

UNIVERZA NA PRIMORSKEM
FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN
INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE

MAGISTRSKO DELO

OCENA STANJA POPULACIJE BARJANSKEGA
OKARČKA *Coenonympha oedippus* (LEPIDOPTERA:
NYMPHALIDAE) PO POŽARU NA CERJU

UNIVERZA NA PRIMORSKEM
FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN
INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE

Magistrsko delo

Ocena stanja populacije barjanskega okarčka *Coenonympha oedippus* (Lepidoptera: Nymphalidae) po požaru na Cerju

(Estimation of the population status of the false ringlet *Coenonympha oedippus*
(Lepidoptera: Nymphalidae) after the fire on Cerje)

Ime in priimek: Kaja Vereš

Študijski program: Varstvo narave, 2. stopnja

Mentor: doc. dr. Jure Jugovic

Somentor: doc. dr. Martina Lužnik

Koper, september 2022

Ključna dokumentacijska informacija

Ime in PRIIMEK: Kaja VEREŠ

Naslov magistrskega dela: Ocena stanja populacije barjanskega okarčka *Coenonympha oedippus* (Lepidoptera: Nymphalidae) po požaru na Cerju

Kraj: Koper

Leto: 2022

Število listov: 74

Število slik: 19

Število tabel: 7

Število prilog: 5

Št. strani prilog: 10

Število referenc: 63

Mentor: doc. dr. Jure Jugovic

Somentor: doc. dr. Martina Lužnik

UDK: 595.789(043.2)

Ključne besede: barjanski okarček, ocena velikosti populacije, požar, Cerje

Izvleček: Barjanski okarček je eden izmed petnajstih najbolj ogroženih vrst dnevnih metuljev v Evropi. Vrsta ima v Sloveniji specifičen življenjski prostor, saj ga najdemo na dveh ekološko različnih območjih, mokrotnih travnikih in suhih zaraščajočih traviščih. Severozahodni del Krasa predstavlja eno izmed najpomembnejših in ključnih območij za obstoj vrste. Cerje je eno izmed območij, kjer je populacija barjanskega okarčka sklenjena. Del tega območja je avgusta 2019 zajel požar, zato nas je zanimalo, kakšno je stanje populacije eno leto po požaru. Uporabili smo metodo ulova, označevanja in ponovnega ulova. Ocene velikosti populacije smo izračunali s pomočjo programa MARK. V dvanajstih terenskih dneh smo označili 214 osebkov (87 samcev in 127 samic), od tega je bilo ponovno ujetih 47,2 % vseh živali. Velikost populacije je bila ocenjena na 108 samcev (100–124 s 95 % intervalom zaupanja) in 156 samic (143–179 s 95 % intervalom zaupanja). Ugotovili smo, da so samci bolj aktivni v letu kot samice, vendar njihova aktivnost v drugi polovici sezone upada, pri samicah pa je ravno obratno. Prevladovali so preleti na kratke razdalje, vendar imajo samice večjo verjetnost preleta daljših razdalj kot samci. Največje zgojitve živali smo zabeležili na območju z visoko prisotnostjo hranilnih rastlin, medtem ko so bile zgojitve na delu v zaraščanju manjše. Na pogorelem območju smo ujeli zgolj tri živali. Celoten vegetacijski pokrov je na tem območju pogorel, zato predvidevamo, da gosenice v rastlinskem opadu ali ostankih zeliščne plasti niso mogle preživeti. Na tem območju je trenutno stanje populacije nestabilno, habitat na pogorelem območju pa prvo sezono po požaru še ni bil primeren za barjanskega okarčka.

Key document information

Name and SURNAME: Kaja VEREŠ

Title of the thesis: Estimation of the population status of the false ringlet *Coenonympha oedippus* (Lepidoptera: Nymphalidae) after the fire on Cerje

Place: Koper

Year: 2022

Number of pages: 74

Number of figures: 19

Number of tables: 7

Number of appendix: 5

Number of appendix pages: 10

Number of references: 63

Mentor: Assist. Prof. Jure Jugovic, PhD

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

UDC: 595.789(043.2)

Keywords: False Ringlet, estimation of population size, fire, Cerje

Abstract: The False Ringlet is one of fifteen most endangered species of diurnal butterflies in Europe. This species has a specific living space in Slovenia. They can be found in two ecological different habitats, namely wet grasslands and dry abandoned grasslands. Kras northwest part represents one of the regions where the population of False Ringlets is concluded. Due to the fact that in August 2019, a part of this region caught fire, we wanted to know the state of this species population a year after the fire. We used the Mark Release Recapture method. We calculated the estimate of population size with the aid of the MARK programme. In 12 occasions, we marked 214 specimens (87 males and 127 females). Out of the 214, the percentage of recaptured individuals was 47,2 %. The total population size of males was estimated at 108 (100–124 with a 95 % confidence interval), and for females it was 156 (143–179 with a 95 % confidence interval). We established that, during the year, the males are more active than the females. However, the males activity decreases in the second half of the season while the females increases. Predominant were short-distance flights. The females showed a bigger probability of long-distance flights than their male counterparts. The biggest condensing of animals was recorded in places with the highest presence of nutritional plants. The condensing of animals in overgrown places was noticeably smaller. On the burnt up ground, we only found three animals. The complete vegetation cover has burnt to the ground. Thus, we predict that the caterpillars could not survive in the plant litter or the remainder of the herbal layer. In the region, the state of the population is unstable. In the first season, the habitat on the burnt area was not suitable for the False Ringlet.

ZAHVALA

Najprej bi se rada iskreno zahvalila mentorju doc. dr. Juretu Jugovicu in somentorici doc. dr. Martini Lužnik za strokovno vodenje, nasvete, razprave, spodbudo in podporo pri izdelavi magistrske naloge, predvsem pa za pomoč pri analizah in terenskem delu.

Iskrena hvala tudi Martinu Seniču in doc. dr. Živi Fišer ter študentom, ki so pomagali pri terenskem delu.

Zahvaljujem se tudi Anji Kržič, ki mi je pokazala ta čudoviti svet metuljev in me popeljala vanj. Hvala ti za vse kave, terene, spodbudo, predvsem pa za naša hribolazenja in občudovanja vsega lepega.

Zahvaljujem se tudi svoji družini za vso podporo in spodbudo pri dokončanju študija.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
1.1	Biologija vrste.....	2
1.1.1	Razširjenost vrste	2
1.1.2	Življenjski prostor vrste	4
1.1.3	Morfološke značilnosti vrste	5
1.1.4	Fenologija in ekologija vrste	7
1.2	Območje raziskave	8
1.2.1	Geomorfologija območja.....	8
1.2.2	Klimatologija območja	8
1.2.3	Hidrologija območja.....	8
1.2.4	Pedologija območja	9
1.3	Ogroženost in varstvo barjanskega okarčka	9
1.3.1	Ogroženost zaradi antropogenega vpliva	9
1.3.2	Ogroženost zaradi naravnih nesreč	10
1.3.3	Varstveni status vrste	14
1.4	Namen in cilji	14
1.5	Delovne hipoteze	15
2	MATERIALI IN METODE DE LA	16
2.1	Populacijski monitoring barjanskega okarčka na Cerju	16
2.1.1	Metoda lova, označevanja in ponovnega ulova	18
2.2	Analiza podatkov	19
2.2.1	Demografski parametri.....	19
2.2.2	Vedenje.....	20
2.2.3	Preletne razdalje	20
2.2.4	Razporeditev in gostota.....	21
3	REZULTATI.....	22
3.1	Demografski parametri	22
3.1.1	Številčnost in prostorska razporeditev barjanskega okarčka.....	22
3.1.2	Ocena velikosti populacije barjanskega okarčka in primerjava s preteklimi leti.....	24
3.1.3	Ocene dnevne velikosti populacije, dnevnega vstopa v populacijo in dnevnega preživetja barjanskega okarčka	26
3.2	Vedenje	28
3.3	Preletne razdalje	30
3.4	Gostota.....	33
4	RAZPRAVA	37
4.1	Demografski parametri	37
4.2	Vedenje	38

4.3	Preletne razdalje.....	39
4.4	Vpliv požara ter zaraščanje habitata	40
4.5	Identifikacija groženj in naravovarstvene smernice	41
5	ZAKLJUČEK	43
6	LITERATURA IN VIRI.....	45

KAZALO PREGLEDNIC

Tabela 1: Velikosti območij izvajanja monitoringa barjanskega okarčka (<i>C. oedippus</i>) na Cerju v letih 2009, 2015, 2019 in 2020.....	16
Tabela 2: Lastnosti habitatnih krp, na katerih smo izvajali monitoring barjanskega okarčka (<i>C. oedippus</i>) na Cerju v letu 2020.	18
Tabela 3: Povzetek števila samcev in samic barjanskega okarčka (<i>C. oedippus</i>) na Cerju tekom 12 terenskih dni v juniju in juliju 2020.	19
Tabela 4: Povzetek podatkov o številu ulovljenih samcev in samic barjanskega okarčka (<i>C. oedippus</i>) na Cerju.	22
Tabela 5: Število ulovov in število označenih živali glede na sezono letenja barjanskega okarčka (<i>C. oedippus</i>) na Cerju.....	23
Tabela 6: Najboljši modeli POPAN glede na Akaike informacijski kriterij (z $\Delta AIC_c < 2$), število parametrov (N_p) in ocene velikosti populacije (N) samcev (♂) in samic (♀), s 95 % intervalom zaupanja (IZ).....	25
Tabela 7: Primerjava ocen velikosti populacije barjanskega okarčka (<i>C. oedippus</i>) s 95 % intervalom zaupanja (IZ) in števila označenih živali na območju monitoringa na Cerju v letih 2015, 2019 in 2020 (za velikost območja gl. Sliko 8 in Preglednico 1, Verovnik in sod. 2015, Zakšek in sod. 2019).....	26

KAZALO SLIK IN GRAFIKONOV

Slika 1: Areal barjanskega okarčka (<i>C. oedippus</i>) v Sloveniji, razdeljen na štiri geografska območja (označeno z različnimi simboli) in dva ekološko različna habitata (simboli s črno barvo (V) – vlažen habitat in simboli z belo barvo (S) – suh habitat) (vir: Zupan in sod. 2020).....	3
Slika 2: Habitat barjanskega okarčka (<i>C. oedippus</i>) na Cerju, ki ga sestavlja opuščeno, rahlo zaraščajoče se submediteransko – ilirsko suho travnišče (foto: Kaja Vereš).....	5
Slika 3: Samica barjanskega okarčka (<i>C. oedippus</i> (Fabricius 1787)) na Cerju (foto: Kaja Vereš).	6
Slika 4: Območje popisa <i>C. oedippus</i> v letih izvajanja monitoringa 2009, 2015, 2019, 2020 in obseg požara avgusta 2019.....	12
Slika 5: Pogorelo območje takoj po požaru (zgoraj), september 2019 (foto: Sara Zupan) in eno leto po požaru (spodaj), junij 2020 (foto: Kaja Vereš).	13
Slika 6: Razdelitev območja na habitatne krpe glede na njihovo stanje po požaru.....	17
Slika 7: Na tri območja razdeljene habitatne krpe s prikazom mest ulovov barjanskega okarčka (<i>C. oedippus</i>) na Cerju v letu 2020.	24
Slika 8: Meje območja monitoringov populacije barjanskega okarčka (<i>C. oedippus</i>), ki so bili izvedeni v letih 2015, 2019 in 2020 na Cerju.	25
Slika 9: Ocene in 95 % intervali zaupanja dnevnega vstopa novih osebkov v populacijo (B_i) in dnevne velikosti populacije (N_i) za barjanskega okarčka (<i>C. oedippus</i>) na Cerju (modra oznaka samci, rdeča oznaka samice).....	27
Slika 10: Ocene dnevnega preživetja (ϕ) barjanskega okarčka (<i>C. oedippus</i>) s 95 % intervali zaupanja (IZ) za oba spola skupaj. Vrednosti dnevnega preživetja so prikazane za konec vsakega intervala.....	28
Slika 11: Vedenje barjanskega okarčka (<i>C. oedippus</i>) na Cerju v letu 2020 (notranji krog samci, zunanji krog samice).	29
Slika 12: Lokacije ujetih osebkov, ločeno po spolu in njihovi preleti znotraj območja monitoringa na Cerju v letu 2020.	30
Slika 13: Preleti živali znotraj posameznih območij, prikazano v krogih in med njimi, prikazano z različno debelino puščic.....	31
Slika 14: Preletne razdalje za samce (modri stolpci) in samice (rdeči stolpci) med zaporednimi ulovi, razdeljenimi v razrede s širino intervala 50 m.	32
Slika 15: Verjetnost preleta samcev in samic barjanskega okarčka (<i>C. oedippus</i>) za določeno razdaljo, izpeljano iz NEF in IPF funkcij, ki temeljita na razdaljah med zaporednimi ulovi (v enačbi predstavlja P verjetnost preleta na določeni razdalji, D).....	33
Slika 16: Zgostitve (barvne lise) barjanskih okarčkov po metodi kernelske gostote v letu 2015. Večja intenziteta barve (temno modra) predstavlja območje z večjo zgostitvijo.....	34

Slika 17: Zgostitve (barvne lise) barjanskih okarčkov po metodi kernelske gostote v letu 2019. Večja intenziteta barve (temno modra) predstavlja območje z večjo zgostitvijo.	35
Slika 18: Zgostitve (barvne lise) barjanskih okarčkov po metodi kernelske gostote v prvi sezoni po požaru (2020), kjer so bile prizadete habitatne krpe H–N. Večja intenziteta barve (temno modra) predstavlja območje z večjo zgostitvijo.	36
Slika 19: Ocene velikosti populacije (N) s 95 % intervalom zaupanja (IZ) na prekrivajočem se območju monitoringov barjanskega okarčka na pobočju Cerja v obdobju od 2009 do 2020 (Prekrivajoče se območje ustreza območju za leto 2015 na Sliki 8). Sivi stolpci označujejo ocene velikosti za oba spola skupaj, za leto 2020 so rezultati prikazani ločeno za samce (♂ modri stolpec) in samice (♀ rdeči stolpec). Puščica in odstotek prikazujeta upad velikosti populacije v letu 2020 glede na leto 2019.	41

KAZALO PRILOG

PRILOGA A *Ocene dnevnega vstopa osebkov barjanskega okarčka v populacijo (B_i) s 95 % intervalom zaupanja (IZ) in standardnimi napakami (SE) za samce (M) in samice (F).*

PRILOGA B *Ocene dnevne velikosti populacije (N_i) s 95 % intervalom zaupanja (IZ) in standardnimi napakami (SE) za samce (M) in samice (F).*

PRILOGA C *Ocene dnevnega preživetja (ϕ) barjanskega okarčka (*C. oedippus*) s 95 % intervalom zaupanja (IZ) za oba spola skupaj (M in F).*

PRILOGA D *Statistični izračuni vedenja osebkov barjanskega okarčka (*C. oedippus*) z χ^2 -testom.*

PRILOGA E *Ocenjeni deleži premikov samcev (M) in samic (F) do določenih razdalj z IPF in NEF funkcijo ter NEF s korekcijo, pri čemer je presečišče 1.*

SEZNAM KRATIC

AIC	Akaike information criterion
CJS	Cormack-Jolly-Seber
GGO	Gozdno gospodarsko okolje
IPF	Inverzna potenčna funkcija
IUCN	International Union for Conservation of Nature
MRR	Metoda ulova, označevanja in ponovnega ulova
NEF	Negativna eksponentna funkcija
ZGS	Zavod za gozdove Slovenije

1 UVOD

Metulji so skupina žuželk, ki je precej dobro raziskana in ji pripisujemo velik ekološki in naravovarstveni pomen. So bioindikatorji, ki nam povedo značilnosti in posebnosti območja, stanje biotske pestrosti in njihove ohranjenosti. So ključen člen v ekosistemu in so opraševalci rastlin, gostitelji parazitov ter plen številnih plenilcev. Na spremembe v okolju se hitro odzivajo, so občutljivi in ranljivi. Neustrezna raba njihovega okolja nanje negativno vpliva, zaradi česar postanejo ogroženi ali celo izumrejo. V zadnjih desetletjih se je v Evropi bistveno zmanjšala raznolikost vrst metuljev in številčnost njihovih populacij (Čelik in sod. 2005). V Sloveniji je na rdečem seznamu 223 ogroženih vrst metuljev, od tega 58 dnevnih metuljev (Pravilnik o uvrstitvi... 2002).

Barjanski okarček *Coenonympha oedippus* (Fabricius 1787) spada v skupino petnajstih najbolj ogroženih dnevnih metuljev v Evropi. Uvrščen je tako na IUCN-ov Rdeči seznam (van Swaay in sod. 2010a, b) kot na Rdeči seznam metuljev Slovenije (Pravilnik o uvrstitvi... 2002). Za njegovo zaščito se izvajajo različni ukrepi tako na mednarodni kot nacionalni ravni. Podpora širše javnosti pa je lažje dostopna prav zaradi ranljivosti in estetske vrednosti vrste (Čelik 2007). Najpogostejši vzroki in dejavniki, ki ogrožajo barjanskega okarčka, so izoliranost in majhnost populacij, predvsem zaradi razdrobljenosti in izgube habitata, opuščanja rabe travnišč in posledično zaraščanja ali načrtnega pogozdovanja, na drugi strani pa zaradi izsuševanja, prezgodnje košnje in košnje celotnega območja naenkrat s težko kmetijsko mehanizacijo (Čelik in sod. 2005). Grožnje pa niso samo antropogenega izvora, ampak na vrsto vplivajo tudi naravne nesreče, kot so poplave, neurja s točo in požari (Čelik in sod. 2009a; Čelik 2015).

Barjanski okarček je palearktična vrsta, ki naseljuje predvsem vlažne habitate, kot so nizka in prehodna barja, močvirne in vlažne negnojene travnike, resave in gozdne stepe. Zaraščajoča suha travnišča naseljuje v evropskem delu le v severozahodni Italiji, severnem delu Istre na Hrvaškem in jugozahodnem delu Slovenije. Barjanski okarček ima tako v Sloveniji disjunktno razširjenost v dveh različnih habitatih, mokrotnih in suhih travnikih, saj se pojavlja v dveh ekotipih (Jugovic in sod. 2018). V osrednji Sloveniji so populacije, ki so še prisotne na izoliranih vlažnih travniščih, medtem ko je v jugozahodni Sloveniji, kjer je vrsta prisotna na suhih zaraščajočih travniščih, razširjenost populacij večja (Čelik in sod. 2005).

V zadnjih letih je bilo opravljenih več raziskav v osrednji Sloveniji, zato je biologija vrste tam dobro znana, medtem ko je v jugozahodni Sloveniji nekoliko manj poznana (Čelik in Verovnik 2010). Na severozahodnem delu Krasa ima tamkajšnja populacija sklenjeno razširjenost, ki je v zadnjih letih v Sloveniji tudi najbolj številčna. Na podlagi do sedaj

izvedenih raziskav je to območje v Sloveniji prepoznano kot eno izmed najpomembnejših za ohranitev vrste (Verovnik in sod. 2011; Verovnik in sod. 2015).

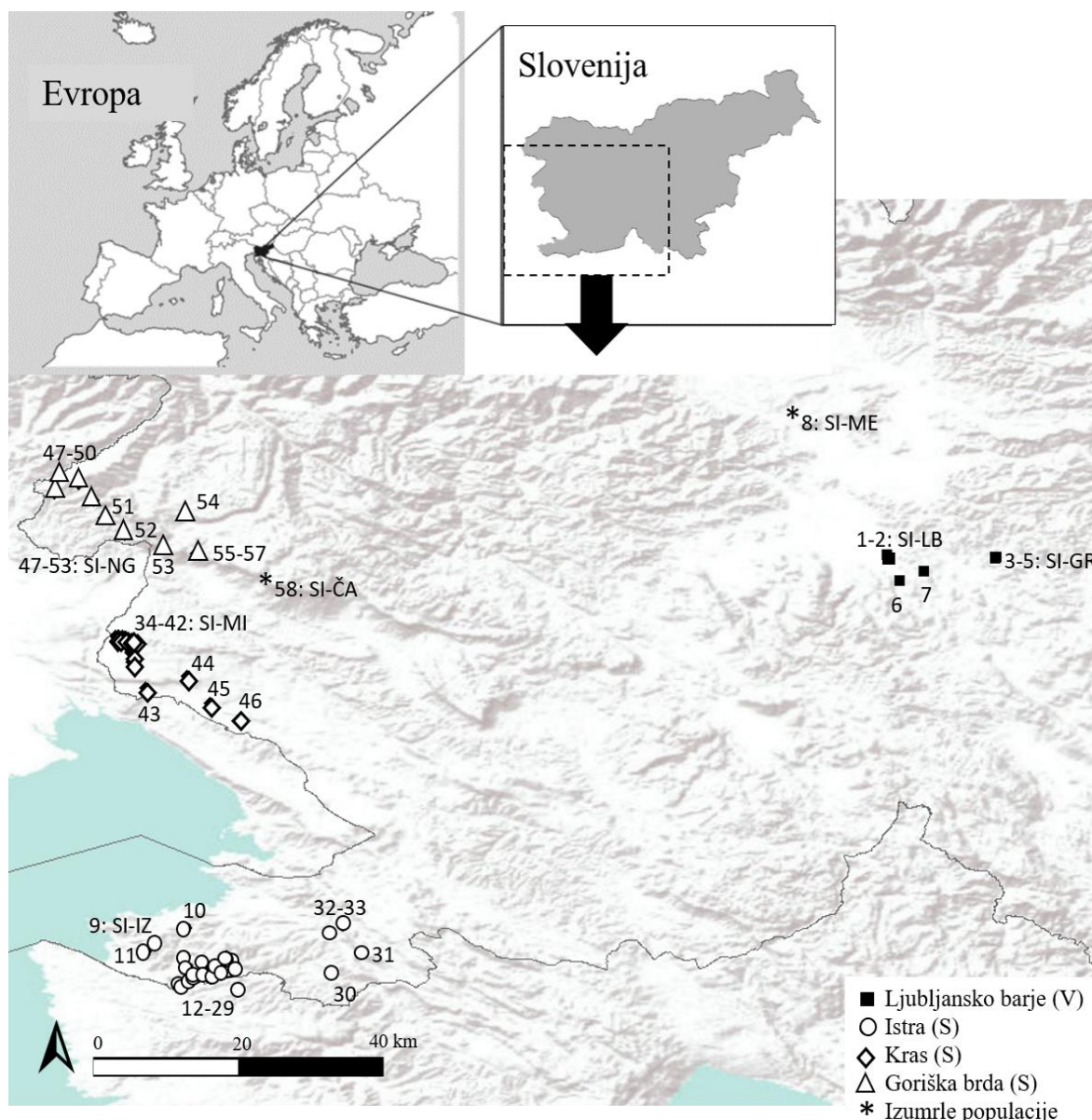
1.1 Biologija vrste

1.1.1 Razširjenost vrste

Areal barjanskega okarčka se razteza od srednje in vzhodne Evrope, južne Sibirije in Mongolije do severozahodne Kitajske, Koreje in Japonske (Čelik in sod. 2009a). Največje območje populacij je v severovzhodnem Transbajkalu in Altaju, kjer se vrsta pojavlja v raznolikih okoljih. To območje je za barjanskega okarčka verjetno izvorno. V Evropi je območje razširjenosti vrste precej razpršeno, populacije pa so dokaj izolirane in jih najdemo v naslednjih državah: v Avstriji, v Italiji, na Madžarskem, na Hrvaškem, v Sloveniji, v Franciji, v Nemčiji, v Lihtenštajnu, na Poljskem, v Belorusiji, v Ukrajini in v Rusiji (Bräu in sod. 2010; Čelik 2015; Zupan in sod. 2020).

