 2019.

	Št. označenih živali	Št. ponovno ujetih živali	% ponovno ujetih živali	Št. ulovov	Št. ponovnih ulovov	% ponovnih ulovov
Samci	439	200	45,6	641	205	32,0
Samice	430	69	16,0	511	88	17,2
Skupaj	869	269	31,0	1152	293	25,4



Slika 6: Relativna zastopanost samcev in samic *P. teleius* v porečju Nanoščice po posameznih terenskih dnevih leta 2019.

Skupno največ metuljev smo ujeli in označili na habitatnih krpah št. 4, 6 in 7 (Slika 7), med njimi pa smo največje število metuljev ujeli na krpi št. 4, kjer smo zabeležili 540 ulovov (Tabela 3). Te krpe so strašničinemu mravljiščarju očitno predstavljale najbolj optimalne razmere, na vseh so bile namreč prisotne mravlje iz rodu *Myrmica* in vse našete krpe so imele prisotno visoko število cvetočih zdravilnih strašnic. Zunaj določenih krp smo ob hoji med krpami označili še 9 metuljev (Slika 7).



Slika 7: Točke ulovljenih strašničinih mravljiščarjev z označenimi krpami (1 – 10) na območju Landol (a) in Mali Otok (b). Označeni so tudi dodatni ulovi izven krp (število oznak se ne ujema popolnoma s številom ulovov, saj se posamezne točke ulovov več živali lahko prekrivajo).

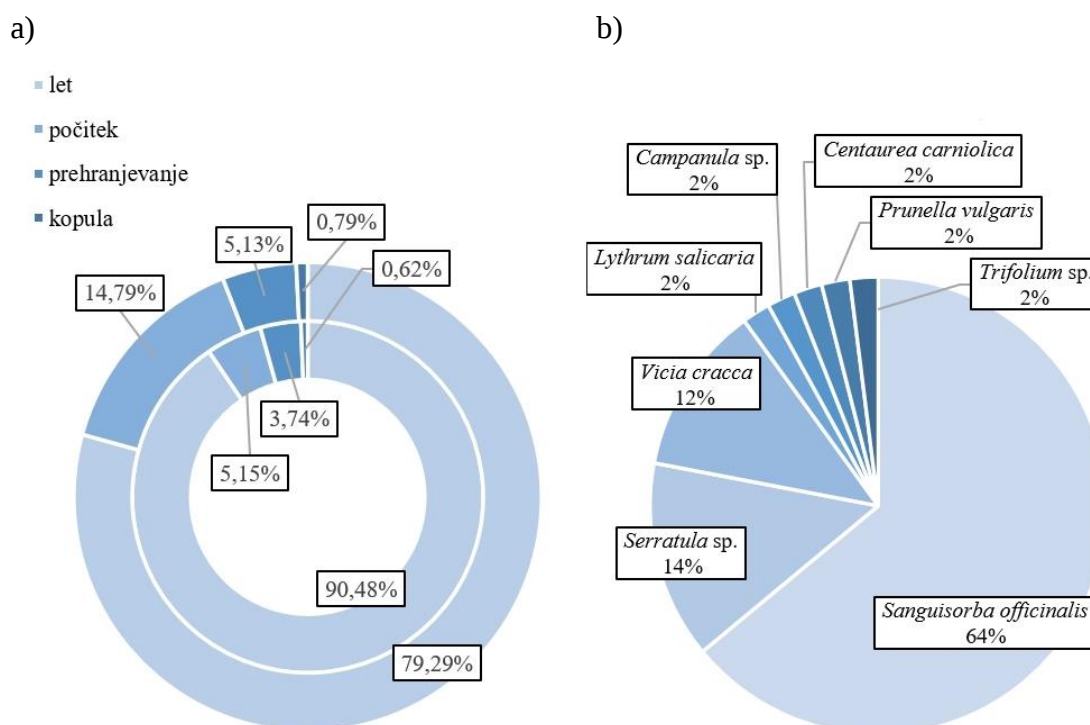
Tabela 3: Število ulovov *P. teleius* na vsak terenski dan in habitatno krpo (HK) v letu 2019 v porečju Nanoščice. Za vsako krpo je označena površina (S) v hektarih, število obiskov (O), ulovov (U) in število zdravih strašnic (So) na njihovem višku. S svetlo sivo so označeni obiski krp in s temno sivo prisotnost cvetočih strašnic. »K« predstavlja število kvadrantov (1 m²), na katerih smo preverjali prisotnost mravelj, »P« pa število nastavljenih talnih pasti/zbranih pasti (nekateri je poškodovala divjad). Ulovi izven habitatnih krp niso upoštevani.

					Julij										Avgust										Sept.				
HK	S	P	K	So	7	10	11	14	16	19	21	23	25	29	1	4	7	12	15	19	22	25	29	31	1	O	U		
1	1,0			>100											1	2	1									20	4		
2	0,8			>100						1	2															17	3		
3	1,1	(7/7)	4	>100						3			3	2	1	1	1									21	11		
4	1,0	(7/7)	2	>100		15	33	40	64	68	66	68	53	41	38	27	21	6								21	540		
5	0,7			>100					3	8	7	16	6	10		10	1									17	61		
6	0,6			>100		1	8	17	15	12	20	13	1	15	22	33	24	16	11	5	6	3	3			20	225		
7	1,3			>100							2		1	6	12	16	12		69	54	39	32	11	16	9	15	279		
8	0,9	(7/5)	3	21-50	2		2		3	4	1			1	2											21	15		
9	0,4	(5/5)	1	21-50											1											21	1		
10	0,4			21-50							1				1											21	2		
S	8,31																												
O					5	7	7	7	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	194			
U					2	16	43	57	85	96	99	97	64	75	78	89	60	22	80	59	45	35	14	16	9		1141		

3.3 Vedenje

Zabeležili smo pet različnih vedenj (Slika 8a) in ugotovili, da v vedenju med spoloma obstaja statistično značilna razlika (χ^2 -test, LR = 33,619, df = 3, $p < 0,001$, Slika 8a, Priloga A, gl. tudi Prilogi B in C); med njimi je bilo najpogostejše letenje (90,48% samcev in 79,29% samic). Sledi počitek, ki je bil pri samicah bolj pogost (samci: 5,15%; samice: 14,79%). Samice so se prav tako nekoliko več časa prehranjevale (5,13%) kot samci (3,74%). Kopula je bila pri obeh spolih opažena v manj kot 1% primerov. Odlaganje jajčec (ovipozicijo) smo pri samicah opazili le dvakrat, a tega vedenja nismo vključili v statistično primerjavo vedenj med spoloma. Razlika v vedenju med samci in samicami je bolj očitna kot bi pričakovali po naključju.