V Sloveniji areal barjanskega okarčka obsega štiri geografska območja (Slika 1): osrednjo Slovenijo (Ljubljansko barje in okolico Grosupljega), slovensko Istro, Goriška Brda in severozahodni del Krasa (Čelik in sod. 2005; Čelik 2015). Gre za nižinsko vrsto, ki naseljuje pretežno območja do 400 m nadmorske višine. Višje so vrsto v Sloveniji do sedaj zabeležili le na vznožju planote Banjšice, na Sveti Gori pri Novi Gorici in na Čavnu. Te lokacije ne predstavljajo ustreznega habitata za barjanskega okarčka, se pa domneva, da jih je na višje lege zanesel močnejši veter (Čelik in Verovnik 2010).

Vrsto je v Sloveniji prvi opazil Johann Hafner 25. 6. 1903 na Ljubljanskem barju blizu vasi Podpeč. Hafner je vrsto prvi opazil tudi na Goriškem nad Solkanom. Prvi, ki je pri nas ujel barjanskega okarčka, je bil Franc Dobovšek 29. 6. 1909 pri zaselku Tirna nad vasjo Sava, Kitschelt pa ga je odkril na suhih pobočjih Svete Gore pri Novi Gorici. V Istri je bila vrsta prvič zabeležena leta 1921 v Strunjanu. Na prelomu stoletja je bilo odkritih mnogo novih lokacij, še posebej v jugozahodnem delu Slovenije, medtem ko na Ljubljanskem barju veliko lokacij zanj ni več primernih (Čelik in sod. 2005; Čelik in Verovnik 2010). Kljub temu so na Biološkem inštitutu Jovana Hadžija ZRC SAZU v letu 2020 izvedli reintrodukcijo živali v naravni rezervat Iški morost. Njihov namen je osnovati nove populacije in povečati obstoječe populacije med Igom in Škofljico (Čelik 2020).



Slika 1: Areal barjanskega okarčka (*C. oedippus*) v Sloveniji, razdeljen na štiri geografska območja (označeno z različnimi simboli) in dva ekološko različna habitata (simboli s črno barvo (V) – vlažen habitat in simboli z belo barvo (S) – suh habitat) (vir: Zupan in sod. 2020).

Na območju Slovenije je sicer celoten trend razširjenosti negativen. Po podatkih monitoringov izbranih ciljnih vrst metuljev iz leta 2015 in 2019 je stabilno stanje razširjenosti le na območju Krasa. Na območju Koprskih Brd je bil leta 2015 opazen upad, leta 2019 pa so zopet zabeležili nekoliko večje število barjanskih okarčkov. Na območju osrednje Slovenije je bilo stanje kritično v obeh letih izvajanja monitoringa. Leta 2015 je preživela le ena populacija, leta 2019 pa vrste niso zabeležili na nobeni lokaciji, kjer se je izvajal monitoring (Verovnik in sod. 2015; Zakšek in sod. 2019).

1.1.2 Življenjski prostor vrste

Habitatni tipi, ki jih vrsta naseljuje, so predvsem nizka in prehodna barja, močvirni in vlažni negnojeni travniki, resave, gozdne stepe ter zaraščajoča se suha travišča (Čelik in sod. 2005). V Sloveniji ima vrsta svoj areal razširjenosti na dveh ekološko različnih območjih. Vlažna travišča naseljuje predvsem v osrednji Sloveniji, medtem ko suha zaraščajoča travišča naseljuje v jugozahodnem delu Slovenije. Povprečna višina vegetacije znaša med 25 in 100 cm (Čelik in Verovnik 2010).

Za vlažna travišča so značilna s hranili revna oligotrofna tla, ki so negnojena, travnikov pa se ne kosi oz. le enkrat pozno v letu. Tak primer so nizka barja s črnkastim sitovcem (*Schoenus nigricans*) ali srhkim šašem (*Carex davalliana*), vlažna travišča z modro stožko (*Molinietum caeruleae*) in mokrotni travniki ločkov in modre stožke (*Junco-Molinietum*) (Čelik in Verovnik 2010; Čelik in sod. 2018). Za suha travišča so značilna globlja tla, ki so vrstno precej revna in se jih ekstenzivno kosi ali pase, v večini primerov pa se zaraščajo (Slika 2). Značilen habitat so zaraščajoča se submediteransko-ilirska suha travišča, habitatnega tipa *Scorzoneretalia villosae*. V zeliščni plasti dominirajo trave, najpogosteje pokončna stoklasa (*Bromus erectus*), skalna glota (*Brachypodium rupestre*), zlatolaska (*Chrysopogon gryllus*), navadna pasja trava (*Dactylis glomerata*), navadna migalica (*Briza media*), vališka bilnica (*Festuca valesiaca*), navadna smiljica (*Koeleria pyramidata*) in navadna oklasnica (*Danthonia alpina*). Grmovno plast sestavljajo navadni brin (*Juniperus communis*), navadni ruj (*Cotinus coggygria*), črni trn (*Prunus pinosa*), skalna krhlika (*Frangula rupestris*) in navadna žuka (*Spartium junceum*) ter razpršena termofilna mlada drevesa črnega bora (*Pinus nigra*), navadne robinije (*Robinia pseudoacacia*) in puhastega hrasta (*Quercus pubescens*) (Čelik in sod. 2005; Čelik in Verovnik 2010).



Slika 2: Habitat barjanskega okarčka (*C. oedippus*) na Cerju, ki ga sestavlja opuščeno, rahlo zaraščajoče se submediteransko – ilirsko suho travnišče (foto: Kaja Vereš).

Podobnost med obema tipoma travnišč so revna tla, za katere je značilna nizka pestrost rastlinskih vrst. V poletnih mesecih se na suhih zaraščajočih se travniščih vzpostavijo tople in vlažne razmere, ki so posledica globljih tal. Le ta omogočajo gostejši in višji zeliščni pas in tako ustvarijo podobna okolja kot na mokrotnih travniščih (Čelik in Verovnik 2010). Razlika med obema tipoma travnišč pa so hranilne rastline gosenic, ki so na suhih travniščih manj kvalitetne, saj vsebujejo manj vode in nutrientov (Čelik in sod. 2018; Jugovic in sod. 2018).

1.1.3 Morfološke značilnosti vrste

Barjanskega okarčka (Slika 3) uvrščamo v družino pisančkov (fam. Nymphalidae) in poddružino okarjev (subfam. Satyrinae). Razpon kril je od 30 do 40 mm. Morfološke značilnosti vrste precej variirajo in so odvisne od različnih dejavnikov. Oblika in velikost kril sta vezani na sposobnost letenja, pigmentacija na termoregulacijo, specifičen položaj trebušnih in hrbtnih prog ter očesc pa na znotrajvrstno komunikacijo ter izogibanje in skrivanje pred plenilci (Čelik in sod. 2005; Jugovic in sod. 2018). Na podlagi morfometrije kril je bilo v Evropi ugotovljenih 12 podvrst (Bischof 1968, cit. po Jugovic in sod. 2018),

samo v Italiji so odkrili štiri podvrste barjanskega okarčka (Bonelli in sod. 2010). Pri obeh spolih je zgornja stran kril temnorjave barve s slabo vidnima dvema ali tremi očesci, spodnja stran kril pa oranžno rjave barve. V submarginalnem pasu obroblja sprednja in zadnja krila srebrna črta. Na spodnji strani kril je največ šest črnih očesc s srebrnim jedrom, ki imajo rumenkasto obrobo. Ob notranjem robu postdiskalnega dela je največ pet očesc, kjer je peto očesce manjše ali pa manjka. Ob sprednjem robu krila je zadnje šesto očesce. Število očesc se lahko pri vrsti razlikuje. Samice se ločijo od samcev po številu očesc, ki jih je več kot pri samcih in so tudi večja. Samice imajo večja, ožja in daljša krila kot samci. Prav tako jih ločimo po beli lisi, ki poteka po spodnji strani zadnjih kril in je lahko pri samcih rumenkasta ali celo manjka (Čelik in sod. 2005; Polak 2009; Jugovic in sod. 2018).



Slika 3: Samica barjanskega okarčka (*C. oedippus* (Fabricius 1787)) na Cerju (foto: Kaja Vereš).

Velikost in oblika kril ter relativna površina očesc se ločijo ne samo med spoloma, temveč tudi med vlagoljubnim in suholjubnim ekotipom. Metulji vlažnega ekotipa imajo večja krila, kar je povezano z nižjimi temperaturami in višjo abundanco hranilnih rastlin. Samice vlažnega ekotipa imajo na spodnjih krilih relativno večje površine očesc kot samci, medtem ko je na suhem ekotipu ravno obratno. Samice imajo ožja, daljša in večja krila, samci pa krajša, širša in manjša krila. Na suhih traviščih razvoj poteka pri višji povprečni temperaturi, kar vpliva na hitrejšo izsuševanje jajčec, gosenice pa se prehranjujejo z manj kakovostnimi rastlinami, katerih abundanca je tudi nižja. Posledica tega so manjša krila pri

suhem ekotipu, a imajo tudi pri tem ekotipu samice nekoliko večja krila kot samci, saj s tem povečajo stopnjo gibljivosti in tako hitreje najdejo primerne mikrohabitate, obenem pa lahko ležejo večja jajčeca, kar zmanjša možnost njihovega izsuševanja (Jugovic in sod. 2018).

1.1.4 Fenologija in ekologija vrste

Za vrsto je značilno, da se pojavlja v eni generaciji od začetka junija do sredine julija. Letalna sezona tako traja od 35 do 40 dni. So slabi letalci, zato so njihove preletne razdalje precej kratke in le redko zapustijo habitatno krpo, na kateri so se izlegli. Samci so bolj aktivni in več patrolirajo, medtem ko so samice bolj sedentarne in več časa počivajo (Čelik in sod. 2005; Čelik in Verovnik 2010; Lisjak 2015). Značilna je protandrija, prvi se torej pojavijo samci in šele nato samice. Gre za reproduktivno strategijo, saj imajo s tem samice večjo možnost oploditve in večjo varnost pred plenilci (Čelik 2004). V povprečju samci živijo 9 dni, samice pa 12 dni (Čelik in Verovnik 2010).

Odrasli metulji se zelo redko hranijo, pri čemer se samice hranijo pogosteje kot samci. Nektarske rastline vrste so iz družin nebinovk (Asteraceae) in nekoliko manj iz družine metuljnic (Fabaceae) (Lhonore 1996, cit. po Čelik in sod. 2005). Na Hrvaškem so jih pri srkanju medicine opazili na plazečem petoprstniku (*Potentilla reptans*), vrbovolistnem omanu (*Inula salicina*), liburnijskem nageljčku (*Dianthus liburnicus*) in na navadni božji milosti (*Gratiola officinalis*) (Šašić 2010). V Sloveniji je bilo do sedaj zabeleženo prehranjevanje na cvetovih srčne moči (*Potentilla erecta*), travniške izjevke (*Succisa pratensis*), žgoče zlatice (*Ranunculus flammula*) (Čelik 2015), navadne krhlike (*Frangula alnus*) (Lisjak 2015), mnogocvetne španske detelje (*Dorycnium herbaceum*), enoletne suholetnice (*Erigeron annuus*) in robinije (*Rubus* sp.) (Rakar 2016).

V mesecu juniju in juliju samice odlagajo jajčeca posamično na liste in stebila hranilnih rastlin gosenic ali na rastline, ki so v bližini le-teh (Čelik in sod. 2015; Čelik 2015). Samica odloži od 80 do 120 jajčec, iz katerih se po 12-16 dneh izležejo gosenice. Te so velike od 2 do 3 mm, kar jim onemogoča mobilnost (Čelik in sod. 2005). Pretežno se hranijo z rastlino, na kateri so se izlegle, hranilne rastline pa se lahko razlikujejo glede na tip habitata. Na vlažnih traviščih Slovenije se lahko prehranjujejo z listi različnih vrst šašev (*Carex panicea*, *C. davalliana*, *C. hostiana*, *C. flava*, *C. lasiocarpa*) in trave modre stožke (*Molinia caerulea*), na suhih pa med drugim še z nizkim šašem (*C. humilis*) in brazdnatolistno bilnico (*Festuca rupicola*) (Čelik in sod. 2009b; Čelik in sod. 2015; Jugovic in sod. 2018). V začetnem stadiju so gosenice rumene barve in se prehranjujejo ponoči. Čez dan so skrite v spodnjih plasteh vegetacije. Nekatere se hranijo do začetka septembra, nato pa prezimijo v koreninskem sloju. Druge se hranijo do konca oktobra, ko

obmirujejo v rastlinskem opadu. Gosenice zopet postanejo aktivne v mesecu aprilu in maju, takrat tudi spremenijo barvo v zeleno, kar jim omogoča, da jih plenilci težje opazijo. Gosenice se prebudijo iz hibernacije prej, kot poženejo listi modre stožke, zato se hranijo z zelenimi šaši, ki so jim na dosegu. Hranijo se vse do konca maja ali začetka junija, ko gosenice dosežejo velikost 2 cm. Zabubijo se na listih ali steblih hranilnih rastlin ali rastlin, ki so v neposredni bližini (Čelik in sod. 2005; Čelik in sod. 2015; Čelik 2015).

1.2 Območje raziskave

1.2.1 Geomorfologija območja

Kras je apnenčasta planota med Tržaškim zalivom, Vipavsko dolino in Divačo. Znana je tudi pod imenom Tržaško-komenska planota, ki se razprostira v smeri severozahod – jugovzhod in obsega okoli 440 km² površine (Zupan Hajna in Otoničar 2008; Jurkovšek in sod. 2013). Ključni oblikovalec reliefa na Krasu je voda, ki kemijsko raztaplja kamnino in jo odnaša v obliki raztopine. Tako na površju ne ostaja kamninski drobir, ki bi zapolnil reliefne razpoke in vdrtine (Mihevc 2008). Gre predvsem za kamnito pokrajino z značilnimi kopastimi vrhovi, majhnimi vzpetinami, kraškimi goličavami in kraškimi pojavi, kot so vrtače, jame in brezna (Gams 2003). Povprečna nadmorska višina severozahodnega dela Krasa se giblje med 250 in 300 m, najvišji vrh tega dela planote pa je Trstelj, ki se dviga 643 m nad morjem (Jurkovšek in sod. 2013).

1.2.2 Klimatologija območja

Prav zaradi bližine morja in dinarske smeri planote je podnebje na Krasu značilno submediteransko. Zime so hladne in suhe, s pogostim temperaturnim obratom, kar je posledica vetra severovzhodne smeri t. i. burje, medtem ko so poletja vroča in jasna zaradi vetra jugozahodne smeri t. i. mornika. Povprečna temperatura najhladnejšega meseca je med 0 in 4 °C, v Komnu 2,4 °C. Povprečna temperatura najtoplejšega meseca je med 20 in 22 °C, v Komnu 20,8 °C. Povprečna letna količina padavin se giblje med 1200 in 1700 mm, v Komnu ta znaša 1645 mm. Padavine so dokaj enakomerno razporejene čez leto. Prvi višek je jeseni zaradi bližine morja, drugi višek pa na prehodu iz pomladi v poletje zaradi vpliva celine (Ogrin 1996; Belec in sod. 1998). Kljub temu, da so kraška območja dobro namočena, pa na njih skoraj ni površinskih voda (Ravbar 2010).

1.2.3 Hidrologija območja

Na Krasu karbonatne kamnine prekrivajo tla, ki so zaradi zakrasevanja porozna. Površinska voda se tako razpršeno infiltrira na celotnem površju ali točkovno skozi požiralnike in se večinoma pretaka podzemno, na površini pa se pojavi ob stiku z

neprepustno kamnino (Kogovšek in Petrič 2002; Ravbar 2010). Kraški vodonosniki so zelo ranljivi, saj jih ogrožajo številni viri onesnaževanja. Imajo zelo omejene samočistilne sposobnosti, predvsem zaradi majhne debeline preperinskega pokrova in hitre prepustnosti kamnin, manjše filtracije in hitrosti pretakanja voda v podzemlju, kar povzroči hiter prenos onesnaženja precej daleč od območja vnosa (Petrič in sod. 2011).

1.2.4 Pedologija območja

Na severozahodnem delu Krasa prevladuje apnenec, na katerem so v pedogenetskih procesih nastale različne prsti. Najpogostejše so zastopane rendzine, rjave pokarbovatne prsti in jerovica (Lovrenčak 1999). Rendzine se pojavljajo povsod na karbonatnih kamninah, predvsem na strmejših predelih, kjer je raba tal gozd. Tla so pogosto slabo rodovitna zaradi plitvosti in skeletnosti prsti (Repe 2010; Vrščaj 2015). Rjave pokarbovatne prsti se prepletajo z rendzinami in jih najdemo v skalnih žepih in razpokah – pravimo, da so prsti žepaste. Na njih zaradi kamnitosti reliefa in pomanjkanja površinskih voda uspeva predvsem gozd. Tipične prsti Krasa so jerovice, ki jih imenujemo tudi jerine ali *terra rosse*. Gre zgolj za obliko rjavih pokarbovatnih prsti, ki jih najdemo le v submediteranskem podnebju, medtem ko rjave pokarbovatne prsti najdemo povsod po Slovenji na karbonatnih kamninah. Prepoznamo jih po izrazito rdeči barvi, na kateri uspevajo vinogradi, kulturne rastline, pa tudi pašniki, vendar se slednji intenzivno zaraščajo. Na bolj valovitem ali ravnem reliefu se pojavljajo tudi evtrične rjave prsti, ki so najprimernejše za kmetijstvo in ostale antropogene dejavnosti (Repe 2010).

1.3 Ogroženost in varstvo barjanskega okarčka

1.3.1 Ogroženost zaradi antropogenega vpliva

Vrstna pestrost dnevnih metuljev se izjemno hitro zmanjšuje, za upad številčnosti pa je v veliki meri kriv človek, ki posega v njihovo okolje. Človekove dejavnosti vplivajo na zmanjšanje raznolikosti, fragmentacijo, pa tudi na izgubo habitatov. Določene spremembe v okolju nam tako pokažejo prav metulji, ki so dobri bioindikatorji. Njihov generacijski čas je precej kratek, zato se hitro odzivajo na manjše spremembe v okolju. Dajejo nam informacije o kvaliteti in kvantiteti nekaterih dejavnikov, kar se kaže z njihovo prisotnostjo na nekem območju (Čelik 2007).

Glavni dejavniki, ki ogrožajo preživetje populacij barjanskega okarčka na vlažnih traviščih, so izsuševanje barjanskih površin, intenzivno kmetijstvo, prezgodnja košnja in urbanizacija (Čelik in sod. 2005). Na suhih traviščih v jugozahodni Sloveniji pa so ključni dejavniki opuščanje ekstenzivnega kmetijstva (Zupan in sod. 2020), fragmentacija in pogozdovanje habitata (Čelik in Verovnik 2010). Opuščanje kmetijstva vodi v začetne

sukcesijske stadije zaraščanja travnikov, ki so za vrsto ugodni, vendar dolgoročno povzroči (lokalno) izumrtje. Poleg zaraščanja na suhih travniških vrsto ogroža tudi pogozdovanje. Kras so od 19. stoletja naprej načrtno pogozdovali s črnim borom, zaradi opuščanja kmetijskih zemljišč pa se je začelo tudi zaraščanje s črnim gabrom in puhastim hrastom. Gozdni pokrov tako čez čas zapre celoten habitat, ki tako ni primeren za življenje barjanskega okarčka (Čelik in Verovnik 2010; Zorn in sod. 2015). Človek močno vpliva tudi na razdrobljenost habitatov, saj zmanjšuje velikost prvotnega areala. Fragmentacija vodi v manjšanje velikosti populacij, ki postajajo med seboj vedno bolj izolirane, prav tako pa se zmanjša njihova genetska pestrost (Čelik in sod. 2005).

1.3.2 Ogroženost zaradi naravnih nesreč

Na vrstno pestrost vplivajo tudi naravne nesreče, kot so poplave, žledolom, vetrolom, potresi in požari. Nenadne spremembe v življenjskem okolju metuljev so lahko usodne, sploh v začetnih razvojnih stadijih nemobilnih jajčec in malo mobilnih gosenic ter nemobilnih bub, ki se ne morejo izogniti preteči nevarnosti (Čelik in sod. 2005). Požari v naravi najpogosteje nastanejo zaradi človeka (odprta kurišča, požiganje travnišč, namerni požigi, odlaganje odpadkov) in infrastrukture (železnice, ceste, elektrovi). Nastanejo lahko tudi ob nevihtah zaradi udarov strel. Širjenje ognja pa je odvisno od okolja, v katerem se ta razvija (Veble in Brečko Grubar 2016).

Severozahodni del Krasa je del gozdnogospodarskega območja Kras (v nadaljevanju GGO Kras), ki je eno izmed najbolj požarno ogroženih območij v Slovenji. Gre za precej sušno območje na prepustnih kamninah in plitvih prsteh, kjer so poletne temperature precej visoke, izhlapevanje pa intenzivnejše. Ogenj lahko dodatno razširi tudi burja, ki piha vse leto. Območje še dodatno ogrožajo požari zaradi zaraščanja in pogozdovanja, kjer prevladuje organski material (les, opad in suha organska snov zelnatih rastlin), kot ključno gorivo. Do največ požarov na GGO Kras pride v pomladnih mesecih (februar, marec), ko je padavin malo, v pritalnem sloju pa prevladujeta odmrli in/ali suha vegetacija, ki je iz prejšnjega leta dodobra presušena. Prav tako se pojavljajo v poletnih mesecih (julij, avgust), ko je padavin malo, temperature ozračja pa so najvišje (Jakša 2006; Veble in Brečko Grubar 2016). Barjanski okarček je v teh mesecih najbolj ogrožen, saj je v razvojnem stadiju mladih gosenic, ki so zelo slabo mobilne in se ne morejo umakniti nevarnosti (Čelik in sod. 2005).

Gozdne požare delimo glede na pojavljanje ognja na podtalne požare, talne požare, debelne in vršne oz. kompleksne požare (Jakša 2006, Stančič 2014):

- Podtalni požar: gre za požar, kjer gori podzemni deli rastlin. Navadno je to v prsti, kjer je prisotno veliko humusa, listnega opada in odmrlih drevesnih korenin. Poteka v tleh in ga

je zato težko zaznati. Tli lahko več dni in se nato pojavi na površju kot talni požar tudi nekaj deset metrov od mesta nastanka. Škoda je velika, saj uniči celoten koreninski sistem.

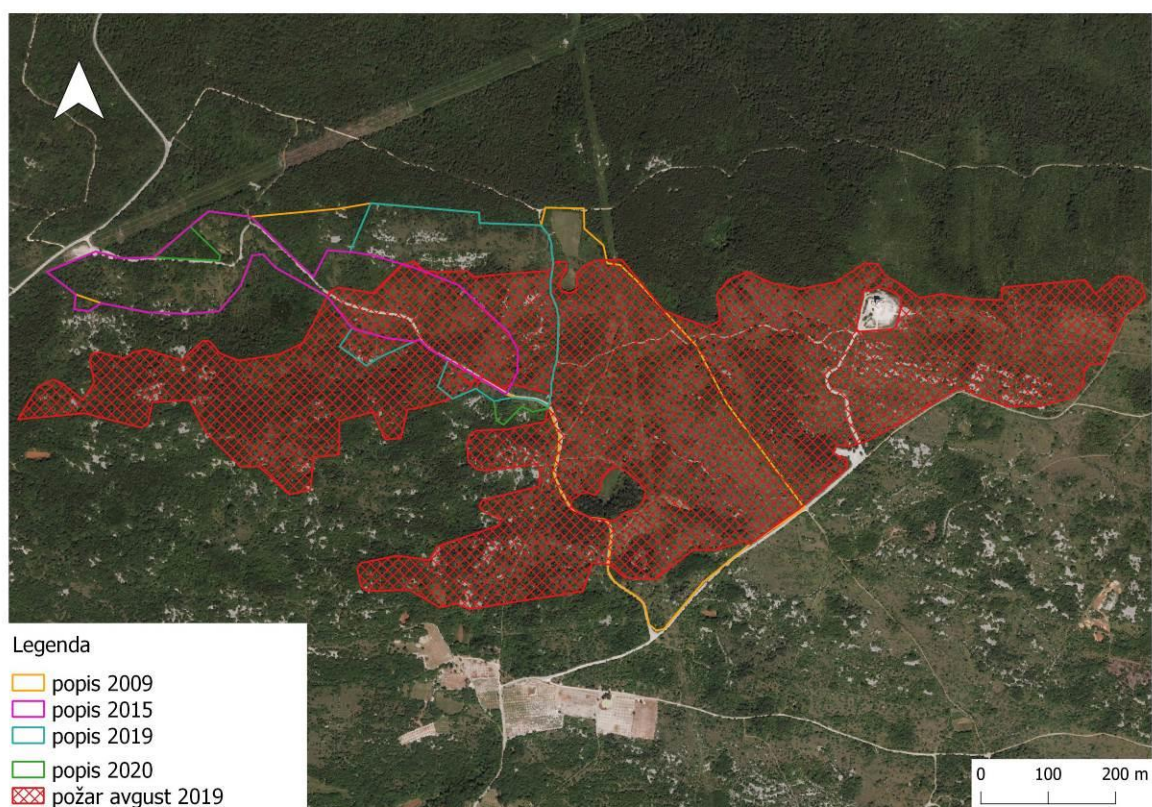
- Talni požar: nastane na tleh in zajame grmišča, podrast, predvsem pa travinje, listni opad in ostali odpadli material. Navadno nastane zaradi človeka, škoda pa je manjša.

- Debelni požar: pri tem tipu požara gorijo le debela, drevesne krošnje pa ne. Značilno predvsem za iglast gozd. Debla ne zgorijo v celoti. V primeru udara strele pa gori eno samo deblo, ki lahko zgori do konca. Gre za vmesni tip požara med talnim in vršnim, škoda pa je nekoliko večja kot pri talnem požaru.

- Vršni (kompleksni) požar: gre za požar v krošnjah dreves, ki ga povzroči talni požar ali udar strele. Lahko ga povzročijo tudi razžarjeni deli zavornih oblog pri vlakih ali iskre iz električnih daljnovodov. Gori ves nadzemni del gozda. Najpogostejši so v poletnih mesecih. Povzročijo veliko škodo in degradacijo gozdnega ekosistema.

Lahko pa se še pojavijo kombinirani požari, požarni preskoki in požarni viharji (Jakša 2006; Stančič 2014).

Tudi območje, na katerem je potekalo naše terensko delo, spada med najbolj požarno ogrožene dele Slovenije, saj se tukaj prepletajo specifični podnebni dejavniki, kot so sušnost, vetrovnost in zaraščanje pokrajine. Požar je zajel del območja največje populacije barjanskega okarčka v Sloveniji (Slika 4 in 5). Območje se nahaja na severozahodnem delu Krasa na pobočju vzpetine Cerje (343 m) v občini Miren-Kostanjevica. Dne 21. 8. 2019 je 500 m vzhodno od Pomnika miru na vrhu Cerja nastal požar. Ta se je širil v zahodni smeri (Slika 4) po grebenu proti meji z Italijo (Vendramin 2019).



Slika 4: Območje popisa *C. oedippus* v letih izvajanja monitoringa 2009, 2015, 2019, 2020 in obseg požara avgusta 2019.

Povprečna relativna vlaga je bila zjutraj 90 % in je opoldan upadla na 46 %. Širitev požara je pospešila burja, ki je pihala s hitrostjo med 25,2 km/h in 30,6 km/h, z najvišjo zabeleženo vrednostjo 54 km/h. Na začetku je bila precej nestabilna in je nenehno spreminjala smer, nato pa ohranila jugozahodno smer. Požar je bil pogašen v dveh dneh in je zajel 85,25 ha površin, od tega je bilo gozda približno 37 ha in približno 48 ha drugih površin. Glede na pojavljanje ognja je bil požar 55 % talni, 40 % vršni (kompleksni) in le 5 % podtalni požar. Uničen je bil bolj ali manj celoten nadzemni del gozda (Slika 5), med tem ko koreninski sistem ni bil v celoti prizadet. Vzrok požara ni znan (Vendramin 2019).



Slika 5: Pogorelo območje takoj po požaru (zgoraj), september 2019 (foto: Sara Zupan) in eno leto po požaru (spodaj), junij 2020 (foto: Kaja Vereš).

1.3.3 Varstveni status vrste

Na IUCN-ovem Rdečem seznamu ima barjanski okarček status ogrožene vrste (EN – Endangered) (van Swaay in sod. 2010a, b), na Rdečem seznamu metuljev Slovenije pa status prizadete vrste (E) (Pravilnik o uvrstitvi..., 2002). Na evropskem nivoju je vrsta na seznamu Aneksa II Bernske konvencije (Zakon o ratifikaciji..., 1999) in na seznamih Aneksov II in IV k Direktivi sveta Evropske skupnosti 92/43/EEC (European Communities 1992). Od leta 2004 je vrsta zavarovana po Uredbi o zavarovanih prostoživečih živalskih vrstah v Sloveniji. Habitatni tipi, ki predstavljajo njegovo življenjsko okolje, so prav tako del omrežja Natura 2000, katerega namen je zaustaviti izumiranje rastlinskih in živalskih vrst ter ohranjati biotsko raznovrstnost v Evropi (Čelik in sod. 2005)

Zakonsko varovanje vrste in njenega življenjskega okolja pa je potrebno dopolniti še z aktivnimi ukrepi, s katerimi želimo izboljšati življenjske razmere in tako povečati tako številčnost populacij kot areal vrste. Med te ukrepe sodijo fizični posegi, s katerimi vzdržujemo primerne življenjske razmere v že obstoječih habitatih, na drugi strani pa ustvarjamo umetne habitate, v katerih poteka gojitev vrste v ujetništvu, ki ji sledi izpust živali v primarna življenjska okolja (Rebeušek 1994; Čelik 2020). Uspešen primer reintrodukcije barjanskega okarčka je potekal v letu 2020 na območju Ljubljanskega barja. Na tem območju je v zadnjih 10-ih letih populacija barjanskega okarčka padla pod raven najmanjše viabilne populacije na mokrotnih habitatih v Sloveniji, na katerih so pri nas populacije barjanskega okarčka najbolj ogrožene (Čelik 2020). Zato je ključnega pomena vzpostaviti in ohranjati viabilnost populacije in s tem genetsko raznolikost mokrotnih travnišč (Čelik 2021).

1.4 Namen in cilji

Namen magistrske naloge je ovrednotiti stanje populacije barjanskega okarčka na suhih zaraščajočih se travniščih v prvi letalni sezoni po požaru avgusta 2019.

Cilji magistrske naloge so:

- ugotoviti stanje populacije barjanskega okarčka in ga primerjati z delom območja, ki ga požar ni prizadel,
- ugotoviti velikost populacije in rezultate primerjati z že zbranimi podatki iz preteklih let (2009, 2015, 2019),
- oceniti razdrobljenost in primernost življenjskega prostora vrste,
- podati smernice za nadaljnje varovanje vrste in njenega habitata.

1.5 Delovne hipoteze

Postavili smo naslednje delovne hipoteze:

H₁: Število označenih osebkov barjanskega okarčka je manjše v primerjavi s stanjem pred požarom.

H₂: Pričakujemo, da sta glede na stanje neposredno pred požarom (2019) abundanca in gostota živali na pogorelem delu v letu 2020 najbolj upadli.

H₃: Ocena populacije barjanskega okarčka je na izbranem območju manjša kot je bila pred požarom v letih 2015 in 2019.

H₄: Pričakujemo pretežno kratke prelete v okviru že znanih podatkov iz drugih študij, ki so dokazale slabo mobilnost odraslih živali proučevane vrste.

H₅: Pričakujemo, da bo gostota lokalne populacije večja na območju, ki ni pogorelo in se ni zaraslo (v nadaljevanju: optimalni habitat), v primerjavi z območjem, ki ga je požar neposredno prizadel, in območjem, ki se zarašča z invazivno tujerodno vrsto – velikim pajesenom (*A. altissima*).

2 MATERIALI IN METODE DELA

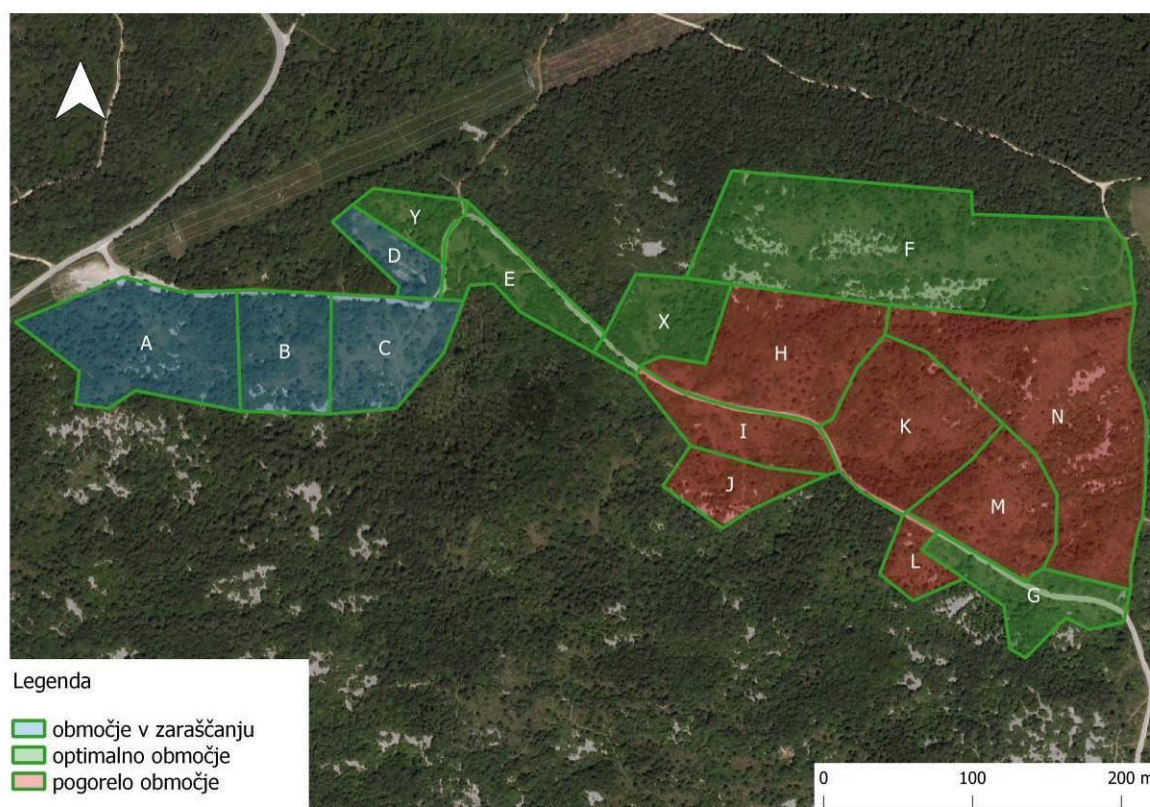
2.1 Populacijski monitoring barjanskega okarčka na Cerju

Območje je del monitoringa izbranih ciljnih vrst metuljev, ki je tu za proučevano vrsto v obliki populacijskega monitoringa (ocene velikosti populacije) potekal v letih 2009, 2015 in nazadnje leta 2019, tik pred požarom (Slika 4). V letu 2011 je bil izveden tudi monitoring stanja habitata in prisotnosti barjanskega okarčka. Na podlagi terenskih ugotovitev je prišlo do odločitve za zmanjšanje območja populacijskega monitoringa iz leta 2009 (Slika 4, Tabela 1), saj je bilo območje preobsežno za natančen popis in izvedbo po metodi MRR (Verovnik in sod. 2011). Od leta 2015 se je monitoring izvajal na zmanjšanem območju, zato podatkov iz leta 2009 nismo vključili v natančno primerjavo z našimi rezultati. V letu 2019 (Slika 4) so območje monitoringa povečali na severnem in vzhodnem delu, saj so med terenskim delom opazili, da se barjanski okarček pojavlja tudi izven meja predvidenega območja (Verovnik in sod. 2015; Zakšek in sod. 2019). Monitoring smo v letu 2020 ponovili na razširjenem območju, tako kot so ga izvedli v letu 2019 (Slika 4, Tabela 1).

Tabela 1: Velikosti območij izvajanja monitoringa barjanskega okarčka (*C. oedippus*) na Cerju v letih 2009, 2015, 2019 in 2020.

Leto	Površina (ha)	Velikost območja
2009	51,5	največje območje
2015	13,7	manjše območje
2019	23,8	večje območje
2020	23,6	večje območje

Določili smo 16 habitatnih krp, ki smo jih razdelili glede na stanje na območje v zaraščanju (kjer smo zasledili večje sestoje invazivne vrste velikega pajesena *Ailanthus altissima*, ki hkrati zapira prostor in zmanjšuje primernost habitata za barjanskega okarčka), optimalno območje (kjer zaraščanja z lesnimi rastlinami še ni ali pa je v zgodnji fazi, prisotnost hranilnih rastlin gosenic pa je visoka) in pogorelo območje (kjer je avgusta 2019 prišlo do požara) (Slika 6, Tabela 2).



Slika 6: Razdelitev območja na habitatne krpe glede na njihovo stanje po požaru.

Z invazivno tujerodno vrsto velikim pajesenom (*Ailanthus altissima*), ki krči primeren habitat barjanskemu okarčku, se zaraščajo krpe A, B, C in D (Slika 6, Tabela 2). Krpe H, I, J, K, L, M in N so leta 2019 v celoti pogorele, vendar so se v letu 2020 že ponovno pojavile rastlinske vrste, kot so navadni ruj (*Cotinus coggygria*), cipresasti mleček (*Euphorbia cyparissias*), enoletna suholetnica (*Erigeron annuus*), šentjanževka (*Hypericum perforatum*), kimasti bodak (*Carduus nutans*), skalni glavinec (*Centaurea rupestris*) in druge. Najbolj ugodne habitatne krpe za barjanskega okarčka so ostale E, F, G, X in Y (Slika 6, Tabela 2). Slednje sestavlja opuščeno, floristično revno, zaraščajoče se submediteransko ilirsko suho travinje (*Dauthonio-Scorzoneretum villosae*), ki najbolj ustreza barjanskemu okarčku (Čelik 2003, cit. po Čelik in Verovnik 2010).

Tabela 2: Lastnosti habitatnih krp, na katerih smo izvajali monitoring barjanskega okarčka (*C. oedippus*) na Cerju v letu 2020.

Habitatna krpa	Površina (ha)	Stanje habitatne krpe v 2020
A	2,092	območje v zaraščanju
B	1,126	območje v zaraščanju
C	1,216	območje v zaraščanju
D	0,462	območje v zaraščanju
E	0,873	optimalno območje
F	4,670	optimalno območje
G	0,935	optimalno območje
X	0,912	optimalno območje
Y	0,438	optimalno območje
H	2,032	pogorelo območje
I	0,894	pogorelo območje
J	0,646	pogorelo območje
K	1,915	pogorelo območje
L	0,372	pogorelo območje
M	1,305	pogorelo območje
N	3,720	pogorelo območje
Skupaj	23,608	

2.1.1 Metoda lova, označevanja in ponovnega ulova

Velikost populacije in prelete barjanskega okarčka smo proučevali z metodo lova, označevanja in ponovnega ulova (MRR = Mark-Release-Recapture). Metoda temelji na ulovu živali, enoznačni označbi in izpustu z možnostjo vsaj enkratnega ponovnega vzorčenja in ulova. Ogledni teren območja popisa smo opravili 5. 6. 2020 in določili stanje habitatnih krp, vendar barjanskega okarčka takrat še nismo opazili. V obdobju od 12. 6. 2020 do 6. 7. 2020 smo izvedli 12 vzorčnih dni, na dva ali štiridnevne intervale (Tabela 3), v ugodnih vremenskih razmerah (ob sončnem/pretežno sončnem vremenu, s temperaturo zraka vsaj 20 °C). Metulje smo lovili v skupini treh do največ pet oseb, v cik-cak liniji z medsebojno razdaljo cca. 3 m, med 9.00 in 17.00 uro.

Tabela 3: Povzetek števila samcev in samic barjanskega okarčka (*C. oedippus*) na Cerju tekom 12 terenskih dni v juniju in juliju 2020.

Vzorčni dnevi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Datum	12.6.	14.6.	16.6.	18.6.	20.6.	22.6.	24.6.	26.6.	28.6.	30.6.	2. 7.	6. 7.
Interval (dnevi)		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4
Samci	1	13	15	24	24	25	18	14	18	17	6	2
Samice	1	1	5	14	18	14	24	28	34	29	35	4
Skupaj	2	14	20	38	42	39	42	42	52	46	41	6

Za označevanje metuljev smo uporabili vodoodporni flomaster, s katerim smo v bazalni del spodnje strani zadnjih kril zapisali zaporedno številko. Označili smo jih le ob prvem ulovu in jim določili spol. Ob vsakem ulovu smo zapisali zaporedno številko osebk, datum in uro ulova, vedenje pred ulovom (počitek, let, kopula, hranjenje), obrabo kril (1 = sveža žival z neobrabljenimi krili, 2 = manjša obraba krila, 3 = močno poškodovana krila) vsake živali ter ali je bila žival ponovno ulovljena in na kateri habitatni krpi. Vsak terenski dan smo beležili tudi vremenske značilnosti (oblačnost, vetrovnost, temperatura zraka). S pomočjo GPS sprejemnika z natančnostjo 3 m (GPS MAP 66S) smo določili geografske koordinate mesta vsakega ulova.

2.2 Analiza podatkov

2.2.1 Demografski parametri

Za izračun demografskih parametrov (verjetnost preživetja, verjetnost ulova, parameter vstopa in oceno velikosti populacije) smo uporabili program MARK 9.0 (White in Burnham 1999). V programu smo analizirali podatke v dveh modulih: Cormack-Jolly-Seber (CJS modul) in POPAN (Schwarz in Arnason 1996). Zbrane podatke z MRR metodo smo analizirali v modulu CJS, ki modelira verjetnost preživetja (ϕ ali φ , ang. *survival probability*) in ulovljivost (p , ang. *probability of capture*). Pomanjkljivost tega modula je, da ne izračuna velikosti populacije. V drugem koraku smo vključili vse najboljše modele v modul POPAN, ki poda poleg verjetnosti preživetja in verjetnosti ulova še verjetnost vstopa (B_i) na novo izleglih metuljev v populacijo (ang. *probability of entrance*) in oceno velikosti populacije (N). Najboljši modeli so bili izbrani na podlagi Akaike informacijskega kriterija, ki je bil prirejen za majhne velikosti vzorcev (AIC_c). Modeli z majhno razliko v vrednostih AIC_c ($\Delta AIC_c < 2$) glede na najboljši model lahko obravnavamo enakovredno (Burnham in Anderson 2002). V procesu modeliranja z modulom CJS smo preizkusili modele, kjer sta bila tako ϕ in p konstantna ($\cdot$), kjer sta se razlikovala med spolom (g), da sta bila odvisna od časa (t) ali da sta se s časom spreminjala linearno ($tlin$). Oba parametra sta bila lahko sestavljena na aditiven ($[g+t]$, $[g+tlin]$) ali

interaktiven način ($[g*t]$, $[g*tlin]$), iz česar smo celokupno pridobili 64 različnih modelov. V modul POPAN smo za verjetnost vstopa poleg osmih osnovnih vključili še tri dodatne kombinacije variacij parametra ($[tlin+tlin^2]$, $[g+tlin+tlin^2]$, $[g*[tlin+tlin^2]]$). V primeru, da bi dobili več enakovrednih modelov ($\Delta AIC_c < 2$), smo za tako skupino modelov predvideli povprečenje modelov (ang. *model averaging*). Nato smo izbrali najboljši model kot osnovo za izračun verjetnosti preživetja, verjetnost ulova, parametra vstopa in oceno velikosti populacije. Prav tako smo izračunali dnevne ocene parametra vstopa (B_i) in dnevne ocene velikosti populacije (N_i). Negativne vrednosti smo korigirali na 0. Vhodni podatki so bili ločeni po spolu, zato smo tudi modeliranje izvedli ločeno. Program ne ocenjuje stopnje preživetja za prvi dan vzorčenja.