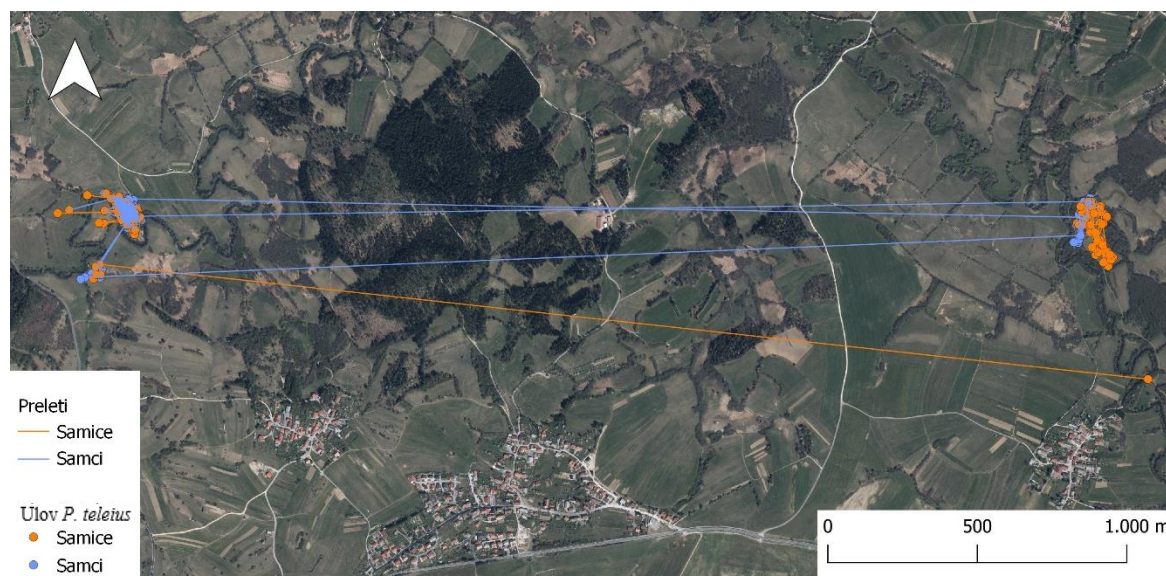
Krpe so se med sabo nekoliko razlikovale v floristični sestavi, vendar je bila na vseh prisotna zdravilna strašnica. Samci in samice so se prehranjevali pretežno na enakih rastlinah, zato smo jih prikazali skupaj (Slika 8b). Prehranjevanje smo opazili na osmih različnih rastlinah. Največji delež nektarskih rastlin so predstavljale zdravilne strašnice (64%), za njimi mačina (*Serratula* sp.; 14%), ptičja grašica (*Vicia cracca*; 12%) in na koncu vse v nadaljevanju našete rastline so bile vir nektarja 2% opaženih prehranjevanj: navadna krvenka (*Lythrum salicaria*), zvončica (*Campanula* sp.), kranjski glavinec (*Centaurea carniolica*) in navadna črnoglavka (*Prunella vulgaris*).



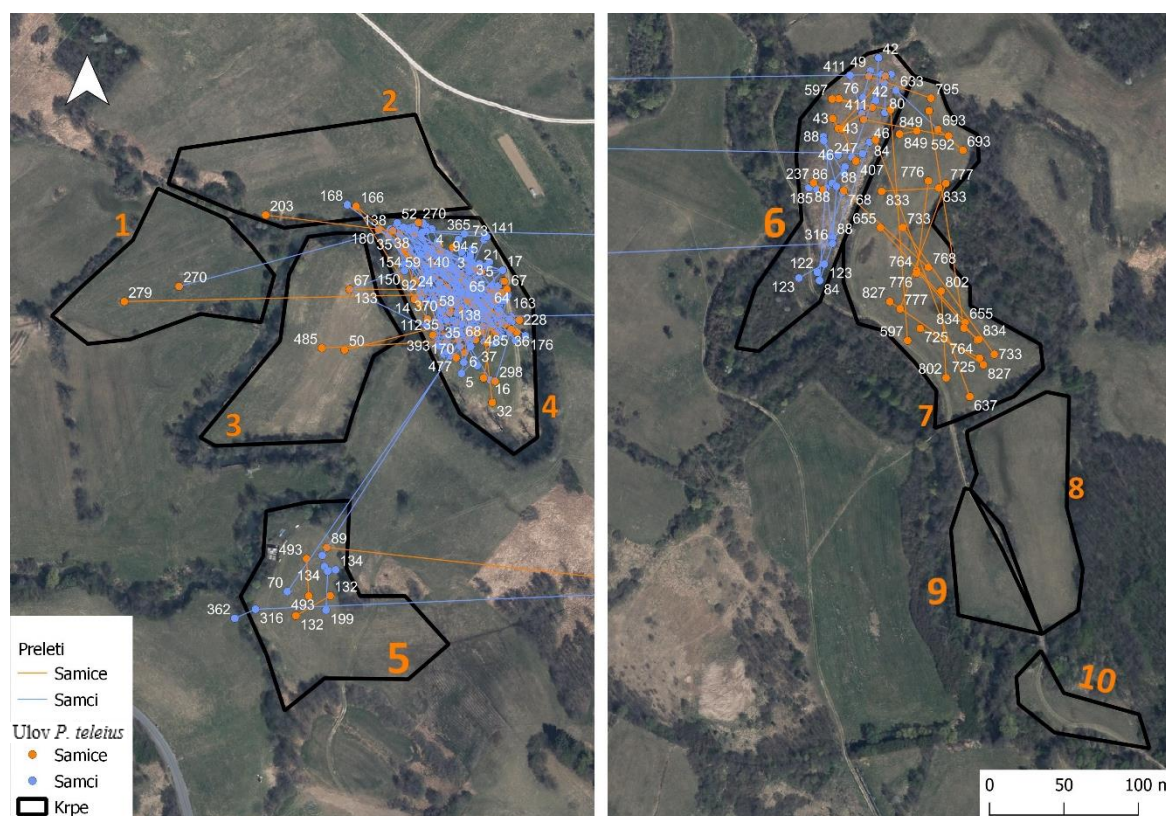
Slika 8: a) Vedenje *P. teleius* v poletju 2019 na območju Nanošče. Notranji kolobar predstavlja samce in zunanji samice b) Izbira nektarskih rastlin samcev in samic.