Prav tako smo izračunali pričakovano povprečno življenjsko dobo (e) po enačbi (Nowicki in sod. 2005):

$$e_{pov} = (1-\varphi)^{-1} - 0,5$$

Formula je primerna za dnevne metulje, saj se ti izlegajo v skupinah v zgodnjih jutranjih urah (Nowicki in sod. 2005). Ločeno za vsak spol smo zabeležili tudi najdaljšo opaženo življenjsko dobo.

2.2.2 Vedenje

Za ugotavljanje možnih razlik v vedenju med spoloma smo uporabili χ^2 -test, ki smo ga izračunali s pomočjo statističnega programa SPSS 20.0. Uporabili smo statistiko razmerja verjetnosti (ang. *likelihood ratio*) ali LR, ki je prilagojena za majhne vzorce. Primerjali smo frekvence štirih vedenj (počitek, let, prehranjevanje in kopula) in sprejeli statistično razliko v vedenju med spoloma pri $p < 0,05$. Na enak način smo ugotavljali možne razlike za dve vedenji (počitek in let) med spoloma in dvema polovicama letalne sezone (prva polovica od 12. 6. do 22. 6. in druga polovica od 24. 6. do 6. 7.).

V obeh primerih smo uporabili standardizirane ostanke (ang. *standardized residual*) ali SR, katerih celice ob vrednosti $SR \geq |2,0|$ statistično značilno ($p < 0,05$) (Čelik 2013) prispevajo k skupni vrednosti χ^2 -testa, ki smo ga prav tako sprejeli na ravni $p < 0,05$.

2.2.3 Preletne razdalje

Izmerili smo preletne razdalje med zaporednimi ulovi živali. Razdaljo med zaporednimi ulovi smo izmerili kot linearno črto, ki povezuje preletne točke mest posameznih ulovov. Uporabili smo koordinate ulovov, ki smo jih s pomočjo GPS naprave zajeli tekom vzorčenja metuljev. Podatke smo analizirali v programu Microsoft Excel (2019) in QGIS 3.10, v katerem smo povezali linije preletov in izračunali njihovo razdaljo. Izmerili smo

razdalje med zaporednimi ulovi vsake živali (t. j. razdaljo med 1. in 2. ulovom, 2. in 3. ulovom, 3. in 4. ulovom itd.) ločeno za samce in samice in jih razdelili v razrede, ki so predstavljali 50 metrske intervale preletnih razdalj. Za oba spola smo izračunali povprečno preletno razdaljo s standardno deviacijo in z enosmernim t-testom preverili, ali se povprečna razdalja samcev in samic statistično razlikuje ($p < 0,05$).

Uporabili smo negativno eksponentno funkcijo (NEF), s katero smo izračunali verjetnost (P) razdalj preletov (D) samcev oz. samic po enačbi (Hill in sod. 1996):

$$P = e^{-kD}$$

Pri tem je k disperzna konstanta, funkcija pa eksponentna. Pričakovano razdaljo (D') med dvema zaporednima ulovoma izračunamo po enačbi (Hill in sod. 1996):

$$D' = 1/k$$

Pri NEF smo uporabili dve različici – osnovno (kjer presečišče krivulje ni predpostavljeno na 1 pri ničelni razdalji) ter s korekcijo (kjer predpostavljamo, da je verjetnost za prelet ničelne razdalje verjetnost 1).

Prav tako smo uporabili inverzno potenčno funkcijo (IPF), s katero smo izračunali verjetnost (P) razdalj preletov (D) za vsak spol po enačbi (Hill in sod. 1996):

$$P = CD^{-n}$$

Pri tem sta C in n konstanti. Oba pristopa nam podata oceno razpršenosti preletov znotraj raziskovanega območja (Pennekamp in sod. 2014).

2.2.4 Razporeditev in gostota

Za izračun in kartografsko ponazoritev gostote populacij barjanskega okarčka na raziskovanem območju smo v programu QGis 3.10 za leta 2015, 2019 in 2020 izdelali karte kernelske gostote (ang. *Kernel density*). Kernelska gostota je osnovana na kernelski metodi (ang. *Kernel method*, Worton 1989) s katero ugotavljamo velikost in obliko območja razširjenosti populacije na podlagi prostorske razporeditve in zgostitve živali. Območja večjih zgostitev so prikazana v obliki jeder oz. populacijskih centrov (Zagoršek 2013).

S kernelsko gostoto smo tako prikazali in primerjali prostorsko spreminjanje zgostitve barjanskega okarčka med posameznimi leti. Na podlagi točkovnih podatkov je program za vsako rastrsko celico izračunal gostoto, ki je odvisna od radija (polmera) in abundance barjanskega okarčka. Radij smo določili po nekaj poskusih z različnimi vrednostmi, da smo s tem dobili vizualno sprejemljiv prikaz gostote. Za vsa leta smo določili enake parametre: radij 25 m in velikost celice 1 m.

3 REZULTATI

3.1 Demografski parametri

3.1.1 Številčnost in prostorska razporeditev barjanskega okarčka

V dvanajstih terenskih dneh od 12. 6. 2020 do 6. 7. 2020 smo označili 214 barjanskih okarčkov, od tega 87 samcev in 127 samic. Skupno smo ponovno ujeli 47,2 % živali (52 samcev in 49 samic). Vseh ulovov je bilo 384, od tega 177 samcev in 207 samic. Skupno je bilo ponovnih ulovov 44,3 %, več pri samcih (90 ulovov) kot samicah (80 ulovov) (Tabela 4). Razlika med ujetimi samci in samicami je bila statistično značilna (samci: samice = 1:1,459; χ^2 -test, $p > 0,001$), ocena temelji na ujetih živalih in je bila v prid samicam.

Tabela 4: Povzetek podatkov o številu ulovljenih samcev in samic barjanskega okarčka (*C. oedippus*) na Cerju.

	št. označenih osebkov	št. ponovno ujetih osebkov	% ponovno ujetih osebkov	št. ulovov	št. ponovnih ulovov	% ponovnih ulovov
Samci	87	52	59.8	177	90	50.8
Samice	127	49	38.6	207	80	38.6
Skupaj	214	101	47.2	384	170	44.3

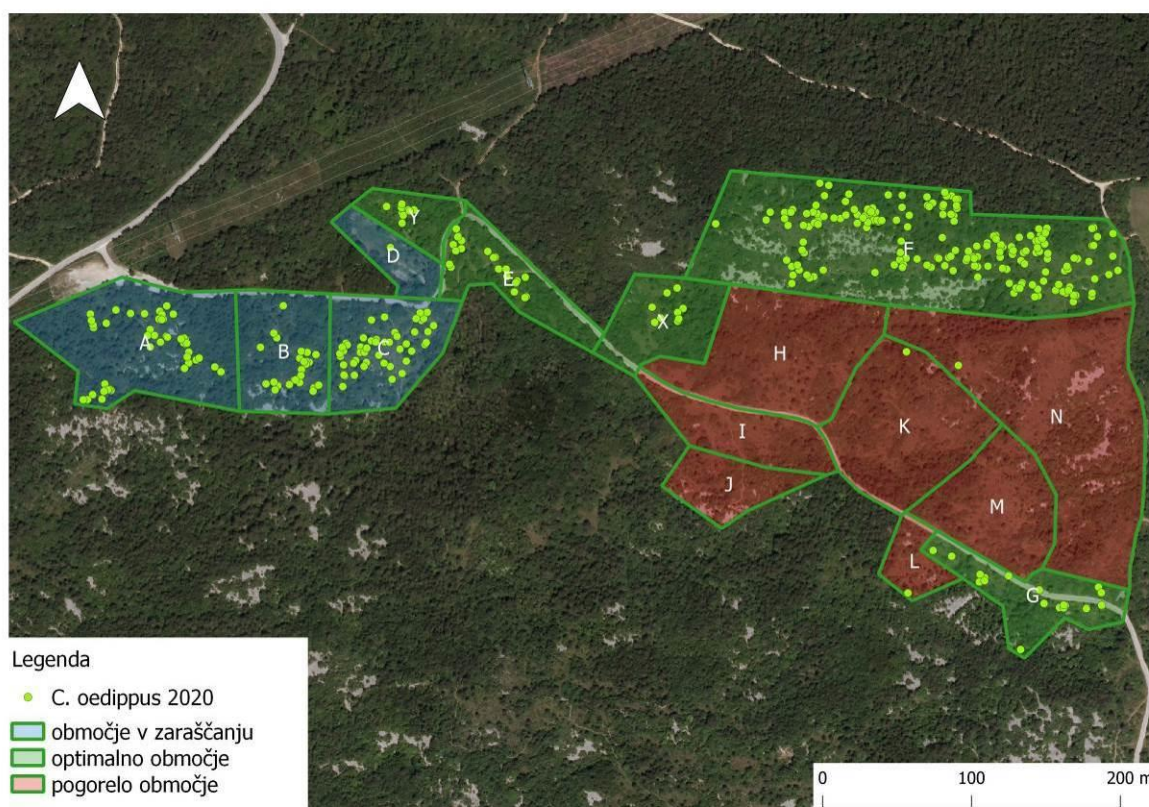
Zabeležili smo statistično značilne razlike v številu ulovov glede na del letalne sezone (prva polovica letalne sezone: šest terenskih dni od 12. 6. 2020 do 22. 6. 2020 in druga polovica letalne sezone: šest terenskih dni od 24. 6. 2020 do 6. 7. 2020) med spoloma (LR = 41,234, df = 1, $p < 0,001$). V prvi polovici smo ujeli več samcev (SR = 3,6, $p > 0,05$), v drugi polovici pa manj (SR = -3,0, $p < 0,05$), kot bi pričakovali. Pri samicah pa je bilo ravno obratno, v prvi polovici smo jih ujeli manj (SR = -3,3, $p < 0,05$), v drugi pa več (SR = 2,8, $p > 0,05$), kot bi pričakovali (Tabela 5).

Zabeležili smo tudi statistično značilne razlike v številu označenih živali glede na del letalne sezone med spoloma (LR = 23,919, df = 1, $p < 0,001$). V prvi polovici letalne sezone smo označili več samcev (SR = 2,9, $p > 0,05$), v drugi polovici pa manj (SR = -2,4, $p < 0,05$), kot bi pričakovali. Manj samic smo označili v prvi polovici letalne sezone (SR = -2,4, $p < 0,05$), v drugi polovici letalne sezone pa več, kot bi pričakovali (SR = 2,0, $p > 0,05$) (Tabela 5).

Tabela 5: Število ulovov in število označenih živali glede na sezono letenja barjanskega okarčka (*C. oedippus*) na Cerju.

	1. polovica letalne sezone		2. polovica letalne sezone	
	št. ulovov	št. označenih osebkov	št. ulovov	št. označenih osebkov
Samci	102	53	75	34
Samice	53	35	154	92
Skupaj	155	88	229	126

Največ barjanskih okarčkov smo ujeli na krpah, ki predstavljajo optimalno območje, ki ga ni zajel požar in se še ne zarašča. Največ metuljev smo opazili na krpi F, kjer smo ulovili 51 % vseh živali na celotnem proučevanem območju. Število ulovov na tej krpi predstavlja dve tretjini vseh ulovov na celotnem optimalnem območju, kjer smo ulovili 67 % barjanskih okarčkov. Po gostoti so sledile habitatne krpe, ki predstavljajo območje v zaraščanju. Na vseh zaraščajočih krpah skupaj (A, B, C in D) smo ulovili 33 % vseh barjanskih okarčkov. Najmanj, le tri živali, pa smo ujeli na pogorelem območju, a v vseh treh primerih v bližini območja, ki ni pogorel. Od skupno šestnajstih krp na štirih krpah nismo ulovili nobenega barjanskega okarčka (vse te štiri krpe so bile na območju pogorišča; Slika 7).



Slika 7: Na tri območja razdeljene habitatne krpe s prikazom mest ulovov barjanskega okarčka (*C. oedippus*) na Cerju v letu 2020.

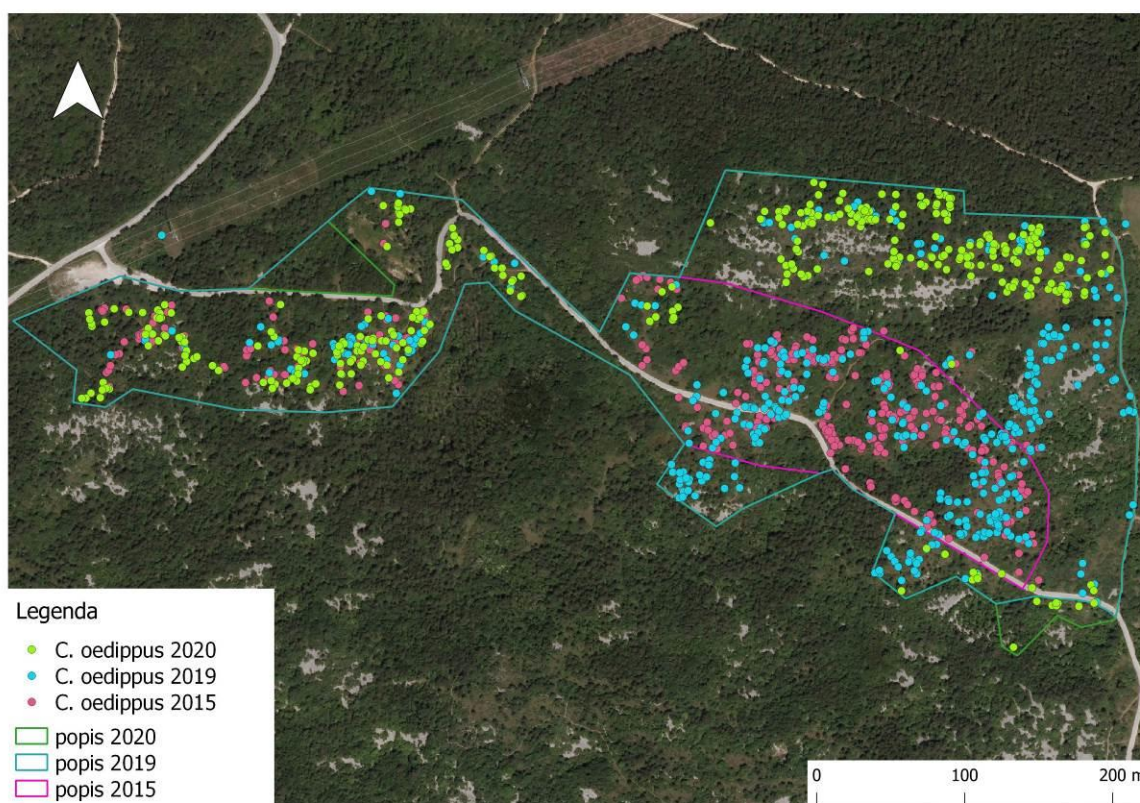
3.1.2 Ocena velikosti populacije barjanskega okarčka in primerjava s preteklimi leti

Od vseh testiranih modelov v modulu POPAN so štiri modeli z vrednostjo $\Delta\text{QAICc} < 2$ najbolj ustrezali zbranim podatkom. Ocene velikosti populacij so za vse štiri modele med seboj precej podobne, kljub temu pa navajamo tudi rezultate povprečenja modelov (Tabela 6). Uporabili smo samo najboljši model (označen odebeljeno, Tabela 6) pri katerem se je preživetje tekom sezone linearno spreminjalo, vendar je bilo enako za samce in samice, ulovljivost je bila konstanta in enaka za samce in samice, medtem ko je bil parameter vstopa časovno variabilen in različen za samce in samice. Ulovljivost smo ocenili na 0,6467 (s 95 % intervalom zaupanja 0,557–0,726), rezultate za preživetje in vstop v populacijo pa podajamo v poglavju 3.1.3.

Tabela 6: Najboljši modeli POPAN glede na Akaike informacijski kriterij ($\Delta AIC_c < 2$), število parametrov (N_p) in ocene velikosti populacije (N) samcev (σ) in samic (ϕ), s 95 % intervalom zaupanja (IZ).

Model	ΔAIC_c	N_p	$N \sigma$ (95 % IZ)	$N \phi$ (95 % IZ)
$\phi(tlin) p(.) b(g*t) N(g)$	0	27	108 (100–124)	156 (143–179)
$\phi(tlin) p(g) b(g*t) N(g)$	0.0066	28	104 (97–120)	166 (148–200)
$\phi(tlin) p(g+tlin) b(g*t) N(g)$	1.3080	29	104 (97–120)	165 (147–198)
$\phi(t) p(g) b(g*t) N(g)$	1.9176	37	103 (96–118)	170 (150–204)
Povprečenje modelov			105 (93–117)	163 (138–188)

Ne glede na nekoliko različne meje območja monitoringa se razporeditev mest ulovov med leti 2015, 2019 (pred požarom) in v letu 2020 (po požaru) opazno razlikuje, saj v letu 2020 razen izjemoma na pogorišču nismo ujeli barjanskega okarčka (Slika 8), kljub temu da je bila tam v letih 2015 in 2019 očitna zgostitev živali.



Slika 8: Meje območja monitoringov populacije barjanskega okarčka (*C. oedippus*), ki so bili izvedeni v letih 2015, 2019 in 2020 na Cerju.

Ocena velikosti populacije barjanskega okarčka na manjšem raziskovanem območju je bila leta 2015 največja in je znašala 629 živali (s 95 % intervalom zaupanja 312–946). Leta 2019 je bila ta ocena nekoliko nižja in ocenjena na 597 živali (s 95 % intervalom zaupanja 237–1009). V letu 2020 je bila ocena velikosti populacije za samce 54 (s 95 % intervalom

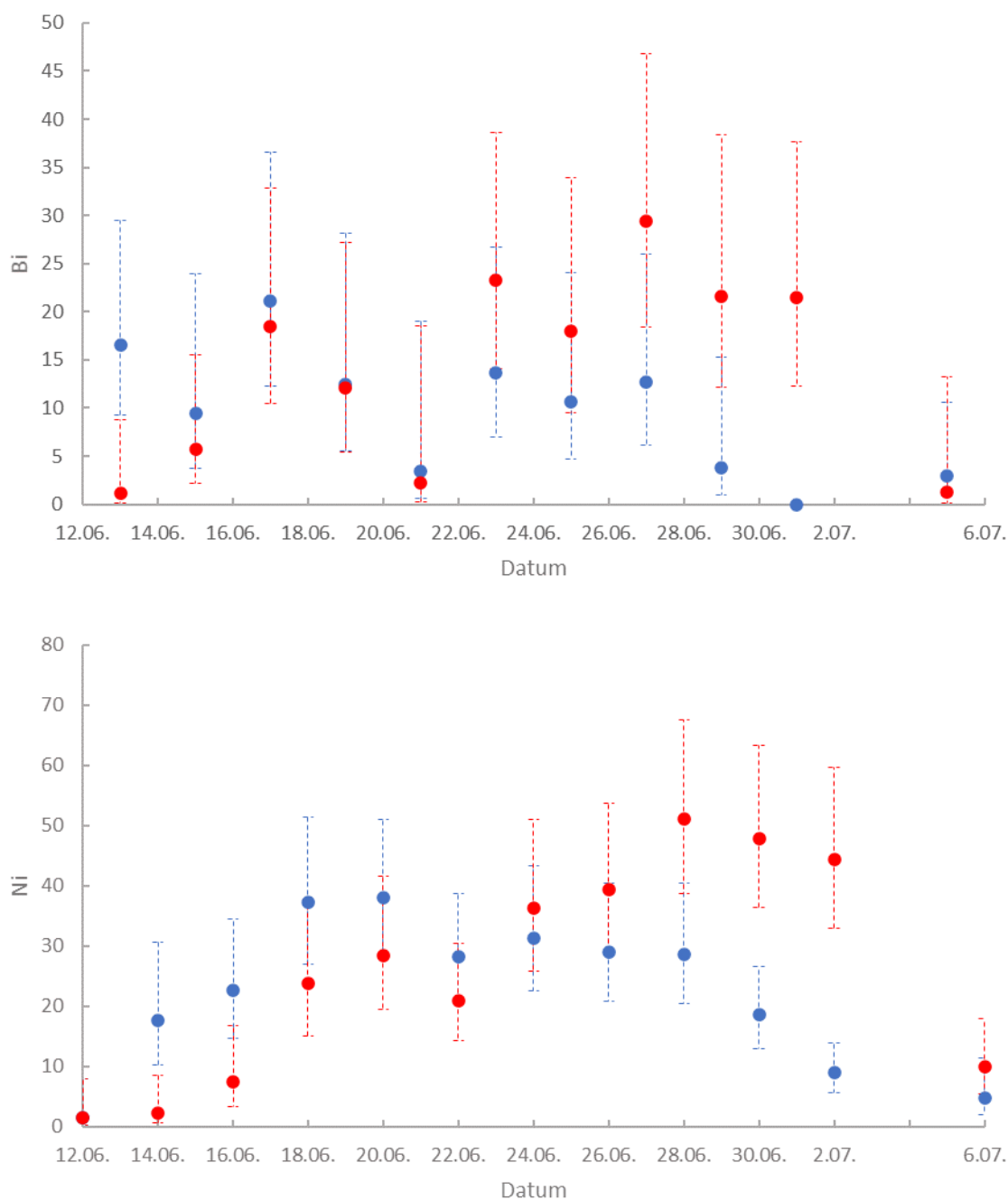
zaupanja 51–68) in samice 93 (s 95 % intervalom zaupanja 74–135), torej skupno okoli 147 živali (Tabela 7). V primerjavi z letoma 2015 in 2019 je ta ocena bistveno nižja. Na večjem območju monitoringa pa smo ocenili velikost populacije za leto 2020 na 108 samcev (SE = 5,9; 95 % interval zaupanja 100–124) in 156 samic (SE = 8,8; 95 % interval zaupanja 143–179; Tabela 7). V letu 2020 smo na primerljivo velikem območju označili približno 2,0–2,4-krat manjše število živali kot v letu 2019 (Tabela 7).

Tabela 7: Primerjava ocen velikosti populacije barjanskega okarčka (*C. oedippus*) s 95 % intervalom zaupanja (IZ) in števila označenih živali na območju monitoringa na Cerju v letih 2015, 2019 in 2020 (za velikost območja gl. Sliko 8 in Preglednico 1, Verovnik in sod. 2015, Zakšek in sod. 2019).