3.4 Preleti

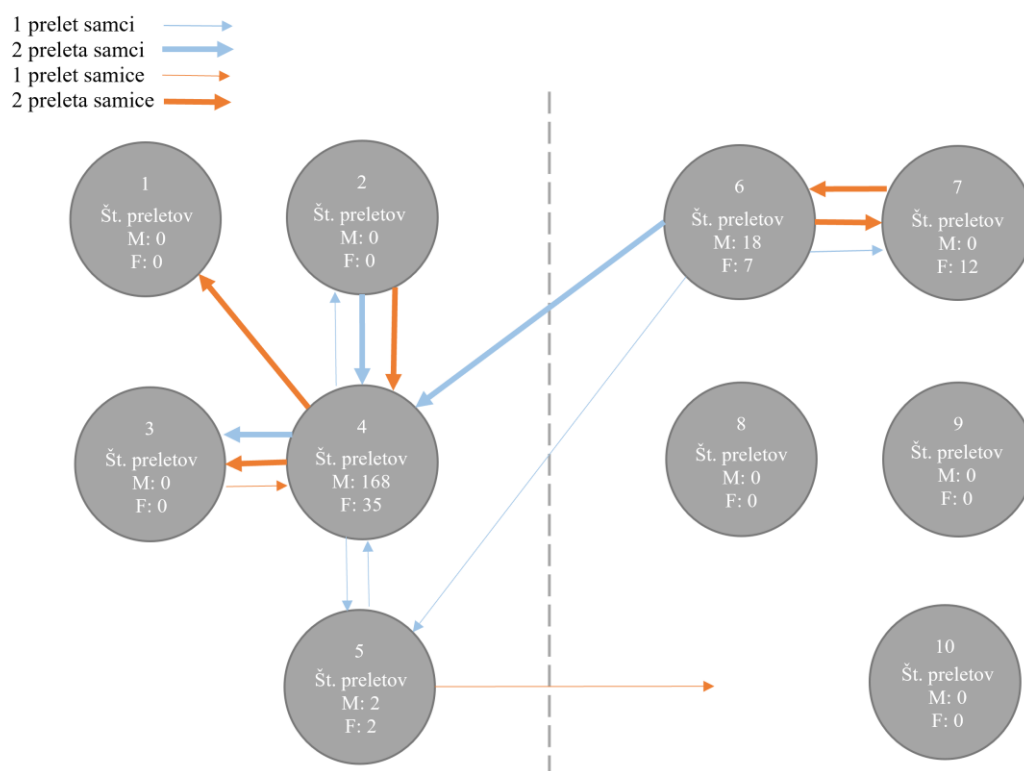
Ob upoštevanju vseh zbranih podatkov (vključno s preleti med obema sistemoma krp) smo zabeležili 271 preletov (od tega 200 samcev in 71 samic; Slike 9, 10 in 11). Zaradi redko zabeleženih dolgih preletov smo štiri prelete med obema sistemoma povezanih krp (Landol, Mali Otok) pred pripravo modelov za prelete znotraj sistema povezanih krp iz analize izključili, saj so maloštevilni dolgi preleti povzročili veliko odstopanje naših podatkov od obeh funkcij (NEF in IPF). Ob upoštevanju izključno preletov znotraj obeh sistemov povezanih petih habitatnih krp (in ne tudi med sistemoma), smo ugotovili statistično pomembne razlike v dolžini preletov med spoloma (samci > samice; T-test, $p=0,0005$): samci so v povprečju preleteli 39,27 m (SD: 31,81 m), samice pa 57,30 m (SD: 47,15 m). Večina premikov (265 premikov = 98,51%) je bila krajših od 300 m (Slika 12), le manjši odstotek (1,49% = 4 premiki) je znašal 3200 – 3600 m (t.j. preleti med obema sistemoma krp, ki smo jih iz analize izključili, ni prikazano na Sliki 12). Preko 3,2 km so preleteli trije samci (3264 m; 3278 m in 3380 m) in ena samica (3576 m). Realna razdalja najdaljših preletov je najverjetneje še nekoliko daljša, saj je na med obema sistemoma osamelec nižinskega gozda, ki predstavlja za metulja neustrezen matriks in ki ga reka Nanoščica s severne strani zaobide: tam poteka tudi najverjetnejša pot za prelete metuljev (koridor ustreznih habitatnih krp, Slika 4) zato so metulji najverjetneje leteli po tem koridorju in s tem naredili bistveno večjo razdaljo od izmerjene zračne razdalje najdaljših preletov (Slika 10).



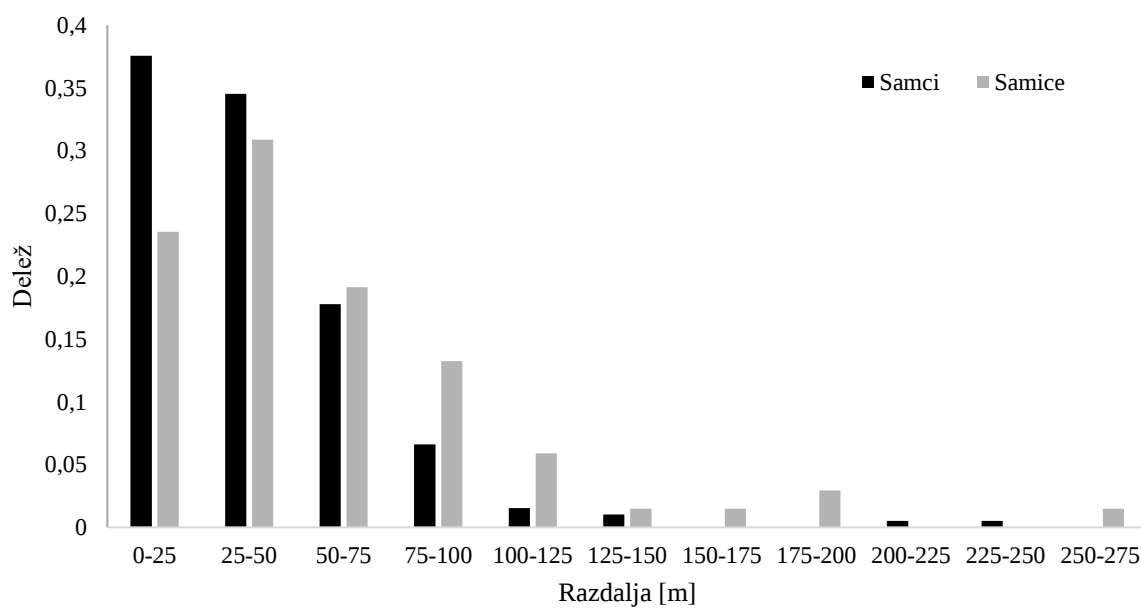
Slika 9: Položaj krp pri Landolu (levo) in Malem Otoku (desno) in označeni preleti med krpami znotraj ene skupine in med obema skupinama. Velik gozd na sredini verjetno predstavlja neprehoden/težko prehodni teren (matriks) za strašničinega mravljiščarja.