Leto	št. označenih živali na manjšem območju	N (95 % IZ) na manjšem območju	št. označenih živali na večjem območju	N (95 % IZ) na večjem območju
2015	309 (191 ♂/118 ♀)	♂♀ 629 (312–946)	Ni podatkov	Ni podatkov
2019	237 (168 ♂/69 ♀)	♂♀ 597 (237–1009)	422 (303 ♂/119 ♀)	Ni podatkov
2020	98 (44 ♂/54 ♀)	♂ 54 (51–68) ♀ 93 (74–135)	214 (87 ♂/127 ♀)	♂ 108 (100–124) ♀ 156 (143–179)

3.1.3 Ocene dnevne velikosti populacije, dnevnega vstopa v populacijo in dnevnega preživetja barjanskega okarčka

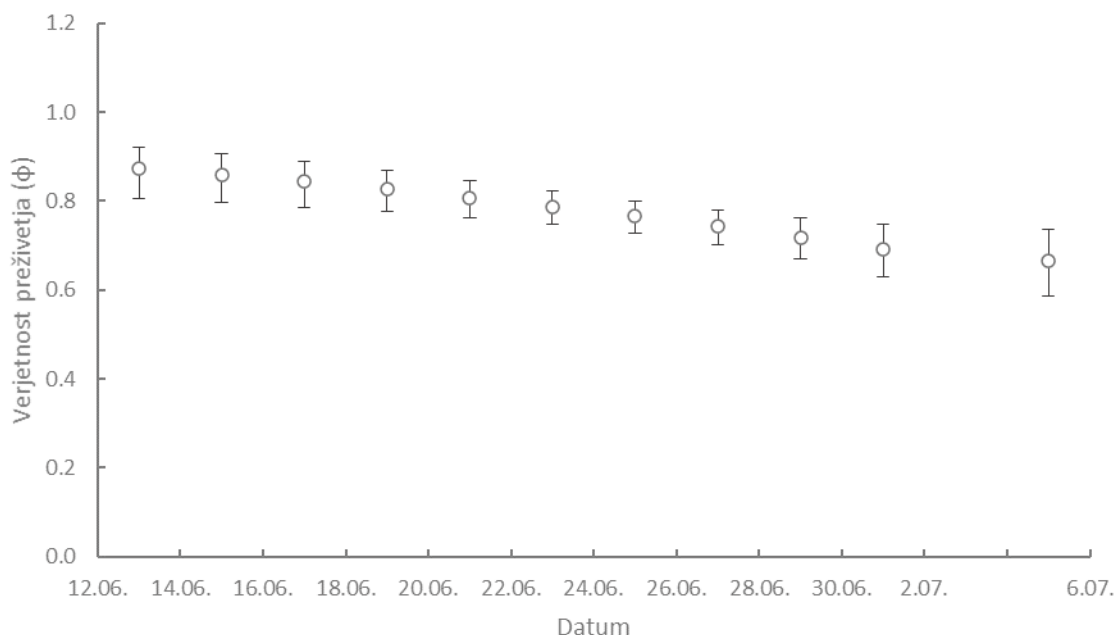
V prvi polovici letalne sezone so prevladovali samci, čeprav smo ob vsakem vzorčenju ujeli tudi vsaj eno samico. V drugi polovici letalne sezone je število samcev začelo upadati in so številčno prevladovale samice. Izračune dnevnih vstopov v populacijo in ocen dnevnih velikosti populacije prilagamo v Prilogah A in B. Največji dnevni vstop samcev v populacijo je bil v intervalu med 16. in 18. junijem (21 samcev) in se je zmanjševal proti koncu sezone (Slika 9). Pri samicah je dnevni vstop v populacijo nihal, a največ jih je v populacijo vstopilo med 26. in 28. junijem (29 samic) (Slika 9). Največja dnevna velikost populacije samcev je bila dosežena 20. junija (38 samcev). Samice so dosegle največjo dnevno velikost osem dni kasneje, 28. junija (51 samic), kar sovпада z viškom dnevnega vstopa v populacijo (Slika 9).



Slika 9: Ocene in 95 % intervali zaupanja dnevnega vstopa novih osebkov v populacijo (B_i) in dnevne velikosti populacije (N_i) za barjanskega okarčka (*C. oedippus*) na Cerju (modra oznaka samci, rdeča oznaka samice).

Povprečna pričakovana življenjska doba je bila za oba spola enaka in je bila ocenjena na 4,1 dni. Najdaljša opažena življenjska doba je bila za samce 16 dni (od 14.6. do 30.6.), za samice pa 14 dni (od 18.6. do 2.7.). Ocena povprečnega dnevnega preživetja (ϕ) je bila za oba spola enaka 0,780 (s 95 % intervalom zaupanja 0,585–0,922), kar ustreza 78 % populacije, in je linearno upadala od 0,875 (s 95 % intervalom zaupanja 0,805–0,922) do

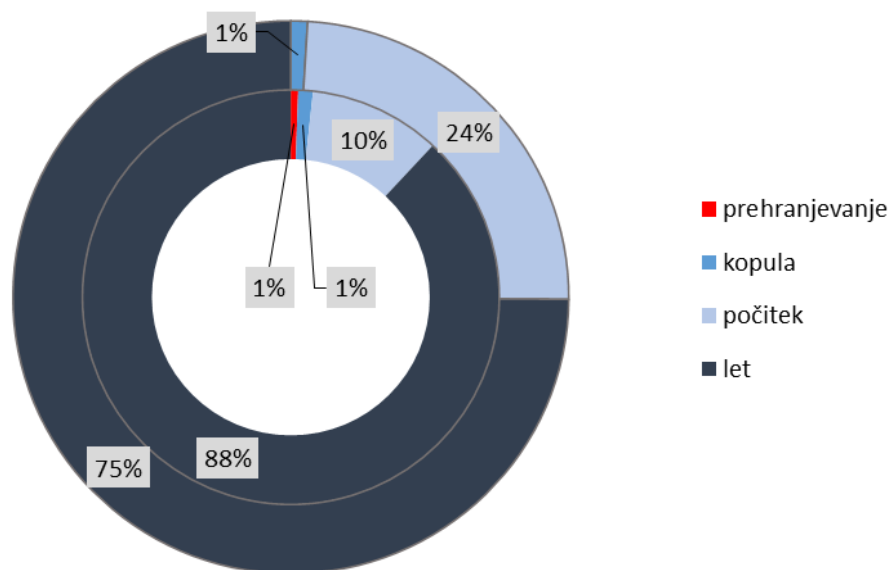
0,664 (s 95 % intervalom zaupanja 0,585–0,735, Slika 10). Izračune ocen dnevnega preživetja prilagamo v Prilogi C.



Slika 10: Ocene dnevnega preživetja (ϕ) barjanskega okarčka (*C. oedippus*) s 95 % intervali zaupanja (IZ) za oba spola skupaj. Vrednosti dnevnega preživetja so prikazane za konec vsakega intervala.

3.2 Vedenje

V letalni sezoni 2020 smo zabeležili štiri različna vedenja barjanskega okarčka. Prevladoval je let (81 %), medtem ko smo počitek ugotovili pri 18 % vseh opazanj (Slika 11). Bistveno redkeje smo zabeležili dve dodatni vedenji, prehranjevanje in kopulo. Prehranjevanje smo zabeležili le enkrat, in sicer pri samcu, ki je srkal medicino iz vrbovolistnega pramožka (*Bupthalmum salicifolium*). Poleg tega smo opazovali tudi dva para v kopuli. Ovipozicije nismo zabeležili.



Slika 11: Vedenje barjanskega okarčka (*C. oedippus*) na Cerju v letu 2020 (notranji krog samci, zunanji krog samice).

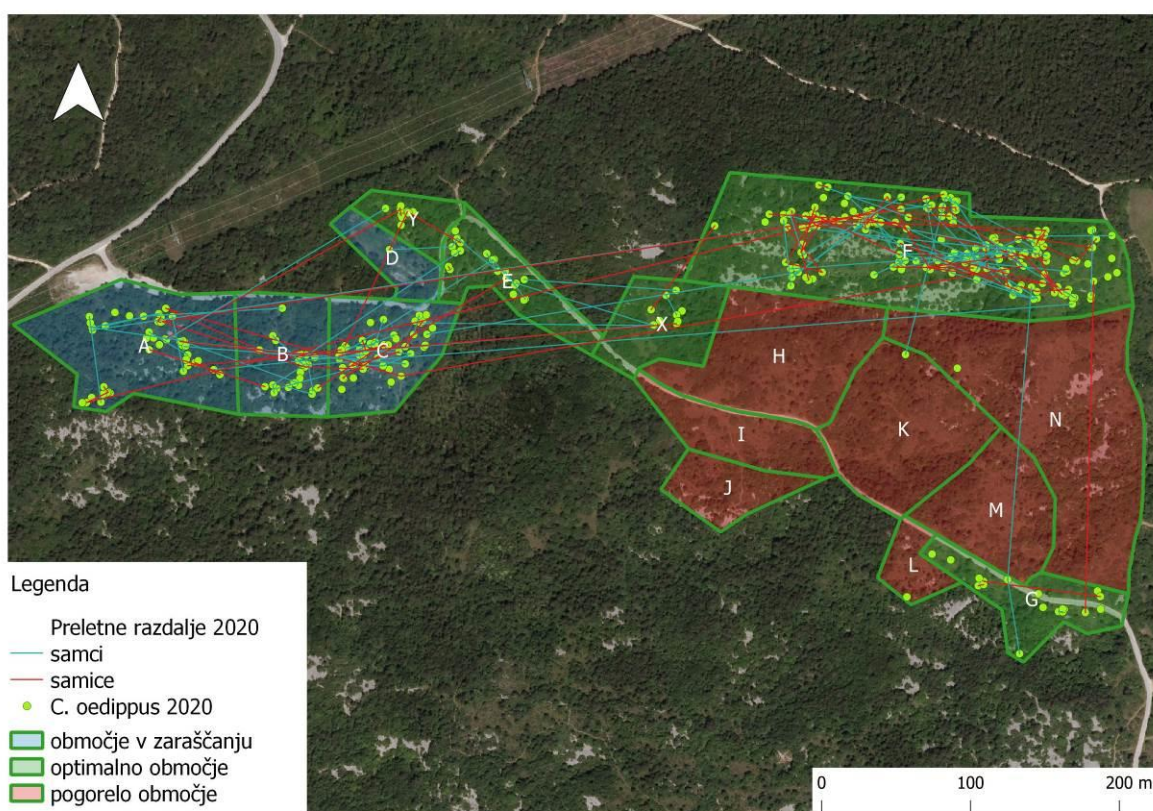
Zabeležili smo statistično značilne razlike v vedenju (počitek in let) med spoloma ($LR = 12,958$, $df = 1$, $p < 0,001$). Izračune vedenja prilagamo v Prilogi D. Ob neupoštevanju redkih vedenj (prehranjevanje in kopula) smo ugotovili, da samci letajo več ($SR = 1,1$, $p > 0,05$) in počivajo manj ($SR = -2,4$, $p < 0,05$), samice pa letajo manj ($SR = -1,0$, $p < 0,05$) in počivajo pogosteje ($SR = 2,2$, $p > 0,05$), kot bi pričakovali ob predpostavki, da razlik v vedenju med spoloma ni.

Zabeležili smo tudi nekatere statistične razlike v vedenju med samci in samicami glede na del letalne sezone (Izračuni v Prilogi D). Medtem ko se statistična razlika v vedenju na račun počitka pri samcih in samicah v prvi ali drugi polovici letalne sezone ni pokazala ($SR < |2,0|$, $p > 0,05$), pa smo tako statistično značilno razliko ugotovili za letenje ($LR = 34,972$, $df = 1$, $p < 0,001$). Samci v prvi polovici sezone letajo več ($SR = 3,1$, $p > 0,05$), v drugi polovici pa manj ($SR = -2,7$, $p < 0,05$), kot bi pričakovali ob predpostavki, da te razlike med obema polovicama sezone ni. Za samice velja obratno, v prvi polovici sezone letajo manj ($SR = -3,1$, $p < 0,05$) in v drugi polovici več ($SR = 2,7$, $p > 0,05$), kot bi pričakovali.

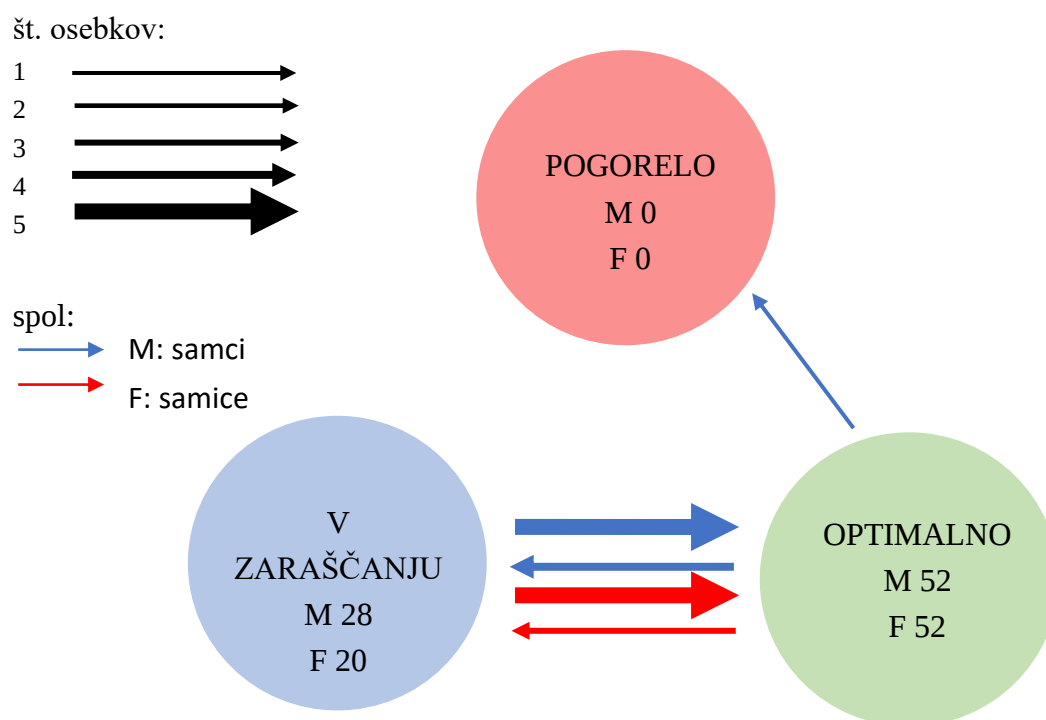
3.3 Preletne razdalje

Preletne razdalje smo zabeležili tako znotraj kot med posameznimi območji (območje v zaraščanju, optimalno območje, pogorelo območje; Slika 12). Skupaj je bilo 171 preletov, od tega 90 preletov samcev in 81 preletov samic. Znotraj območja zaraščanja je bilo 28 preletov pri samcih in 20 pri samicah. Znotraj optimalnega območja je bilo 52 preletov pri samcih in prav tako 52 pri samicah. Znotraj pogorelega območja nismo zaznali preletov barjanskega okarčka. Precej manj preletov smo zabeležili med posameznimi območji. Z območja zaraščanja v optimalno območje smo zabeležili 5 preletov pri samcih in prav tako 5 pri samicah, z optimalnega območja na območje zaraščanja pa 4 prelete pri samcih in 3 pri samicah. Zabeležili smo zgolj en prelet samca z optimalnega območja na pogorelo območje (Slika 13).

Največ preletov je bilo zabeleženih znotraj največje krpe optimalnega območja – krpe F. Tam smo zabeležili 42 preletov samcev in 44 samic (skupaj znotraj krpe F 50,3 % vseh preletov). Iz krpe F v katero koli drugo krpo smo zabeležili prelete dveh samcev in ene samice, od drugega v krpo F pa prelete dveh samcev in štirih samic.

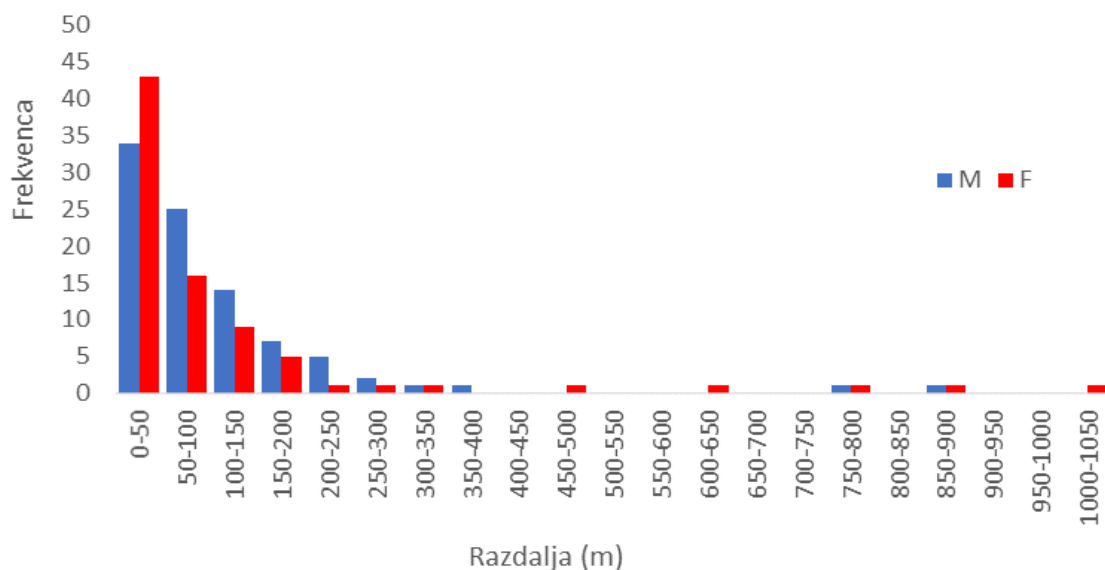


Slika 12: Lokacije ujetih osebkov, ločeno po spolu in njihovi preleti znotraj območja monitoringa na Cerju v letu 2020.



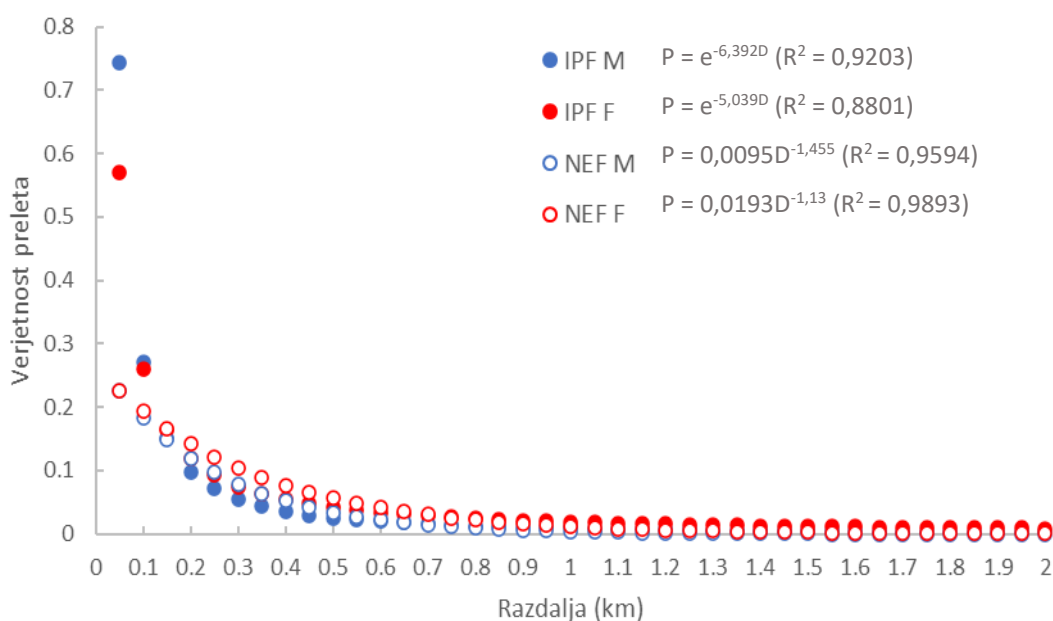
Slika 13: Preleti živali znotraj posameznih območij, prikazano v krogih in med njimi, prikazano z različno debelino puščic.

Skupaj je bilo ponovno ujetih 52 samcev in 49 samic, ki smo jih ponovno ujeli dva do devetkrat. Največ preletov samcev in samic je bilo krajših od 50 m, z daljšo razdaljo pa je število preletov upadalo (Slika 14). Povprečna razdalja preletov pri samcih (AVG $\pm$ SD: 107 m $\pm$ 132 m) in samicah (AVG $\pm$ SD: 107 m $\pm$ 185,5 m) ni statistično značilno različna (t-test, $p > 0,05$). Najdaljša zabeležena razdalja preleta na območju monitoringa pri samcih je bila 855 m in najkrajša 3,9 m. Najdaljša zabeležena razdalja preleta pri samicah pa 889 m in najkrajša 1,2 m znotraj raziskovanega območja. Zabeležili smo tudi najdaljši prelet samice, ki je odletela izven območja monitoringa, in sicer 1010,2 m južno od zadnjega ulova na območju monitoringa. To samico smo ulovili v okviru podobne MRR raziskave te vrste tekom iste sezone na območju sistema razdrobljenih krp pri Opatjem selu (Kržič, ustno).



Slika 14: Preletne razdalje za samce (modri stolpci) in samice (rdeči stolpci) med zaporednimi ulovi, razdeljenimi v razrede s širino intervala 50 m.

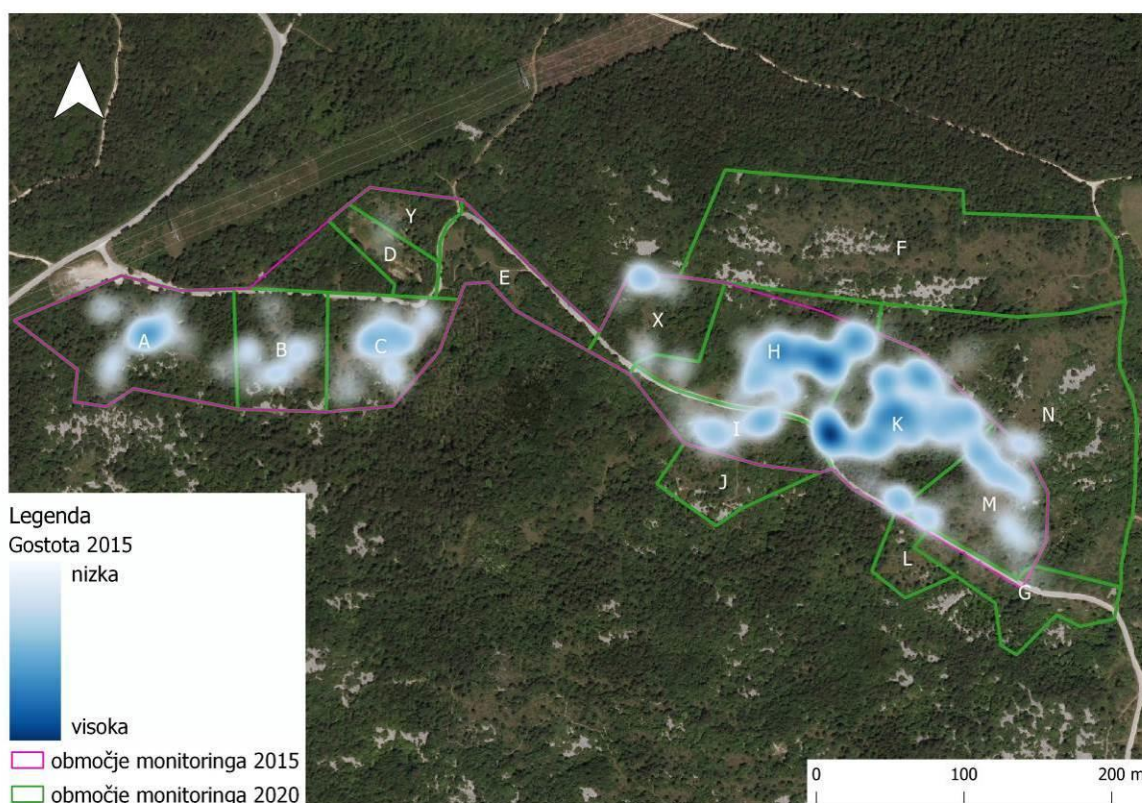
Obe različici funkcije NEF in funkcija IPF za izračun verjetnosti razdalje preletov se prilagajajo podatkom tako za samce kot za samice, a zaradi podobnih rezultatov obeh različic za funkcijo NEF prikazujemo le rezultate osnovne različice ($p < 0,001$). Enačba nekorrigirane različice za NEF pri samcih je $P = e^{-6,392D}$ in pri samicah $P = e^{-5,039D}$ (Slika 15). Pričakovana razdalja (D') med posameznimi ulovi je za samce 238 m in za samice 324 m. IPF enačba za samce je $P = 0,0095D^{-1,455}$ in za samice $P = 0,0193D^{-1,13}$ (Slika 15). Izračuni verjetnosti preletov za določene razdalje so povzeti v Prilogi E. NEF funkcija predvideva, da 3 % samcev doseže razdaljo 500 m, medtem ko jih 1 % doseže 750 m. Pri samicah pa NEF funkcija predvideva, da 3 % samic doseže razdaljo 700 m, 1 % samic pa 1,05 km. IPF funkcija predpostavlja, da 3 % samcev preleti razdaljo do 450 m in 1 % samcev skoraj 1 km. Pri samicah pa IPF funkcija predpostavlja, da 3 % samic doseže 650 m in 1 % samic 1,75 km.



Slika 15: Verjetnost preleta samcev in samic barjanskega okarčka (*C. oedippus*) za določeno razdaljo, izpeljano iz NEF in IPF funkcij, ki temeljita na razdaljah med zaporednimi ulovi (v enačbi predstavlja P verjetnost preleta na določeni razdalji, D).

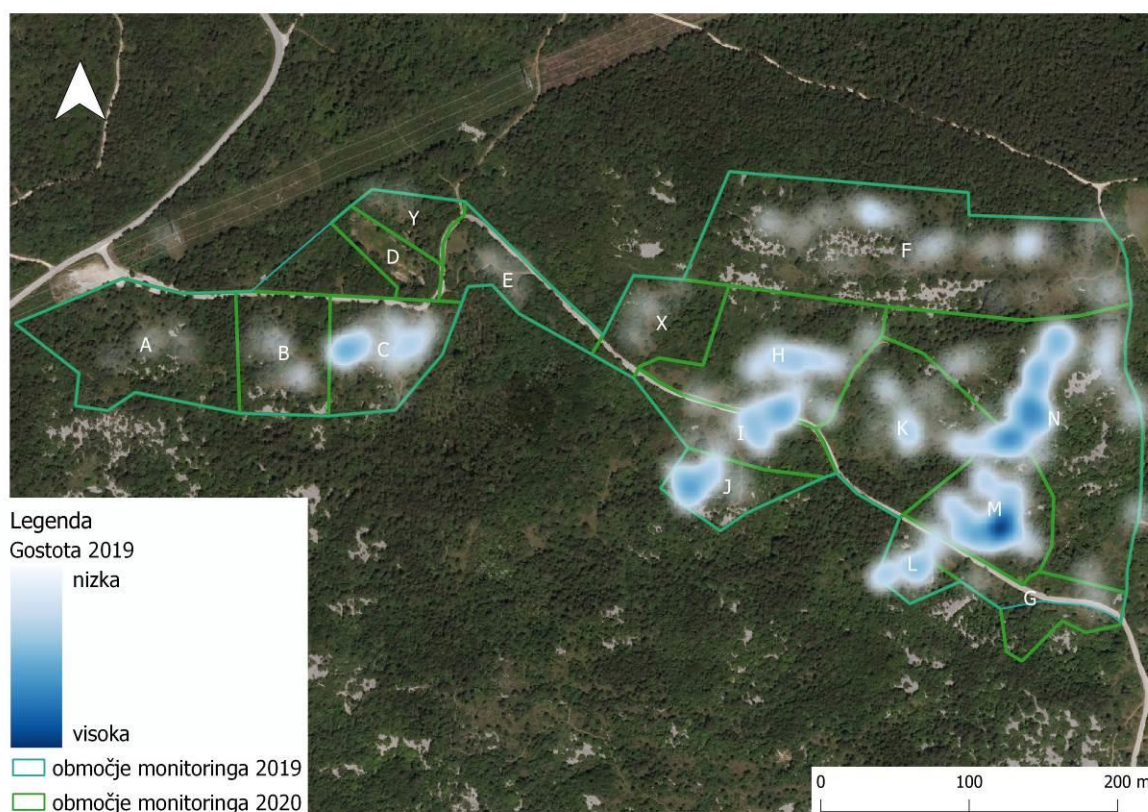
3.4 Gostota

Kernelska gostota barjanskega okarčka se v preteklih sezonah monitoringa (2015 in 2019) močno razlikuje od zgostitve iz leta naše raziskave neposredno po požaru (2020). Ob upoštevanju nekoliko spremenjenih mej območja monitoringa med omenjenimi leti opazimo, da so se največje zgostitve vrste v letu 2015 pojavljale ravno na habitatnih krpah H, I, K in M (krpe J, L in N to leto niso bile vključene v raziskavo) (Slika 16), ki jih je tik po letalni sezoni 2019 prizadel požar in ki so bile takrat še optimalne. Na teh krpah so leta 2015 zabeležili kar tri četrtine (73,51 %) vseh ulovov (♂ 177/♀ 106). Nekoliko manjša zgostitev je bila takrat na zaraščajočem območju, na habitatnih krpah A, B, C in D, kjer je število ulovov predstavljalo 22,6 % (♂ 52/♀ 35). Na trenutno optimalnem območju (krpi X in Y, krpi G in F to leto nista bili vključeni v raziskavo) je bilo zgolj 3,9 % vseh ulovov (♂ 5/♀ 10).



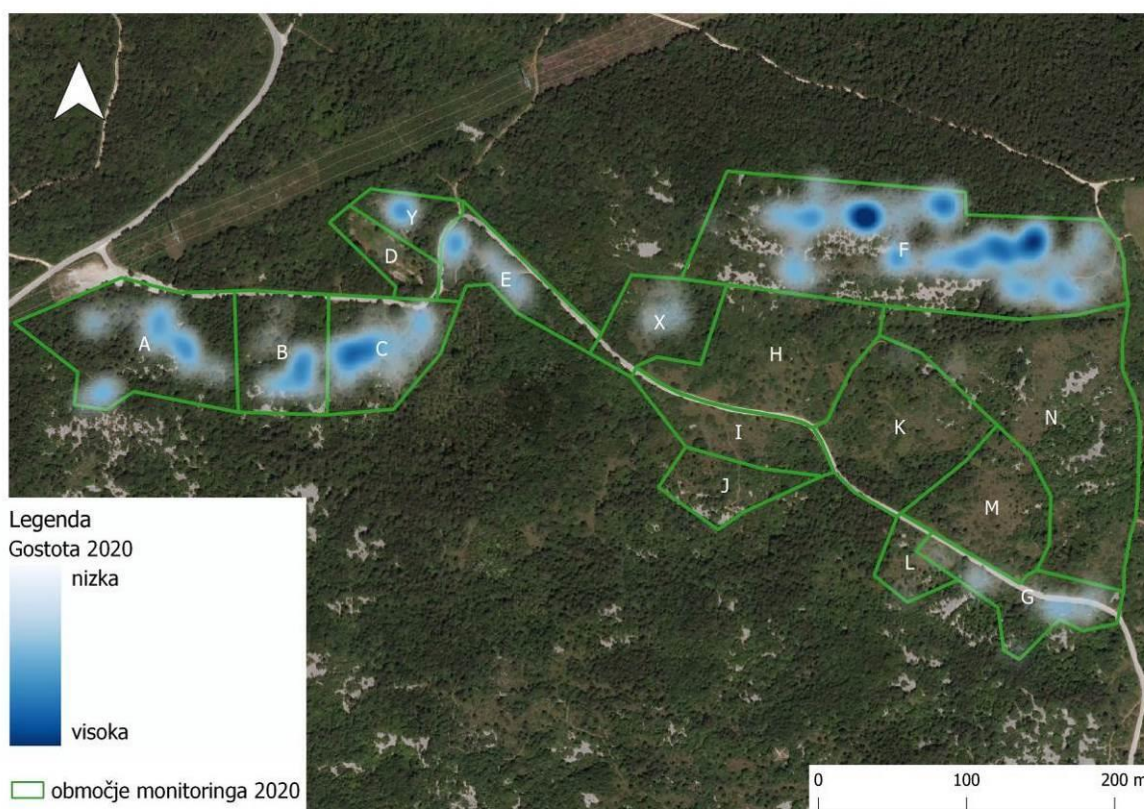
Slika 16: Zgostitve (barvne lise) barjanskih okarčkov po metodi kernelske gostote v letu 2015. Večja intenziteta barve (temno modra) predstavlja območje z večjo zgostitvijo.

Monitoring izbranih ciljnih vrst je v letu 2019 potekal tik pred požarom in na razširjenem delu, ki vključuje tudi krpe F, G, J, L in N (Slika 17). Največja zgostitev metuljev v tem letu je bila prav tako na kasneje pogorelem območju (krpe H, I, J, K, L, M in N). Tu je bilo 73,07 % vseh ulovov (♂ 254/♀ 96). Na zaraščajočem območju je bila največja zgostitev na krpah B in C, tu je bilo 11,69 % vseh ulovov (♂ 36/♀ 20). Krpi A in D sta predstavljali območje manjše zgostitve. Na v letu 2020 optimalnem območju (krpe E, F, del G, X in Y), pa je bilo 15,24 % vseh ulovov (♂ 53/♀ 20).



Slika 17: Zgostitve (barvne lise) barjanskih okarčkov po metodi kernelske gostote v letu 2019. Večja intenziteta barve (temno modra) predstavlja območje z večjo zgostitvijo.

V letu 2020 je monitoring potekal na enakem območju kot leta 2019 tik pred požarom (Slika 18). Največja zgostitev je bila v tem letu na optimalnem območju (krpe E, F, G, X in Y) s 66,67 % vseh ulovov (♂ 111/♀ 145). Sledilo je zaraščajoče območje (krpe A, B in C), kjer je bilo 32,55 % vseh ulovov (♂ 64/♀ 61). Na krpi D smo ujeli zgolj enega samca. Na pogorelem območju, ki je v preteklih letih predstavljalo optimalen habitat, nismo zaznali zgostitev. Zabeležili smo zgolj tri živali (0,78 % vseh ulovov), ki so bili ulovljeni na obrobju požara. V tem letu so zgostitve bolj intenzivne, saj je bilo vseh ulovov bistveno manj kot v preteklih letih.



Slika 18: Zgostitve (barvne lise) barjanskih okarčkov po metodi kernelske gostote v prvi sezoni po požaru (2020), kjer so bile prizadete habitatne krpe H–N. Večja intenziteta barve (temno modra) predstavlja območje z večjo zgostitvijo.

4 RAZPRAVA

4.1 Demografski parametri

Že na podlagi visokega odstotka ponovnih ulovov (47,2 %) sklepamo, da živali na območju monitoringa v letu 2020 ni bilo veliko. To potrjuje tudi skupna ocena velikosti populacije, ki le malo presega število dejansko ujetih živali. Glede na obsežen požar, ki je tamkajšnjo populacijo neposredno prizadel, tak rezultat ni presenetljiv. Dokaj presenetljiva razlika med našimi rezultati in rezultati podobnih raziskav barjanskega okarčka (Čelik in sod. 2009b; Bonelli in sod. 2010; Örvössy in sod. 2013; Verovnik in sod. 2015; Čelik in sod. 2018; Zakšek in sod. 2019; Čelik 2020) pa je ta, da smo ugotovili nagib spolnega razmerja v prid samicam, pri čemer je v letu 2020 tudi ulovljivost samic presegala ulovljivost samcev. Kljub temu je bilo ponovno ujetih več samcev kot samic. Podobno navajajo tudi za Madžarsko, kjer so v letu 2006 označili več samic kot samcev, vendar je bilo za razliko od naše raziskave tam več samic tudi ponovno ujetih (Örvössy in sod. 2010).

Kljub temu, da smo na proučevanem območju že prvi uspešni terenski dan označili samico, smo opazili za vrsto značilno protandrijo, saj so v prvi polovici letalne sezone prevladovali samci, samice pa so prevladovale kasneje. Podobno navajajo tudi za Ljubljansko barje (Čelik 2004; Čelik in sod. 2009b) in Madžarsko (Örvössy in sod. 2010), kjer so se najprej pojavili samci nato samice.

Ocena velikosti barjanskega okarčka na Cerju z leti upada (Tabela 7), čeprav v primerjavo zaradi dolgotrajnih slabih vremenskih razmer in bistveno večjega območja monitoringa nismo vključili tudi prvega monitoringa iz leta 2009, ko je bila velikost populacije na enkrat večjem območju kot leta 2019 in 2020 ocenjena z metodo s faktorjem na 505 živali (95 % interval zaupanja 452–582) oz. z metodo po Wattu in sod. (1977) na 735 živali (95 % interval zaupanja 548–922; gl. Verovnik in sod 2009). V letu 2015 je bila ocena velikosti populacije na območju velikem 0,583, območja iz let 2019 in 2020 629 živali (95 % interval zaupanja 312–946), leta 2019 pa na enakem območju kot leta 2020 597 živali (95 % interval zaupanja 237–1009). Podobno velike populacije so v letu 2018 ocenili na Ljubljanskem barju, 583 živali (Čelik in sod. 2018), ko je bila ta v obdobju predhodnih šestih let največja (Čelik 2020). Te ocene so podobne tudi ocenam velikosti populacije v sistemu pretežno suhih travnišč hrvaške Istre za leto 2002, kjer so ocenili velikost populacije na 690 živali (Šašić 2010). V letu 2020 je bila ocena velikosti populacije na manjšem območju občutno nižja, in sicer le 147 živali (♂ 54 živali, 95 % interval zaupanja 51–68; ♀ 93 živali, 95 % interval zaupanja 74–135), na večjem območju pa 264 živali (♂ 108 živali, 95 % interval zaupanja 100–124; ♀ 156 živali, 95 % interval zaupanja 143–179). Ocena velikosti populacije na Ljubljanskem barju se je v letih 2019 in 2020 glede na monitoring

prejšnjih let prav tako znatno zmanjšala. V letu 2019 so ocenili velikost na 386 metuljev (♂ 245 živali, 95 % interval zaupanja 229–270; ♀ 141 živali, 95 % interval zaupanja 127–165), leta 2020 pa 286 metuljev (♂ 159 živali, 95 % interval zaupanja 145–181; ♀ 127 živali, 95 % interval zaupanja 114–148) (Čelik 2020). Podobno nizke ocene so imeli tudi na Madžarskem, kjer so leta 2005 ocenili velikost populacije na 137 živali (♂ 68 živali, ♀ 69 živali), leta 2006 je bila ocena nekoliko višja 273 živali (♂ 116 živali, ♀ 157 živali), leta 2007 pa je ponovno upadla, in sicer na okoli 212 živali (Örvösy in sod. 2010).

Povprečna pričakovana življenjska doba za leto 2020 je bila za oba spola enaka in ocenjena na 4,1 dni, kar je precej manj, kot je bila pričakovana življenjska doba na Ljubljanskem barju (za samce 9 dni, za samice 12 dni; Čelik in Verovnik 2010). To bi lahko bila posledica manj kvalitetnih hranilnih rastlin na suhih traviščih (gl. Uvod) ali posredna posledica požara, a so podobno nizke ocene ugotovili tudi na vlažnih habitatih na Madžarskem, kjer je v letu 2007 povprečna pričakovana življenjska doba barjanskega okarčka znašala 3,95 dni tako za samce kot za samice in je z leti upadla. Med leti 2005 in 2006 je ta znašala za samce od 5 do 6 dni in za samice od 7 do 9 dni. Upad pri samicah lahko vpliva na zmanjšanje števila odloženih jajčec, saj so časovno bolj omejene, zaradi česar pa so naslednje generacije in dolgoročno preživetje populacije negotove. Razlogi so lahko tudi krčenje primerne habitatne razmere in naravne nesreče (Örvösy in sod. 2010).

Tudi najdaljša opažena življenjska doba (16 dni za samce in 14 dni za samice) je na suhih traviščih Cerja v primerjavi z Ljubljanskim barjem (18 dni za samce in 26 dni za samice; Čelik 2004) nekoliko nižja in se opazi predvsem pri samicah, kar verjetno vpliva na čas, ki ga ima samica na voljo za iskanje primerne ovipozicijskega mesta po oploditvi.

4.2 Vedenje

Hranjenje pri metuljih barjanskega okarčka je redko opaženo vedenje, vendar se prehranjujejo samice pogosteje kot samci (Čelik 1997, cit. po Čelik in Verovnik 2010). V naši raziskavi smo redkost tega pojava potrdili, saj smo zaznali en primer samca, ki se je hranil na vrbovolistnem prmožku iz družine nebinovk (Asteraceae). Hranjenje barjanskega okarčka na vrbovolistnem omanu (*Inula salicina*) iz družine nebinovk so zaznali tudi na Hrvaškem (Šašić 2010).

Najbolj izrazita razlika v vedenju med spoloma je ta, da samci letajo več, samice pa več časa počivajo (Čelik 2004; Čelik in sod. 2009b; Lisjak 2015). Ugotovili smo, da samci bolj aktivno letajo v prvi polovici letalne sezone in manj v drugi polovici, ko je zaradi protandrije njihovo število bistveno manjše. Vedenje samic pa je ravno obratno, letajo

manj v prvi polovici in so bolj aktivne v drugi polovici letalne sezone, ko številčno prevladujejo, glede na višek parametra vstopa samic v populacijo, ki v sezoni nastopi relativno pozno. Samci na začetku sezone več patrolirajo in iščejo samice, samice pa proti koncu sezone iščejo primerna mesta in odlagajajo jajčeca (Čelik in sod. 2009b).

4.3 Preletne razdalje

Celotno območje lahko obravnavamo kot enotno populacijo, saj smo zabeležili prelete med vsemi deli območja monitoringa (Slika 12). Največ preletov smo zaznali znotraj ali med sosednjimi habitatnimi krpami in od tega največ pri samcih. To potrjuje ugotovitve raziskav na Ljubljanskem barju, da so ti metulji malo mobilni in da imajo samci večji migracijski potencial od samic (Čelik 2004; Čelik in sod. 2009b).

Znotraj pogorelega območja nismo zaznali nobenih preletov, zgolj en osebek je migriral s sosednje optimalne krpe na krpo, ki je pogorela. Potrdimo lahko, da v prvi letalni sezoni po požaru požarišče ni primeren habitat za barjanskega okarčka.

Prevladovala so kratke preletne razdalje (do 50 m), kar še dodatno potrjuje, da je ta vrsta slabo mobilna. Povprečna razdalja preletov samcev in samic je bila 107 m, kar sicer presega povprečne razdalje, zabeležene na Ljubljanskem barju (samci 57 m, samice 40 m) (Čelik in sod. 2009b). Najdaljša opažena razdalja je bila 854,7 m pri samcih in 888,5 m pri samicah. Ustrezne razdalje na Ljubljanskem barju so nižje (399 m za samce in 252 m za samice; Čelik in sod. 2009b). O krajših razdaljah poročajo tudi iz Italije (Bonelli in sod. 2010) in Madžarske, kjer so samo samci dosegli daljše opažene razdalje do 5,8 km (Örvösy in sod. 2013). Vendar je sposobnost zaznave preletov krp na terenu odvisna tudi od sistema proučevanih krp, njihovih velikosti ter medsebojnih razdalj in matriksa med njimi (Nowicki in sod. 2013), morda pa tudi vplivov, kot so požari ali druge naravne nesreče. Pri strašničnem mravljiščarju so ugotovili, da večja izoliranost habitatnih krp z vmesnim manj ustreznim ali neustreznim matriksom spodbuja sicer maloštevilne živali (zlasti samice) k daljšim, a tveganim letom (Nowicki in sod. 2013). Morda je podoben učinek v našem primeru na to vrsto imel požar leta 2019, zato večinoma daljše opažene preletne razdalje v že tako razdrobljenem habitatu severozahodnega dela Krasa, kot jih navajajo drugi avtorji, morda niso presenetljive.

Nenavadna razlika med našimi rezultati in rezultati drugih raziskav barjanskega okarčka je ta, da samice na Cerju v povprečju preletijo daljše razdalje kot samci. To potrjujeta tudi NEF in IPF funkciji. Obe funkciji namreč napovedujeta večjo verjetnost za daljše prelete pri samicah kot pri samcih, s tem da IPF napoveduje nekoliko večjo verjetnost daljših preletov kot funkcija NEF, kar je skladno s predpostavko, da IPF bolje predvidi daljše in

redke prelete kot NEF (Baguette in sod. 2000; Baguette 2003). Daljše prelete samic lahko povežemo z iskanjem primernih mest za odlaganje jajčec v nestabilnem okolju uničenem v požaru.