Slika 10: Zemljevid preletov *Phengaris teleius* na območju Nanošče v letu 2019 med znotraj dveh sistemov krp: Landol (levo) in Mali Otok (desno).

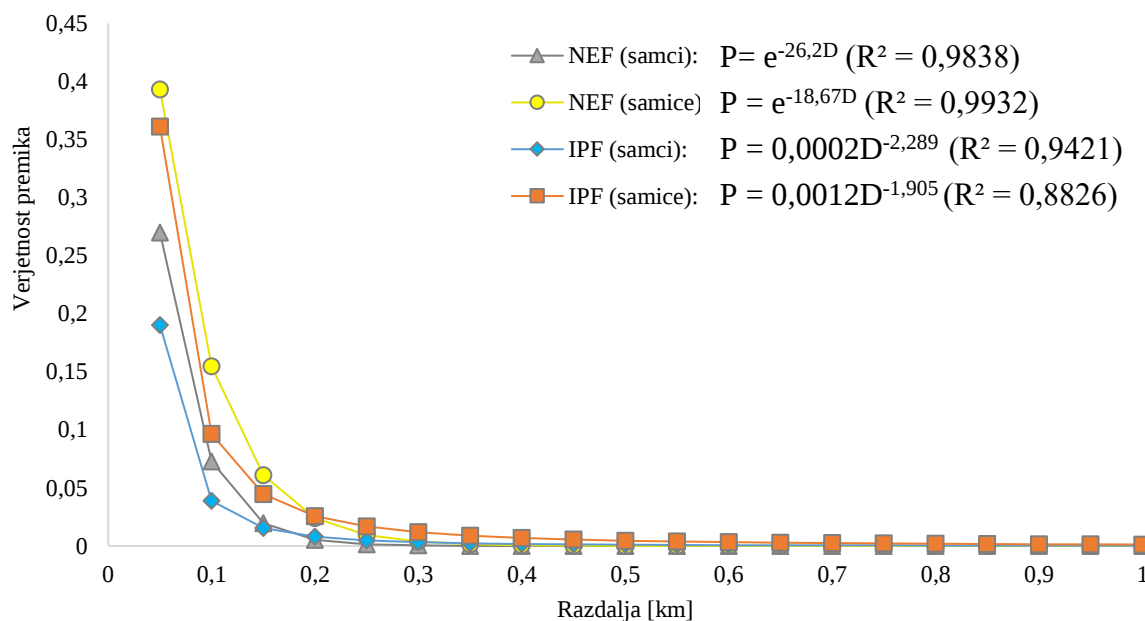


Slika 11: Prikaz preletov *Phengaris teleius* med 10 habitatnimi krpami na območju Nanoščice v letu 2019. Samica iz krpe 5 je preletela na območje južno od sistema krp pri Malem Otoku, kjer smo jo naključno ujeli. Preletov med krpami 8, 9 in 10 nismo opazili.



Slika 12: Razdalje med dvema zaporednima ulovoma samcev in samic po 25 – metrskih razredih znotraj obeh sistemov krp. Širše najdaljši preleti (>3,2 km) med obema sistemoma krp niso prikazani.

Po tem, ko smo odstranili štiri najdaljše prelete, sta se obe funkciji (NEF in IPF), s katerima smo ocenjevali sposobnost preletov znotraj obeh sistemov krp, zelo tesno prilegali podatkom tako za samce kot samice (R^2 : 0,88–0,99; Slika 13). NEF formula za samce znaša $P = e^{-26,2D}$ in za samice $P = e^{-18,67D}$. Pričakovana razdalja med dvema zaporednima ulovoma, definirana kot $1/k$ v formuli $P = e^{-k \cdot D}$ za samce je 38,17 m in za samice 53,56 m. IPF formula za samce znaša $P = 0,0002D^{-2,289}$, za samice pa $P = 0,0012D^{-1,905}$ (Slika 13).



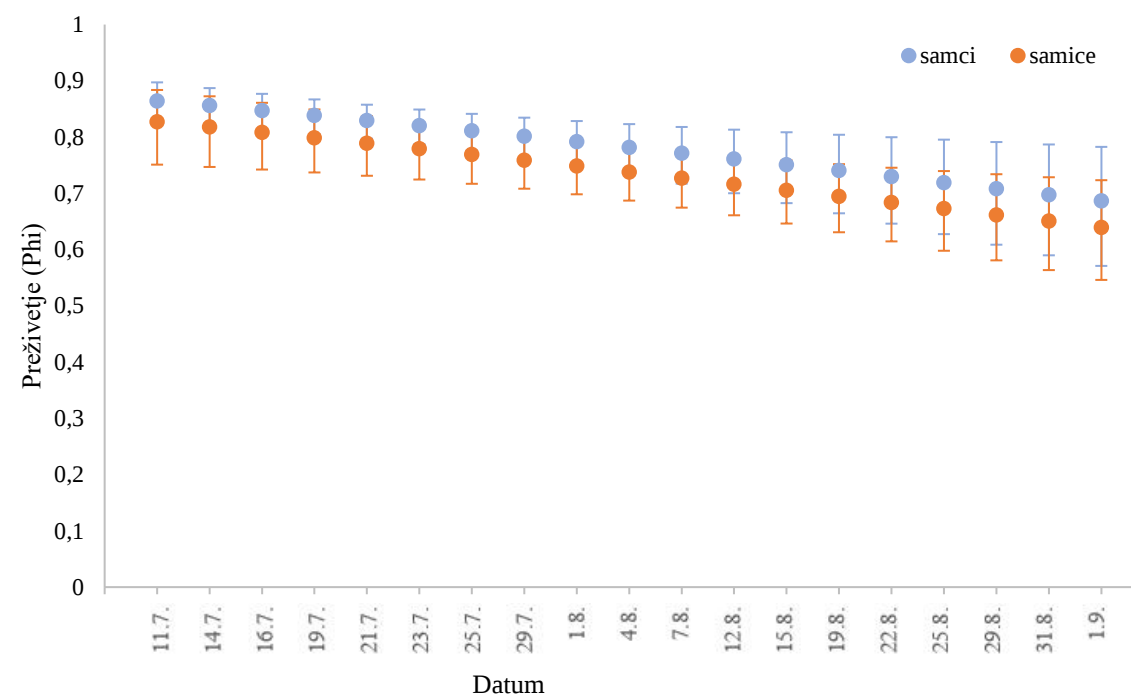
Slika 13: Verjetnosti preleta za določeno razdaljo pri samcih in samicah strašničinega mravljiščarja v porečju Nanoščice leta 2019, izpeljane iz NEF in IPF na podlagi razdalje med posameznimi zaporednimi ulovi. V formuli P predstavlja verjetnost premika določene razdalje (D). V modelih nismo upoštevali štirih najdaljših preletov (gl. besedilo).