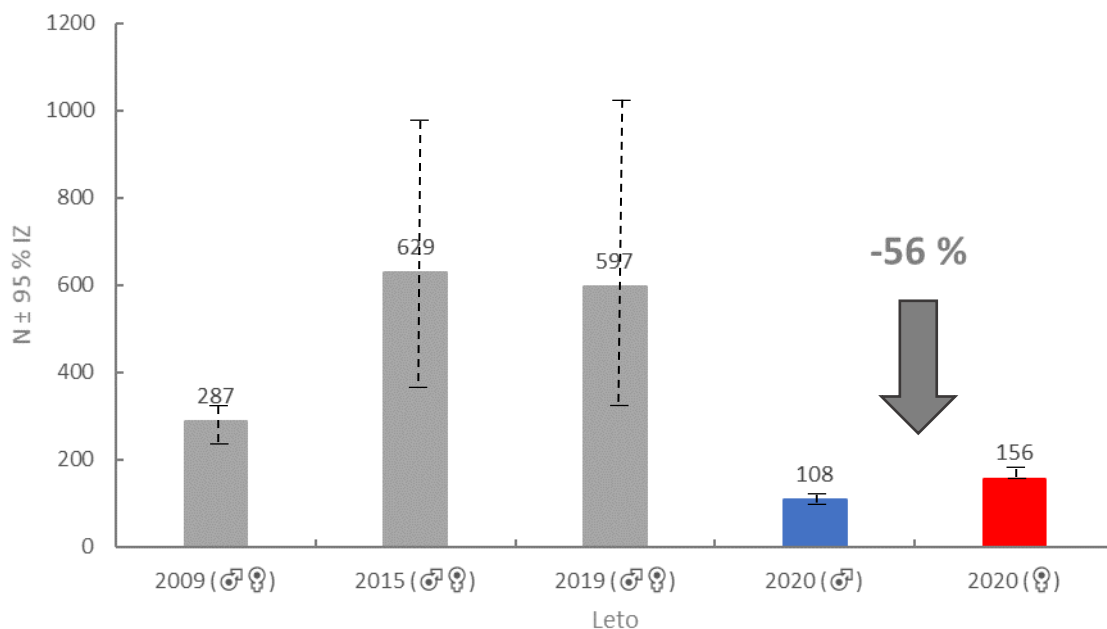
4.4 Vpliv požara ter zaraščanje habitata

Največje zgostitve metuljev so bile v letih 2015 in 2019 prav na po sezoni 2019 pogorelem območju (obakrat so na tem območju našli in označili približno $\frac{3}{4}$ vseh živali), kar kaže na to, da je bil v požaru prizadet ravno najbolj primeren del habitata za to vrsto. Na zaraščajočem območju v letu 2019 je delež ulovov (11,69 %) glede na leto 2015 upadel za približno dvakrat (22,6 % vseh ulovov). Žal popisov vegetacije za pretekla leta nimamo, lahko pa sklepamo, da se je primernost habitata v zaraščajočem območju v tem obdobju poslabšala, verjetno predvsem na račun močne razrasti invazivne lesne vrste veliki pajesen (*A. altissima*), ki se razrašča vsaj že od leta 2009 (Čelik, ustno). Gosti in visoki sestoji za barjanskega okarčka niso primeren habitat, saj zmanjšujejo prisotnost zeliščne plasti, ki predstavlja ključno okolje za življenjske funkcije te vrste (parjenje, odlaganje jajčec, prehranjevanje in zabubljanje), hkrati pa taki gosti sestoji otežujejo prelete, kar zmanjšuje število uspešnih parjenj (Čelik in sod. 2018).

V letu 2020 je bila največja zgostitev (66,67 % vseh ulovov) na trenutno optimalnem območju (predvsem na krpi F), kjer je bil habitat za barjanskega okarčka v tistem letu najbolj primeren. Gre za polodprta rastišča z grmovjem v začetni fazi zaraščanja (Čelik in Verovnik 2010; Šašić 2010), ki zagotavljajo primerno mikroklimo v vročih poletjih (Örvössy in sod. 2013). V zaraščajočem območju smo v primerjavi s preteklimi leti sicer zaznali največjo zgostitev (32,55 % vseh ulovov), kljub temu da primernost habitata krči invazivna tujerodna vrsta, a je tak rezultat lahko tudi posledica večjega napora vzorčenja v primerjavi s predhodnimi leti, ko je monitoring celega območja vsakič izvajal le po en popisovalec. Na pogorelem območju zgostitev živali sploh ni bilo, s čimer lahko ponovno potrdimo neustreznost habitata za barjanskega okarčka na tem območju v letu 2020. Sklepamo lahko tudi, da malo mobilne gosenice, ki so se razvijale avgusta 2019 v času požara, niso preživele, saj smo vse tri metulje ulovili ali na robu požarišča ali pa so prileteli na območje od drugod oz. so območje verjetno le preleteli (gl. Sliko 12). Na terenu smo tudi opazili, da je pogorel celoten vegetacijski pokrov, kar pomeni, da gosenic ni mogel zaščititi listni opad ali ostanki zeliščne plasti. Pomembnost navzočnosti opada in zeliščne plasti vegetacije za začetne razvojne stadije so namreč potrdile že predhodne raziskave (Čelik in sod. 2015; Čelik in sod. v pripravi).

Nihanje (v večini primerov gre za upad) velikosti populacij na različnih delih areala in v različnih habitatih vrste verjetno lahko pripišemo predvsem slabšanju okoljskih razmer (gl.

Zupan in sod. 2020), a gre razlog za velik upad (Slika 19) na območju Cerja iz leta 2019 v letu 2020 iskati predvsem v neposredni škodi, ki jo je povzročil požar leta 2019.



Slika 19: Ocene velikosti populacije (N) s 95 % intervalom zaupanja (IZ) na prekrivajočem se območju monitoringov barjanskega okarčka na pobočju Cerja v obdobju od 2009 do 2020 (Prekrivajoče se območje ustreza območju za leto 2015 na Sliki 8). Sivi stolpci označujejo ocene velikosti za oba spola skupaj, za leto 2020 so rezultati prikazani ločeno za samce (♂ modri stolpec) in samice (♀ rdeči stolpec). Puščica in odstotek prikazujeta upad velikosti populacije v letu 2020 glede na leto 2019.

4.5 Identifikacija groženj in naravovarstvene smernice

Severozahodni del Krasa, kot tudi deli Istre in Goriških Brd, se srečujejo s podobno problematiko neprimernosti življenjskega prostora. Ta je neustrezen predvsem zaradi zaraščanja in ogozdovanja opuščenih suhih travnikov. Barjanskemu okarčku ustreza habitat, ki je v začetni stopnji sukcesije, vendar se z višjim in gostejšim drevesnim sestojem primernost habitata zmanjšuje, s tem pa ogroženost vrste povečuje (Čelik in Verovnik 2010; Šašić 2010; Veble in Brečko Grubar 2016). Podobno je tudi z invazivnimi vrstami, ki vse bolj posegajo v habitat in izpodrivajo domorodne vrste, hkrati pa so grožnja celotni biotski raznovrstnosti (Kutnar in sod. 2020). Na drugi strani neprimeren življenjski prostor in upad biotske raznovrstnosti povzročajo naravne nesreče, povod zanje pa je pogosto neprimerno gospodarjenje človeka z naravnimi danostmi (Veble in Brečko Grubar 2016). Na raziskovanem območju lahko potrdimo vse omenjene grožnje, med katerimi sta med izrazitejšimi zaraščanje z invazivno tujerodno vrsto velikim pajesenom in vse večja požarna ogroženost območja. Požarna ogroženost je vedno večja grožnja zaradi podnebnih sprememb, višjih temperatur ozračja in pomanjkanja padavin v sušnih mesecih, zato je

potreben temeljit načrt varstva gozdov pred požari, ki ga izdela ZGS (Jakša 2006). Za varstvo barjanskega okarčka na Cerju je nujno vzpostaviti primerno upravljanje z obstoječimi habitatnimi območji in izvajati aktivne ukrepe za ohranjanje vrste. Predvsem je potrebno:

- trajno gospodariti z gozdovi (uporaba lesne biomase, ohranjanje predelave lesa in lesne industrije),
- varovati pred vse večjo požarno ogroženostjo v sušnih mesecih,
- vzdrževati protipožarno infrastrukturo v gozdovih (gozdne ceste, protipožarne preseke in protipožarne steze),
- vzdrževati začetne faze zaraščanja travnikov,
- čistiti in odstranjevati odvečno lesno vegetacijo, predvsem grmičevje,
- aktivno odstranjevati invazivne vrste, predvsem velikega pajesena na območjih, ki zapira habitat barjanskega okarčka,
- naprej spremljati stanje vrste z izvajanjem rednega monitoringa velikosti populacije, monitoringa razširjenosti vrste in stanje habitata,
- odkrivati in upravljati nova območja,
- ozaveščati o pomenu in ogroženosti tako vrste kot življenjskega okolja ter sodelovati z lokalno skupnostjo.

5 ZAKLJUČEK

Namen magistrske naloge je bil ovrednotiti stanje populacije barjanskega okarčka na suhih zaraščajočih se traviščih na planoti Cerje po požaru avgusta 2019. Ocenili smo velikost lokalne populacije in primerjali rezultate s preteklimi leti, ko se je izvajal monitoring. Hkrati smo ocenili tudi primernost življenjskega prostora in primerjali pogorelo območje z območjem, ki ga požar ni zajel (vključno z območjem v zaraščanju z invazivnim velikim pajesenom), ter skušali najti razloge za razlike med temi območji.

Z raziskavo smo tako prišli do sledečih ugotovitev:

H₁: Število označenih živali je bilo bistveno manjše, kot v letih pred požarom, saj smo označili 2-krat manj živali kot na enako velikem območju zadnjo sezono pred požarom.

H₂: Na pogorelem območju smo ujeli le tri živali, med katerimi sta bili dve ujeti neposredno ob robu požarišča, en osebek pa je tja priletel iz sosednjega optimalnega območja. Tako smo na tem območju zaznali najmanjše število barjanskih okarčkov vse od začetka monitoringa leta 2009.

H₃: Ocena velikosti populacije barjanskega okarčka je na primerljivo velikem območju občutno manjša kot v preteklih letih. S tem smo ugotovili, da je požar neposredno in negativno vplival na številčnost lokalne populacije.

H₄: Pri obeh spolih smo zabeležili največ kratkih (< 50 m) preletov, kar potrjuje, da je vrsta malo mobilna in ima manjšo sposobnost disperzije. Vendar so bile največje zabeležene preletne razdalje daljše kot na drugih območjih (gl. razpravo), kar lahko pomeni, da razdrobljenost habitata na Cerju morda živali sili k daljšim, bolj tveganim preletom.

H₅: Pretežni del metuljev je bil zgoščen na v letu 2020 optimalnem območju, preostali del pa na območju v zaraščanju, ki je imel glede na delež ulovov večjo zgostitev kot pretekla leta. Kljub temu se slednje precej hitro zarašča z invazivno vrsto velikim pajesenom in barjanskemu okarčku zapira ustrezen habitat.

Pobočja Cerja na severozahodnem delu Krasa predstavljajo eno izmed najpomembnejših in ključnih območij za obstoj barjanskega okarčka na suhih zaraščajočih se traviščih pri nas. Vrsta ima specifičen življenjski prostor v Sloveniji, saj jo najdemo tako na suhih kot mokrotnih traviščih. Na slednjih je narejenih že veliko raziskav, na suhih zaraščajočih se travnikih pa precej manj. Zato je smiselno spremljati njegovo stanje in stanje kakovosti habitata po požaru še v bodoče.

Njegovo stanje je v Sloveniji neugodno, kljub temu da pri nas naseljuje raznolika življenjska okolja. Tako na mokrotnih kot suhih traviščih v Sloveniji ga ogrožajo predvsem

različni antropogeni dejavniki. Na suhih traviščih Krasa je potrebno opozarjati na vse večjo požarno ogroženost v sušnih mesecih in s tem ozaveščati ter izobraževati tako lokalne skupnosti kot širše javnosti tudi o pomenu barjanskega okarčka in zavarovanju ogroženih vrst na obeh tipih travišč, pri čemer barjanski okarček kot ključna vrsta lahko pri ozaveščanju igra pomembno vlogo.

6 LITERATURA IN VIRI

Baguette M., Petit S., Queva F. 2000. Population spatial structure and migration of three butterfly species within the same habitat network: consequences for conservation. *Journal of Applied Ecology* 37: 100-108.

Baguette M. 2003. Long distance dispersal and landscape occupancy in a metapopulation of the cranberry fritillary butterfly. *Ecography* 26: 153-160.

Belec B., Fridl J., Gabrovec M., Hrvatin M., Kert B., Kladnik D., Lovrenčak F., Mihelič L., Mihevc A., Mihevc B., Mrak Pestotnik J., Natek M., Natek M., Olas L., Orožen Adamič M., Pak M., Pavlin B., Pavšek M., Pelc S., Perko D., Plut D., Počkaj Horvat D., Požeš M., Rejec Brancelj I., Repolusk P., Šebenik I., Topole M., Urbanc M., Vovk A., Zupančič J., Žibernik I. 1998. Slovenija: pokrajine in ljudje. Ljubljana, Mladinska knjiga.

Bonelli S., Canterino S., Balletto E. 2010. Ecology of *Coenonympha oedippus* (FABRICIUS, 1787) (Lepidoptera: Nymphalidae) in Italy. *Oedippus* 26: 25-30.

Bräu M., Dolek M., Stettmer C. 2010. Habitat requirements, larval development and food preferences of the German population of the False Ringlet *Coenonympha oedippus* (FABRICIUS, 1787) (Lepidoptera: Nymphalidae) – Research on the ecological needs to develop management tools. *Oedippus* 26: 41-51.

Burnham K. P., Anderson D. R. 2002. Model Selection and Multimodel Inference. A Practical Information – Theoretic Approach. Springer, New York: 488.

Čelik T. 2004. Population dynamics of endangered species *Coenonympha oedippus* Fabricius, 1787 (Lepidoptera: Satyridae) on the Ljubljansko barje (Slovenia). *Acta Entomologica Slovenica* 12 (1): 99-114.

Čelik T., Verovnik R., Gomboc S., Lasan M. 2005. NATURA 2000 v Sloveniji: Metulji (Lepidoptera). Založba ZRC, ZRC SAZU, Ljubljana: 288.

Čelik T. 2007. Dnevni metulji (Lep.: Papilionoidea in Hesperioidea) kot bioindikatorji za ekološko in naravovarstveno vrednotenje Planinskega polja. *Varstvo narave* 20: 83-105.

Čelik T., Vreš B., Seliškar A. 2009a. Determinants of within-patch microdistribution and movements of endangered butterfly *Coenonympha oedippus* (Fabricius, 1787) (Nymphalidae: Satyrinae). *Hacquetia* 8/2: 115-128.

Čelik T., Vreš B., Seliškar A. 2009b. Ocena stanja populacij in habitatov ter predlog monitoringa za ogrožene vrste barjanski okarček (*Coenonympha oedippus*), močvirski tulipan (*Fritillaria meleagris*) in Loeselova grezovka (*Liparis loeselii*) na Ljubljanskem barju. Kočno poročilo. Biološki inštitut Jovana Hadžija ZRC SAZU, Ljubljana: 67.

Čelik T., Verovnik R. 2010. Distribution, habitat preferences and population ecology of the False Ringlet *Coenonympha oedippus* (FABRICIUS, 1787) (Lepidoptera: Nymphalidae) in Slovenia. *Oedippus* 26: 7-15.

Čelik T. 2013. Oviposition preferences of a threatened butterfly *Leptidea morsei* (Lepidoptera: Pieridae) at the western border of its range. *J. Insect Conserv* 17: 865-876.

Čelik T., Bräu M., Bonelli S., Cerrato C., Vreš B., Balletto E., Stettmer C., Dolek M. 2015. Winter-green host-plants, litter quantity and vegetation structure are key determinants of habitat quality for *Coenonympha oedippus* in Europe. *Journal of Insect Conservation* 19/2: 359-375.

Čelik T. 2015. Monitoring tarčnih vrst: Barjanski okarček (*Coenonympha oedippus*). Ljudje za Barje – ohranjanje biotske pestrosti na Ljubljanskem barju. Končno poročilo. Biološki inštitut Jovana Hadžija ZRC SAZU, Ljubljana: 31.

Čelik T., Šilc U., Vreš B. 2018. Raziskava stanja potencialnih izvornih populacij vrste barjanski okarček (*Coenonympha oedippus*) in stanje njihovega habitata s smernicami za ustrezno upravljanje. Prvo poročilo. Biološki inštitut Jovana Hadžija ZRC SAZU, Ljubljana: 48.

Čelik T. 2020. Povečanje velikosti populacije in izboljšanje stanja ohranjenosti vrste barjanski okarček (*Coenonympha oedippus*) na Ljubljanskem barju s suplementacijo in reintrodukcijo osebkov. Prvo poročilo. Biološki inštitut Jovana Hadžija ZRC SAZU, Ljubljana: 34.

Čelik T. 2021. Ponovna naselitev nevretenčarske vrste – prvič v Sloveniji. *Alternator* 52: <https://www.alternator.science/sl/daljse/ponovna-naselitev-nevretencarske-vrste-prvic-v-sloveniji/> (datum dostopa: 5. 4. 2022).

European Communities 1992. Council Directive 92/43/EEC. Annex II. – Official Journal of European Communnites 206/22: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX%3A31992L0043> (datum dostopa: 29. 5. 2021).

Gams I. 2003. Kras v Sloveniji v prostoru in času. Založba ZRC, ZRC SAZU Ljubljana: 516.

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. *Journal of Animal Ecology* 65: 725-735.

Jakša J. 2006. Gozdni požari. *Gozdarski vestnik* 64/9: 97-112.

Jugovic J., Zupan S., Bužan E., Čelik T. 2018. Variation in the morphology of the wings of the endangered grass-feeding butterfly *Coenonympha oedippus* (Lepidoptera: Nymphalidae) in response to contrasting habitats. *European Journal of Entomology* 115: 339-353.

Jurkovšek B., Cvetko Tešović B., Kolar Jurkovšek T. 2013. *Geologija Krasa*. Geološki zavod Slovenije, Ljubljana: 205.

Kogovšek J., Petrič M. 2002. Ogroženost kraškega sveta. V: Ušeničnik B. (ur). *Nesreče in varstvo pred njimi*. Uprava RS za zaščito in reševanje Ministrstva za obrambo, Ljubljana: 170-183.

Kutnar L., Marinšek A., Kus Veenvliet J., Jurc D., Ogris N., Kavčič A., de Groot M., Flajšmn K., Veenvliet P. 2020. *Terenski priročnik za prepoznavanje tujerodnih vrst v gozdovih*. Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana: 202.

Lisjak M. 2015. Vpliv spola in obdobja v dnevu na vedenje barjanskega okarčka, *Coenonympha oedippus* (Lepidoptera: Rhopalocera: Nymphalidae). *Zaključna naloga*, Univerza na Primorskem.

Lovrenčak F. 1999. Naravnogeografske značilnosti kot možnost razvoja Slovenije. *Prispevek na konferenci*. Filozofska fakulteta, Ljubljana: 27-44.

Mihevc A. 2008. Kraški relief in reliefne enote na obravnavanem območju. V: Luthar O., Dobrovoljc H., Fridl J., Mulec J., Pavšek M. (ur). *Kras: trajnostni razvoj kraške pokrajine*. Založba ZRC, Ljubljana: 29-38.

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. *Popul Ecol* 47: 203-212.

Nowicki P., Vrabec V., Binzenhöfer B., Feil J., Zakšek B., Hovestadt T., Settele J. 2013. Butterfly dispersal in inhospitable matrix: rare, risky, but long-distance. *Landscape Ecol* 29: 401-412.

Ogrin D. 1996. Podnebni tipi v Sloveniji. *Geografski vestnik* 68: 39-56.

Örvössy N., Vozar A., Kőrösi A., Batary P., Peregovits L. 2010. Structure and size of a threatened population of the False Ringlet *Coenonympha oedippus* (FABRICIUS, 1787) (Lepidoptera: Nymphalidae) in Hungary. *Oedippus* 26: 31-37.

Örvössy N., Kőrösi A., Batary P., Vozar A., Peregovits L. 2013. Potential metapopulation structure and the effects of habitat quality on population size of the endangered False Ringlet butterfly. *Journal of Insect Conservation* 17: 537-547.

Pennekamp F., Garcia-Pereira P., Schmitt T. 2014. Habitat requirements and dispersal ability of the Spanish Fritillary (*Euphydryas desfontainii*) in southern Portugal: evidence-based conservation suggestions for an endangered taxon. *Journal Insect Conserv* 18: 497-508.

Petrič M., Ravbar N., Kogovšek J. 2011. Značilnosti kraških vodonosnikov, njihova ranljivost in ogroženost. V: Gabrovšek F. (ur). *Krasoslovje v razvojnih izzivih na krasu*. Založba ZRC, Ljubljana: 7-19.

Polak S. 2009. Metulji Notranjske in Primorske. Slikovni priročnik za določevanje dnevnih metuljev v naravi. Notranjski muzej Postojna in Notranjski regijski park, Cerknica: 180.

Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam. 2002. Ur. l. RS, 82/02 42/10.

Rakar B. 2016. Populacijska struktura in varstvo barjanskega okarčka (*Coenonympha oedippus*) v dolini reke Dragonje. Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani.

Ravbar N. 2010. Lokalna vodooskrba na Krasu. *Dela* 34: 223-233.

Rebeušek F. 1994. Varstvo žuželk kot neločljivi del varstva narave. *Acta Entomologica Slovenica* 2: 55-62.

Repe B. 2010. Prepoznavanje osnovnih prsti slovenske klasifikacije. *Dela* 34: 143-166.

Schwarz C. J., Arnason A. N. 1996. A General Methodology for the Analysis of Capture-Recapture Experiments in Open Populations. *Biometrics* 52: 860-873.

Stančič L. 2014. Obnova rastlinskega pokrova po požarih na izbranih primerih Submediteranske Slovenije. Zaključna seminarska naloga, Univerza v Ljubljani.

Šašić M. 2010. False Ringlet *Coenonympha oedippus* (FABRICIUS, 1787) (Lepidoptera: Nymphalidae) in Croatia: current status, population dynamics and conservation management. *Oedippus* 26: 16-19

Uredba o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah. 2004. Ur. l. RS, 46/04, 109/04, 84/05, 115/07, 32/08 – odl. US, 96/08, 36/09, 102/11, 15/14, 64/16 in 62/19.

van Swaay C., Cuttelod A., Collins S., Maes D., Lopez Munguira M., Šašić M., Settele J., Verovnik R., Verstrael T., Warren M., Wiemers M., Wynhof I. 2010a. European Red List of Butterflies. Publications Office of the European Union, Luxembourg: 58.

van Swaay C., Wynhoff I., Verovnik R., Wiemers M., Lopez Munguira M., Maes D., Šašić M., Verstrael T., Warren M., Settele J. 2010b. *Coenonympha oedippus*. The IUCN Red List of Threatened Species. www.iucnredlist.org (datum dostopa 7. 6. 2021)

Veble D., Brečko Grubar V. 2016. Pogostost in obseg požarov v naravi na Krasu in v slovenki Istri. *Geografski vestnik* 88 (1): 9-20.