3.5 Ocena velikosti populacije strašničinega mravljiščarja in drugi demografski parametri

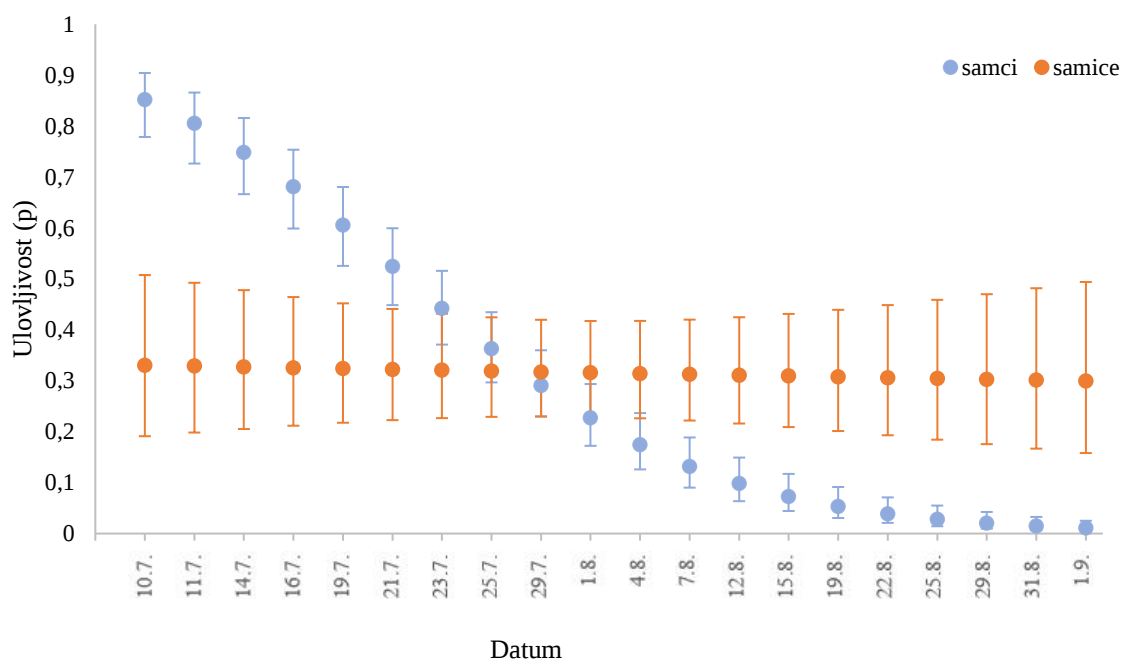
Izmed 85 testiranih modelov v modulu POPAN sta vhodnim podatkom najbolj ustrezala dva modela (Tabela 4). Pri obeh modelih se je preživetje (Slika 14) linearno spreminjalo, pri prvem modelu tudi različno (aditivno) za oba spola ($\phi(g+tlin)$). Ulovljivost (Slika 15) se je pri obeh najboljših modelih linearno spreminjala v času in različno za samce in samice ($p(g \cdot tlin)$). Vstop v populacijo (Sliki 16 in 17) je bil pri obeh najboljših modelih enak za spola, a časovno spremenljiv (najnižji na začetku in na koncu sezone; $b(t)$). Dnevne ocene velikosti populacije s 95% intervalom zaupanja smo prikazali na sliki 18. Velikost populacije samcev smo po najboljšem modelu ocenili na 1525 živali (s 95% intervalom zaupanja 1180 – 2029), velikost populacije za samice pa na 1002 živali (s 95% intervalom zaupanja 806 – 1298; Tabela 4).

Tabela 4: Dva najboljša modela v modulu POPAN po informacijskem kriteriju (z $\Delta AIC_c < 2$), število parametrov (N_p) in ocene velikosti populacije za samce (N_m) in samice (N_f) s 95% intervalom zaupanja (CI). Poudarjen je najboljši model.

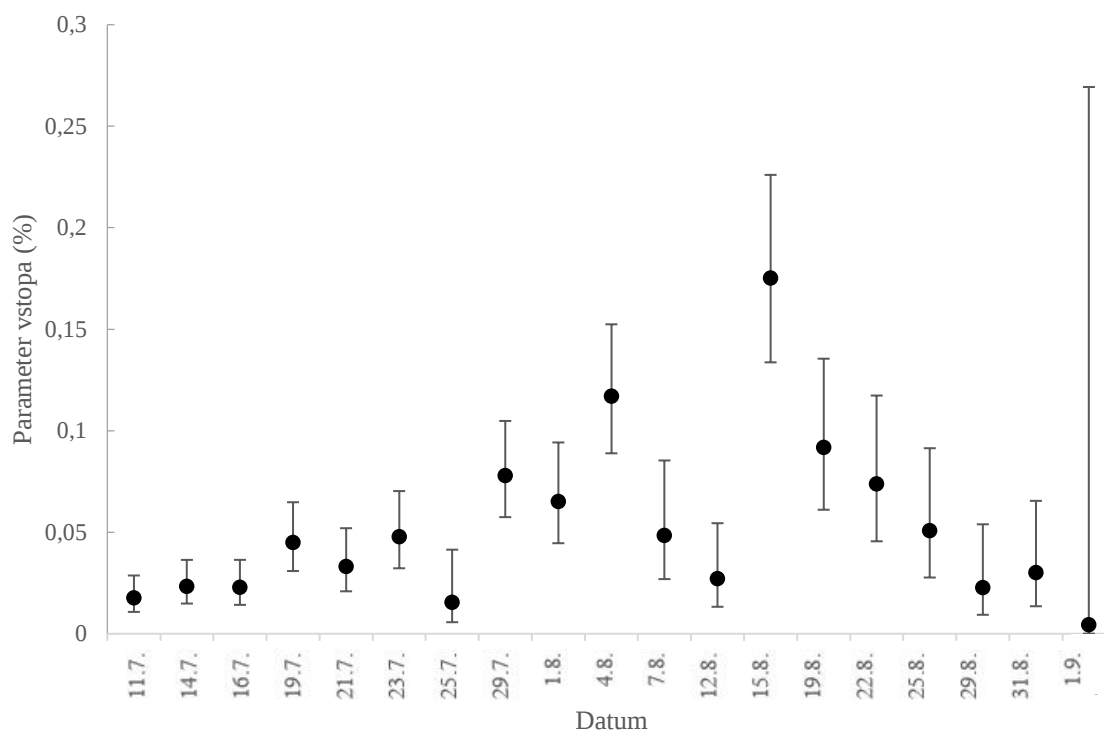
	Model	$\Delta QAIC_c$	N_p	N_m (95 % CI)	N_f (95 % CI)
1	$\varphi_{(g+tlin)} p_{(g*tlin)} b_{(t)} N_{(g)}$	0	28	1525 (1180–2029)	1002 (806–1298)
2	$\varphi_{(tlin)} p_{(g*tlin)} b_{(t)} N_{(g)}$	0,7665	27	1484 (1156–1960)	1055 (852–1355)



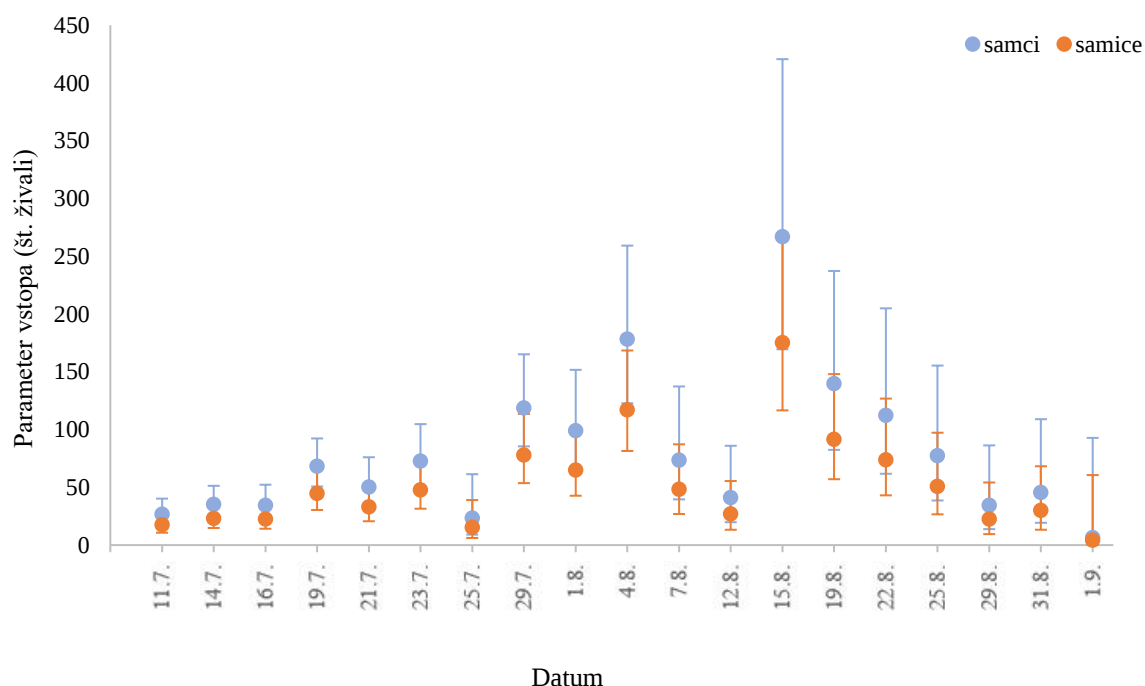
Slika 14: Preživetje 95% intervali zaupanja (najboljši model, modul Popan) strašničinega mravljiščarja v letu 2019 na Nanoščici. Vrednosti so podane na koncu vsakega intervala (prvo in drugo vzorčenje 7. in 10. julija smo zaradi majhnega števila živali, označenih 7.7., združili, zato je prva vrednost prikazana pod 11.7.).



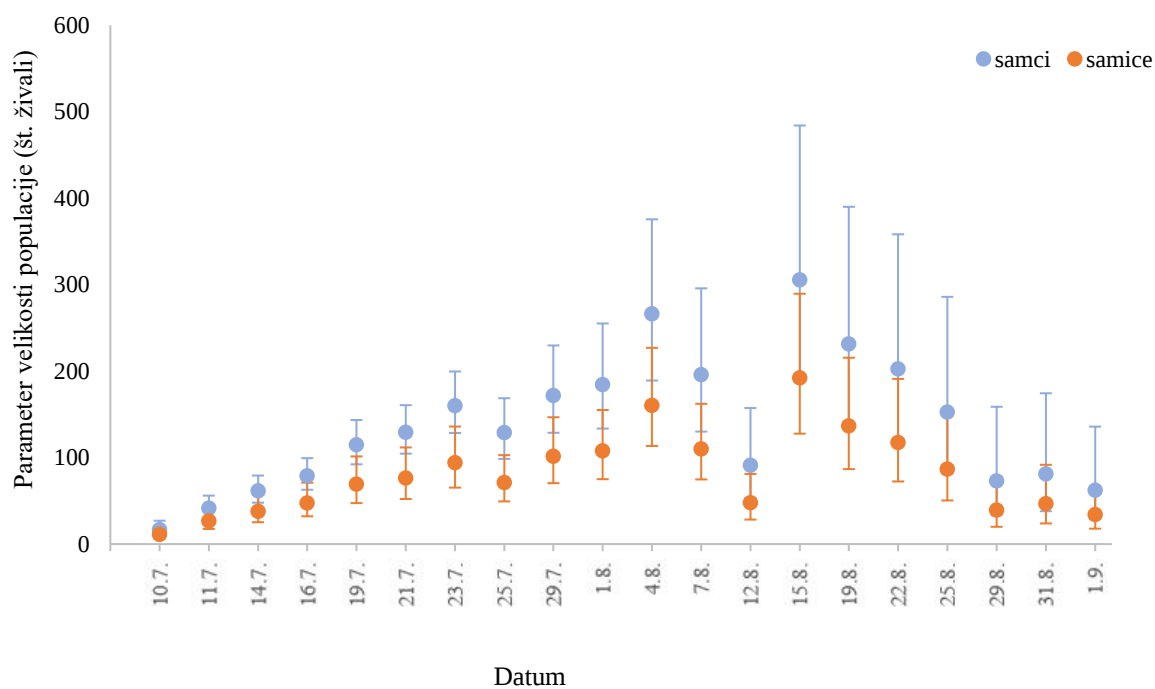
Slika 15: Ulovljivost s 95% intervali zaupanja (najboljši model, modul Popan) strašničinega mravljiščarja v letu 2019 na Nanoščici. Prvo in drugo vzorčenje 7. in 10. julija smo zaradi majhnega števila živali, označenih 7.7., združili (prikazano skupaj pod 10. 7.).



Slika 16: Vstop v populacijo s 95 % intervali zaupanja (najboljši model, modul Popan, v deležu populacije) za strašničinega mravljiščarja v letu 2019 na Nanoščici. Vrednosti so podane na koncu vsakega intervala (prvo in drugo vzorčenje 7. in 10. julija smo zaradi majhnega števila živali, označenih 7.7., združili).



Slika 17: Vstop v populacijo s 95 % intervali zaupanja (najboljši model, modul Popan, v številu živali) pri strašničinem mravljiščarju v letu 2019 na Nanoščici. Vrednosti so podane na koncu vsakega intervala (prvo in drugo vzorčenje 7. in 10. julija smo zaradi majhnega števila živali, označenih 7.7., združili).



Slika 18: Dnevne ocene velikosti populacije strašničinega mravljiščarja s 95 % intervali zaupanja (najboljši model, modul Popan) v letu 2019 na Nanoščici. Vrednosti so podane na koncu vsakega intervala (prvo in drugo vzorčenje 7. in 10. julija smo zaradi majhnega števila živali, označenih 7.7., združili).

3.6 Življenjska doba

Izračunana povprečna pričakovana življenjska doba po formuli $\hat{e} = (1 - \varphi)^{-1} - 0.5$ za samce je 4,03 dni, za samice pa 3,29 dni. Skupna povprečna pričakovana življenjska doba za samce in samice je 3,67 dni, kar je nekoliko višje kot vrednost, ki jo je izračunala Zakšek (2011) za populacijo strašničinega mravljiščarja v Slovenskih goricah leta 2006 (3,09 dni). Najdaljša opazovana življenjska doba pri nas je bila 16 dni (1 samec in 1 samica), pri B. Zakšek pa 13 dni.

4 ZAKLJUČEK

S to raziskavo smo ugotovili, da strašničin mravljiščar na območju Nanoščice pri Postojni res tvori metapopulacijo, saj smo potrdili prelete med dvema dokaj oddaljenima območjema (Landol in Mali Otok) in ne le med bližnjimi krpami. Potrdili smo predpostavko, da so metulji številčnejši na območjih, kjer je številčnejša njihova hranilna rastlina – zdravilna strašnica in gostiteljske mravlje rodu *Myrmica*. Naši rezultati se ujemajo s poznavanjem fenologije vrste, saj samci začnejo letati pred samicami. Nismo pa mogli potrditi predpostavke, da je v populaciji več samcev kot samic, kajti izračunali smo, da je razmerje samci – samice 1,02, čeprav je res, da je ocena velikosti populacije (srednja vrednost) samcev po najboljšem modelu bila 1,5-krat višja kot za samice (vendar se 95 % interval zaupanja za velikost populacije samcev in samic prekrivata). Letalna sezona je bila v letu 2019 zelo dolga, trajala je vsaj 57 dni, kar je občutno več kot navaja večina drugih študij (Nowicki, 2005b; Popović, 2017; Wynhoff, 1998). Samice nekoliko več počivajo kot samci, a je to pričakovano, saj jih pri premikanju lahko ovira masa še neodloženih jajc. Populacija v porečju Nanoščice je trenutno stabilna, vendar vseeno predlagamo izvajanje primernih varstvenih ukrepov (gl. Ipe, 2020), saj je vrsta občutljiva in jo lahko zmoti že manjša sprememba v okolju (npr. časovno neprimerna košnja večjega števila habitatnih krp).

5 LITERATURA

Cook L. M., Browe L. P., Croze H. J. 1967. The accuracy of a population estimation from multiple recapture data. *Journal Animal Ecology*, 36: 57–60.

Hill J.K., Thomas C.D. & Lewis O.T. 1996: Effects of habitat patch size and isolation on dispersal by *Hesperia comma* butterflies: Implications for metapopulation structure. — *J. Anim. Ecol.* 65: 725–735.

Ipe, L. & Natura (Eva Langerholc, Tanja Košar Starič, Gregor Kalan). 2020. Analiza in ocena stanja projektnega območja Volčke.

Nowicki P., Richter A., Glinka U., Holzschuh A., Toelke U., Henle K., Woyciechowski M., Settele J. 2005a. Less input same output – simplified approach for population size assessment in *Lepidoptera*. *Population Ecology* 47: 203–212.

Nowicki P., Witek M., Skórka P., Settele J., Woyciechowski M. 2005 b. Population ecology of the endangered butterflies *Maculinea teleius* and *M. nausithous* and the implications for conservation. *Popul Ecol.* 47, 193–202

Perko, D. 1998. 'The Regionalisation of Slovenia', *Acta Geographica Slovenica*, (38), pp. 12–50.

Popović, M., Radaković, M., Durdević, A., Franeta, F. & Verovnik, R. 2014. Distribution and threats of *Phengaris teleius* (*Lepidoptera*: *Lycaenidae*) in northern Serbia. *Acta Zool. Acad. Sci. Hungaricae* 60, 173–183

Popović, M., Šašić M., Medenica I., Šeat J., Đurđević A., Crnobrnja-Isailović J. 2017. Living on the edge: population ecology of *Phengaris teleius* in Serbia. *J. Insect Conserv.* 21, 401–409

Radchenko, A.G. & Elmes, G.W. 2010. *Myrmica* ants of the Old World. *Fauna Mundi* 3: 1–789. The first key is a key to workers.

Thomas J. A., Lewington. 1991. *The butterflies of Britain and Ireland*. Kindsley, London: 224 str.

Verovnik, R. in sod. 2009. Vzpostavitev monitoringa izbranih ciljnih vrst metuljev (*lepidoptera*). Končno poročilo -iii.mejnik. 1–132.

Wynhoff, I. 1998. Lessons from the reintroduction of *Maculinea teleius* and *M. nausithous* in the Netherlands. *Journal of Insect Conservation*, 2 , 47–57

Wynhoff, I., Bakker, R. B., Oteman, B., Arnaldo, P. S. & van Langevelde, 2014. *Phengaris* (*Maculinea*) alcon butterflies deposit their eggs on tall plants with many large buds in the vicinity of *Myrmica* ants. *Insect Conserv. Divers.* 8, 177–188.

Zakšek, B. 2011. Populacijska struktura in varstvo strašničinega (*Phengaris teleius*) in temnega mravljiščarja (*P. nausithous*) (Lepidoptera: Lycaenidae) v osrednjih Slovenskih goricah. Diplomsko naloga, Univerza v Ljubljani

Zakšek, B., R. Verovnik, V. Zakšek, N. Kogovšek, M. Govedič, A. Šalamun, V. Grobelnik & A. Lešnik, 2016. Monitoring izbranih ciljnih vrst metuljev v letu 2016. Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju. 109 str., digitalne priloge.

Zakšek, B., R. Verovnik, V. Zakšek, N. Kogovšek, A. Š. & M. G. 2018. 'Monitoring izbranih ciljnih vrst metuljev v letu 2018 Monitoring izbranih ciljnih vrst metuljev v letu 2018'. Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju. 100 str., digitalne priloge.

PRILOGE

PRILOGA A Vedenje samci vs samice: Hi kvadrat test

	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Spol * Vedenje	1148	100,0%	0	0,0%	1148	100,0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	33,493 ^a	3	,000
Likelihood Ratio	33,619	3	,000
N of Valid Cases	1148		

a. 2 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 3,53.

spol * Vedenje Crosstabulation

		Vedenje				Total
		Kopula	Let	Počitek	Prehranjevanje	
F	Count	4	402	75	26	507
	Expected Count	3,5	433,7	47,7	22,1	507,0
	% within spol	0,8%	79,3%	14,8%	5,1%	100,0%
	% within Vedenje	50,0%	40,9%	69,4%	52,0%	44,2%
	% of Total	0,3%	35,0%	6,5%	2,3%	44,2%
	Std. Residual	,2	-1,5	4,0	,8	
M	Count	4	580	33	24	641
	Expected Count	4,5	548,3	60,3	27,9	641,0
	% within spol	0,6%	90,5%	5,1%	3,7%	100,0%
	% within Vedenje	50,0%	59,1%	30,6%	48,0%	55,8%
	% of Total	0,3%	50,5%	2,9%	2,1%	55,8%
	Std. Residual	-,2	1,4	-3,5	-,7	
Total	Count	8	982	108	50	1148
	Expected Count	8,0	982,0	108,0	50,0	1148,0
	% within spol	0,7%	85,5%	9,4%	4,4%	100,0%
	% within Vedenje	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
	% of Total	0,7%	85,5%	9,4%	4,4%	100,0%

PRILOGA B Počitek samci vs samice: *Hi kvadrat test*

	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
spol * rastl	109	100,0%	0	0,0%	109	100,0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	10,842 ^a	1	,001		
Continuity Correction ^b	9,199	1	,002		
Likelihood Ratio	10,096	1	,001		
Fisher's Exact Test				,002	,002
N of Valid Cases	109				

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 6,66.

b. Computed only for a 2x2 table

spol * rastl Crosstabulation				
		rastl		Total
		ostalo	<i>S. officinalis</i>	
spol	Count	9	67	76
	Expected Count	15,3	60,7	76,0
	% within spol	11,8%	88,2%	100,0%
	% within rastl	40,9%	77,0%	69,7%
	% of Total	8,3%	61,5%	69,7%
	Std. Residual	-1,6	,8	
M	Count	13	20	33
	Expected Count	6,7	26,3	33,0
	% within spol	39,4%	60,6%	100,0%
	% within rastl	59,1%	23,0%	30,3%
	% of Total	11,9%	18,3%	30,3%
	Std. Residual	2,5	-1,2	
Total	Count	22	87	109
	Expected Count	22,0	87,0	109,0
	% within spol	20,2%	79,8%	100,0%
	% within rastl	100,0%	100,0%	100,0%
	% of Total	20,2%	79,8%	100,0%

PRILOGA C Prehranjevanje samci VS samice: Hi kvadrat test

	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
spol * rastl	50	100,0%	0	0,0%	50	100,0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,643 ^a	1	,423		
Continuity Correction ^b	,257	1	,612		
Likelihood Ratio	,644	1	,422		
Fisher's Exact Test				,557	,306
N of Valid Cases	50				

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 8,64.

b. Computed only for a 2x2 table

spol * rastl Crosstabulation				
		rastl		Total
		ostalo	<i>S. officinalis</i>	
spol	Count	8	18	26
	Expected Count	9,4	16,6	26,0
	% within spol	30,8%	69,2%	100,0%
	% within rastl	44,4%	56,2%	52,0%
	% of Total	16,0%	36,0%	52,0%
	Std. Residual	-,4	,3	
M	Count	10	14	24
	Expected Count	8,6	15,4	24,0
	% within spol	41,7%	58,3%	100,0%
	% within rastl	55,6%	43,8%	48,0%
	% of Total	20,0%	28,0%	48,0%
	Std. Residual	,5	-,3	
Total	Count	18	32	50
	Expected Count	18,0	32,0	50,0
	% within spol	36,0%	64,0%	100,0%
	% within rastl	100,0%	100,0%	100,0%
	% of Total	36,0%	64,0%	100,0%