Vendramin S. 2019. Poročilo o požaru v naravnem okolju. Cerje 21.-22.8.2019. Javni zavod za gasilsko in reševalno dejavnost – gasilka enota Nova Gorica, Nova Gorica: 40.

Verovnik R., Čelik T., Šalamun A., Sečen T., Govedič M. 2009. Vzpostavitev monitoringa izbranih ciljnih vrst metuljev (Lepidoptera). Končno poročilo – III. mejnik. Biotehniška fakulteta, Ljubljana: 132.

Verovnik R., Zakšek V., Čelik T., Govedič M., Rebeušek F., Zakšek B., Grobelnik V., Šalamun A. 2011. Vzpostavitev in izvajanje monitoringa izbranih ciljnih vrst metuljev v letih 2010 in 2011. Končno poročilo. Biotehniška fakulteta, Ljubljana: 195.

Verovnik R., Zakšek V., Govedič M., Zakšek B., Kogovšek N., Grobelnik V., Šalamun A. 2015. Vzpostavitev in izvajanje monitoringa izbranih ciljnih vrst metuljev v letih 2014 in 2015. Končno poročilo. Biotehniška fakulteta, Ljubljana: 154.

Vrščaj B. 2015. Zakaj rečemo prst, tla, zemlja? Prispevek k ustreznejši rabi izrazov 'tla', 'prst' in zemlja v strokovnem in poljudnem izrazoslovju. Geografski obzornik 63 (2-3): 4-13.

Watt B. W., Chew F. S., Snyder L. R. G., Watt A. G., Rothschild D. E. 1977. Population Structure of Pierid Butterflies. I. Numbers and Movments of Some Montane *Colias* Species. Oecologia 27: 1-22.

White G. C., Burnham K. P. 1999. Program MARK: survival estimation from populations of marked animals. Bird Study 46: 120-138.

Worton B. J. 1989. Kernel Methods for Estimating the Utilization Distribution in Home-Range Studies. Ecology 70(1): 164-168.

Zagoršek T. 2013. Gnezditvena gostota in izbor habitata velikega skovika (*Otus scops*) ob Jadranski obali. Zaključna naloga, Univerza na Primorskem.

Zakon o ratifikaciji Konvencije o varstvu prosto živečega evropskega rastlinstva in živalstva ter njunih naravnih življenjskih prostorov. 1999. Ur. l. RS, 17/99.

Zakšek B., Verovnik R., Zakšek V., Kogovšek N., Govedič M. 2019. Monitoring izbranih ciljnih vrst metuljev v letu 2019. Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju: 94.

Zorn M., Kumer P., Ferk M. 2015. Od gozda do gozda ali kje je goli, kamniti Kras?. Kronika 63 (3): 561-574.

Zupan S., Bužan E., Brečko Grubar V., Jugovic J. 2020. Importance of traditional landscapes in Slovenia for conservation of endangered butterfly. Open Geosciences 12:610-625.

Zupan Hajna N., Otoničar B. 2008. Kras in njegova geološka zgradba. V: Luthar O., Dobrovoljc H., Fridl J., Mulec J., Pavšek M. (ur). Kras: trajnostni razvoj kraške pokrajine. Založba ZRC, Ljubljana: 12-20.

PRILOGE

PRILOGA A *Ocene dnevnega vstopa osebkov barjanskega okarčka v populacijo (B_i) s 95 % intervali zaupanja (IZ) in standardnimi napakami (SE) za samce (M) in samice (F).*

Datum	B_i	IZ 95% Lower	IZ 95% Upper	M-	M+
14.06.2020	15.2625900	8.3235200	26.3253900	6.9390700	11.0628000
16.06.2020	8.7035400	3.1481600	21.8504900	5.5553800	13.1469500
18.06.2020	19.5178600	10.9508000	32.3521700	8.5670600	12.8343100
20.06.2020	11.5498700	4.7818400	25.3471000	6.7680300	13.7972300
22.06.2020	3.1621200	0.3720500	22.2107800	2.7900700	19.0486600
24.06.2020	12.6391700	6.2672500	23.8416000	6.3719200	11.2024300
26.06.2020	9.8255800	4.1023500	21.7245500	5.7232300	11.8989700
28.06.2020	11.6936600	5.4525400	23.3167700	6.2411200	11.6231100
30.06.2020	3.4734900	0.6812900	15.8796800	2.7922000	12.4061900
2.07.2020	0.0000000	0.00	0.00	0.0000000	0.0000000
6.07.2020	2.7491900	0.66548	10.65726	2.0837100	7.9080700

Datum	B_i	IZ 95% Lower	IZ 95% Upper	F-	F+
14.06.2020	0.7203600	4.41E-02	10.6598000	6.76E-01	9.9394400
16.06.2020	3.6912700	1.27651	10.20196	2.41E+00	6.5106900
18.06.2020	11.8382400	6.54279	20.48039	5.30E+00	8.6421500
20.06.2020	7.7525700	3.26415	17.30853	4.49E+00	9.5559600
22.06.2020	1.4385000	7.62E-02	21.82812	1.36E+00	20.3896200
24.06.2020	14.9188700	8.92032	23.8930000	6.00E+00	8.9741300
26.06.2020	11.5181500	5.9271000	21.19498	5.59E+00	9.6768300
28.06.2020	18.8073800	11.66967	28.88329	7.14E+00	10.0759100
30.06.2020	13.7898100	7.54641	23.86521	6.24E+00	10.0754000
2.07.2020	13.7245700	7.73332	23.19079	5.99E+00	9.4662200
6.07.2020	0.8125200	2.43E-02	21.66066	7.88E-01	20.8481400

Ocene dnevnega vstopa osebkov barjanskega okarčka v populacijo z izpeljanim parametrom (B_i - hat), 95 % intervali zaupanja (IZ) in standardnimi napakami (SE) za samce (M) in samice (F).

Datum	B_i - hat	SE	IZ 95% Lower	IZ 95% Upper	M -	M +
14.06.2020	16.546155	4.994698	9.275258	29.516727	7.270897	12.97057
16.06.2020	9.4354965	4.737325	3.7253885	23.897801	5.710108	14.4623
18.06.2020	21.159294	6.016215	12.250766	36.545939	8.908528	15.38665
20.06.2020	12.5212	5.41974	5.5577732	28.209218	6.9634268	15.68802
22.06.2020	3.4280482	3.667217	0.6188383	18.989638	2.8092099	15.56159
24.06.2020	13.70211	4.798907	7.0346944	26.688838	6.6674156	12.98673
26.06.2020	10.651908	4.624243	4.7176467	24.050793	5.9342613	13.39889
28.06.2020	12.677088	4.820763	6.168651	26.052464	6.508437	13.37538
30.06.2020	3.7656069	3.072508	0.9284905	15.271879	2.8371164	11.50627
2.07.2020	4.26E-07	8.41E-04	2.06E-10	8.82E-04	4.26E-07	0.000882
6.07.2020	2.9803958	2.151338	0.8375695	10.605399	2.1428263	7.625003

Datum	B_i - hat	SE	IZ 95% Lower	IZ 95% Upper	F -	F +
14.06.2020	1.1264238	1.5975996	0.1438604	8.8198761	0.9825634	7.693452
16.06.2020	5.772053	3.0983653	2.1528144	15.475833	3.6192386	9.70378
18.06.2020	18.511484	5.5213629	10.445788	32.805092	8.065696	14.29361
20.06.2020	12.122704	5.2127082	5.4074167	27.177478	6.7152873	15.05477
22.06.2020	2.2493905	3.3295866	0.2723569	18.577672	1.9770336	16.32828
24.06.2020	23.328661	6.0828923	14.111614	38.565852	9.217047	15.23719
26.06.2020	18.01095	5.9627035	9.5725372	33.888018	8.4384128	15.87707
28.06.2020	29.409141	7.0729309	18.477135	46.809072	10.932006	17.39993
30.06.2020	21.563145	6.4839111	12.113638	38.383947	9.449507	16.8208
2.07.2020	21.461135	6.2717634	12.245409	37.612491	9.215726	16.15136
6.07.2020	1.2705394	2.262166	0.1221277	13.217893	1.1484117	11.94735

PRILOGA B *Ocene dnevne velikosti populacije (N_i) s 95 % intervali zaupanja (IZ) in standardnimi napakami (SE) za samce (M) in samice (F).*

Datum	N_i	SE	IZ 95% Lower	IZ 95% Upper	M -	M +
12.06.2020	1.54261	1.5390366	0.3025217	7.8660331	1.2400883	6.3234231
14.06.2020	17.72662	5.019435	10.285592	30.550814	7.441032	12.82419
16.06.2020	22.55548	4.949453	14.745424	34.502208	7.810057	11.946727
18.06.2020	37.24384	6.1754811	26.96921	51.432858	10.274629	14.189019
20.06.2020	38.00399	5.7266201	28.332383	50.977128	9.671611	12.973134
22.06.2020	28.26419	4.5487363	20.659485	38.668162	7.604703	10.403974
24.06.2020	31.2577	5.2594246	22.528362	43.369506	8.72934	12.111804
26.06.2020	29.00694	4.9808458	20.768162	40.514059	8.238778	11.507119
28.06.2020	28.68916	5.0588182	20.35956	40.426596	8.329597	11.737439
30.06.2020	18.56266	3.4461105	12.940492	26.627465	5.622172	8.064801
2.07.2020	8.888264	2.0615615	5.6749834	13.920963	3.2132806	5.032699
6.07.2020	4.713107	2.2532931	1.93688	11.46864	2.7762273	6.7555327

Datum	N_i	SE	IZ 95% Lower	IZ 95% Upper	F -	F +
12.06.2020	1.544568	1.5431313	0.3024111	7.8888954	1.2421567	6.3443276
14.06.2020	2.308391	1.7175652	0.6284936	8.4784764	1.6798972	6.1700856
16.06.2020	7.480559	3.2022941	3.3478045	16.715064	4.1327548	9.2345047
18.06.2020	23.84595	5.6531383	15.078891	37.71028	8.767056	13.864333
20.06.2020	28.43846	5.5550716	19.461949	41.555239	8.97651	13.11678
22.06.2020	20.83432	4.0974079	14.221955	30.521044	6.612365	9.686724
24.06.2020	36.26938	6.3530619	25.796643	50.993755	10.472733	14.724379
26.06.2020	39.30892	6.2757038	28.803662	53.645646	10.505256	14.336728
28.06.2020	51.10799	7.3034664	38.677805	67.53295	12.430181	16.424964
30.06.2020	47.9232	6.8182498	36.311614	63.247898	11.611588	15.324696
2.07.2020	44.40795	6.7687862	32.995905	59.766998	11.412047	15.359046
6.07.2020	9.927592	3.0673912	5.4930034	17.942294	4.4345886	8.014702

PRILOGA C *Ocene dnevnega preživetja (ϕ) barjanskega okarčka (*C. oedippus*) s 95 % intervalom zaupanja (IZ) za oba spola skupaj (M in F).*

Datum	ϕ	SE	IZ 95% Lower	IZ 95% Upper	M/F -	M/F +
14.6.2020	0.8747807	0.0292117	0.8055295	0.9217665	0.0692512	0.0469858
16.6.2020	0.8603074	0.0278084	0.7964603	0.9064784	0.0638471	0.0461710
18.6.2020	0.8444586	0.0259226	0.7866689	0.8888062	0.0577897	0.0443476
20.6.2020	0.8271729	0.0236377	0.7758496	0.8687331	0.0513233	0.0415602
22.6.2020	0.8084021	0.0211871	0.7634257	0.8465466	0.0449764	0.0381445
24.6.2020	0.7881148	0.0190873	0.7483002	0.8231201	0.0398146	0.0350053
26.6.2020	0.7663004	0.0182635	0.7286237	0.8001807	0.0376767	0.0338803
28.6.2020	0.7429725	0.0197702	0.7023600	0.7797811	0.0406125	0.0368086
30.6.2020	0.7181725	0.0239634	0.6689321	0.7626875	0.0492404	0.0445150
2.7.2020	0.6919717	0.0303680	0.6295071	0.7481187	0.0624646	0.0561470
6.7.2020	0.6644730	0.0383332	0.5857186	0.7350289	0.0787544	0.0705559

PRILOGA D Statistični izračuni vedenja osebkov barjanskega okarčka z χ^2 -testom.
Razlike v vedenju (počitek in let) glede na spol barjanskega okarčka.

Case Processing Summary						
	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Spol * Vedenje	378	100,0%	0	0,0%	378	100,0%

Spol * Vedenje Crosstabulation					
		Vedenje		Total	
		let	počitek		
Spol	F	Count	155	50	205
		Expected Count	168,1	36,9	205,0
		% within Spol	75,6%	24,4%	100,0%
		% within Vedenje	50,0%	73,5%	54,2%
		% of Total	41,0%	13,2%	54,2%
		Std. Residual	-1,0	2,2	
	M	Count	155	18	173
		Expected Count	141,9	31,1	173,0
		% within Spol	89,6%	10,4%	100,0%
		% within Vedenje	50,0%	26,5%	45,8%
		% of Total	41,0%	4,8%	45,8%
		Std. Residual	1,1	-2,4	
Total	Count	310	68	378	
	Expected Count	310,0	68,0	378,0	
	% within Spol	82,0%	18,0%	100,0%	
	% within Vedenje	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	82,0%	18,0%	100,0%	

Chi-Square Tests					
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	12,439 ^a	1	,000		
Continuity Correction ^b	11,509	1	,001		
Likelihood Ratio	12,958	1	,000		
Fisher's Exact Test				,000	,000
N of Valid Cases	378				

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 31,12.

b. Computed only for a 2x2 table

Razlike v vseh vedenjih (kopula, let, počitek, prehranjevanje) glede na spol barjanskega okarčka.

Case Processing Summary							
		Cases					
		Valid	Missing	Total			
		N	Percent	N	Percent	N	Percent
Spol * Vedenje		383	100,0%	0	0,0%	383	100,0%
Spol * Vedenje Crosstabulation							
		Vedenje				Total	
		kopula	let	počitek	prehranjevanje		
Spol	F	Count	2	155	50	0	207
		Expected Count	2,2	167,5	36,8	,5	207,0
		% within Spol	1,0%	74,9%	24,2%	0,0%	100,0%
		% within Vedenje	50,0%	50,0%	73,5%	0,0%	54,0%
		% of Total	0,5%	40,5%	13,1%	0,0%	54,0%
		Std. Residual	-,1	-1,0	2,2	-,7	
	M	Count	2	155	18	1	176
		Expected Count	1,8	142,5	31,2	,5	176,0
		% within Spol	1,1%	88,1%	10,2%	0,6%	100,0%
		% within Vedenje	50,0%	50,0%	26,5%	100,0%	46,0%
		% of Total	0,5%	40,5%	4,7%	0,3%	46,0%
		Std. Residual	,1	1,1	-2,4	,8	
Total	Count	4	310	68	1	383	
	Expected Count	4,0	310,0	68,0	1,0	383,0	
	% within Spol	1,0%	80,9%	17,8%	0,3%	100,0%	
	% within Vedenje	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	1,0%	80,9%	17,8%	0,3%	100,0%	
Chi-Square Tests							
		Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)			
Pearson Chi-Square		13,639 ^a	3	,003			
Likelihood Ratio		14,545	3	,002			
N of Valid Cases		383					

a. 4 cells (50,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,46.

Razlika v letu glede na spol barjanskega okarčka v dveh polovicah sezone.

Case Processing Summary						
	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
sezona * Spol	310	100,0%	0	0,0%	310	100,0%
Sezona * Spol Crosstabulation						
		Spol		Total		
		F	M			
Sezona	1 polovica	Count	41	92	133	
		Expected Count	66,5	66,5	133,0	
		% within sezona	30,8%	69,2%	100,0%	
		% within Spol	26,5%	59,4%	42,9%	
		% of Total	13,2%	29,7%	42,9%	
		Std. Residual	-3,1	3,1		
	2 polovica	Count	114	63	177	
		Expected Count	88,5	88,5	177,0	
		% within sezona	64,4%	35,6%	100,0%	
		% within Spol	73,5%	40,6%	57,1%	
		% of Total	36,8%	20,3%	57,1%	
		Std. Residual	2,7	-2,7		
Total	Count	155	155	310		
	Expected Count	155,0	155,0	310,0		
	% within sezona	50,0%	50,0%	100,0%		
	% within Spol	100,0%	100,0%	100,0%		
	% of Total	50,0%	50,0%	100,0%		
Chi-Square Tests						
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)	
Pearson Chi-Square	34,251 ^a	1	,000			
Continuity Correction ^b	32,921	1	,000			
Likelihood Ratio	34,972	1	,000			
Fisher's Exact Test				,000	,000	
N of Valid Cases	310					

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 66,50.

b. Computed only for a 2x2 table

PRILOGA E *Ocenjeni deleži premikov samcev (M) in samic (F) do določenih razdalj z IPF in NEF funkcijo ter NEF s korekcijo, pri čemer je presečišče 1.*

razdalja (km)	IPF		NEF		NEF korekcija	
	M	F	M	F	M	F
0.05	0.742544	0.569798	0.225144	0.225097	0.72644	0.777284
0.1	0.270847	0.26035	0.182535	0.19295	0.527714	0.60417
0.15	0.150145	0.164655	0.14799	0.165394	0.383353	0.469611
0.2	0.098793	0.118958	0.119982	0.141774	0.278483	0.365021
0.25	0.071404	0.092445	0.097275	0.121526	0.202301	0.283725
0.3	0.054766	0.075233	0.078865	0.104171	0.146959	0.220535
0.35	0.043763	0.063206	0.06394	0.089294	0.106757	0.171418
0.4	0.036035	0.054354	0.051839	0.076541	0.077553	0.13324
0.45	0.03036	0.04758	0.042028	0.06561	0.056337	0.103566
0.5	0.026045	0.04224	0.034074	0.05624	0.040926	0.0805
0.55	0.022672	0.037927	0.027626	0.048208	0.02973	0.062571
0.6	0.019976	0.034375	0.022397	0.041324	0.021597	0.048636
0.65	0.01778	0.031403	0.018159	0.035422	0.015689	0.037804
0.7	0.015963	0.02888	0.014722	0.030363	0.011397	0.029384
0.75	0.014438	0.026714	0.011936	0.026027	0.008279	0.02284
0.8	0.013144	0.024835	0.009677	0.02231	0.006014	0.017753
0.85	0.012034	0.023191	0.007846	0.019124	0.004369	0.013799
0.9	0.011074	0.02174	0.006361	0.016393	0.003174	0.010726
0.95	0.010236	0.020452	0.005157	0.014052	0.002306	0.008337
1	0.0095	0.0193	0.004181	0.012045	0.001675	0.00648
1.05	0.008849	0.018265	0.00339	0.010325	0.001217	0.005037
1.1	0.00827	0.017329	0.002748	0.00885	0.000884	0.003915
1.15	0.007752	0.01648	0.002228	0.007586	0.000642	0.003043
1.2	0.007286	0.015707	0.001806	0.006503	0.000466	0.002365
1.25	0.006866	0.014999	0.001465	0.005574	0.000339	0.001839
1.3	0.006485	0.014348	0.001187	0.004778	0.000246	0.001429
1.35	0.006139	0.013749	0.000963	0.004096	0.000179	0.001111
1.4	0.005822	0.013196	0.00078	0.003511	0.00013	0.000863
1.45	0.005533	0.012683	0.000633	0.003009	9.44E-05	0.000671
1.5	0.005266	0.012206	0.000513	0.00258	6.85E-05	0.000522
1.55	0.005021	0.011762	0.000416	0.002211	4.98E-05	0.000405
1.6	0.004794	0.011348	0.000337	0.001895	3.62E-05	0.000315
1.65	0.004584	0.01096	0.000273	0.001625	2.63E-05	0.000245
1.7	0.00439	0.010596	0.000222	0.001393	1.91E-05	0.00019
1.75	0.004208	0.010255	0.00018	0.001194	1.39E-05	0.000148
1.8	0.004039	0.009933	0.000146	0.001023	1.01E-05	0.000115
1.85	0.003881	0.009631	0.000118	0.000877	7.32E-06	8.94E-05
1.9	0.003734	0.009345	9.58E-05	0.000752	5.32E-06	6.95E-05
1.95	0.003595	0.009074	7.76E-05	0.000645	3.86E-06	5.4E-05
2	0.003465	0.008818	6.29E-05	0.000552	2.81E-06	4.2E-05
2.05	0.003343	0.008576	5.1E-05	0.000474	2.04E-06	3.26E-05
2.1	0.003228	0.008345	4.14E-05	0.000406	1.48E-06	2.54E-05

2.15	0.003119	0.008126	3.35E-05	0.000348	1.08E-06	1.97E-05
2.2	0.003016	0.007918	2.72E-05	0.000298	7.81E-07	1.53E-05
2.25	0.002919	0.00772	2.2E-05	0.000256	5.68E-07	1.19E-05
2.3	0.002828	0.00753	1.79E-05	0.000219	4.12E-07	9.26E-06
2.35	0.00274	0.007349	1.45E-05	0.000188	2.99E-07	7.2E-06
2.4	0.002658	0.007177	1.18E-05	0.000161	2.18E-07	5.6E-06
2.45	0.002579	0.007011	9.53E-06	0.000138	1.58E-07	4.35E-06
2.5	0.002504	0.006853	7.72E-06	0.000118	1.15E-07	3.38E-06
2.55	0.002433	0.006701	6.26E-06	0.000101	8.34E-08	2.63E-06
2.6	0.002366	0.006556	5.08E-06	8.69E-05	6.06E-08	2.04E-06
2.65	0.002301	0.006416	4.12E-06	7.45E-05	4.4E-08	1.59E-06
2.7	0.002239	0.006282	3.34E-06	6.39E-05	3.2E-08	1.23E-06
2.75	0.00218	0.006153	2.71E-06	5.48E-05	2.32E-08	9.59E-07
2.8	0.002124	0.006029	2.19E-06	4.69E-05	1.69E-08	7.46E-07
2.85	0.00207	0.00591	1.78E-06	4.02E-05	1.23E-08	5.79E-07
2.9	0.002018	0.005795	1.44E-06	3.45E-05	8.9E-09	4.5E-07
2.95	0.001968	0.005684	1.17E-06	2.96E-05	6.47E-09	3.5E-07
3	0.001921	0.005577	9.48E-07	2.53E-05	4.7E-09	2.72E-07
3.05	0.001875	0.005474	7.68E-07	2.17E-05	3.41E-09	2.12E-07
3.1	0.001831	0.005374	6.23E-07	1.86E-05	2.48E-09	1.64E-07
3.15	0.001789	0.005278	5.05E-07	1.6E-05	1.8E-09	1.28E-07
3.2	0.001749	0.005185	4.09E-07	1.37E-05	1.31E-09	9.93E-08
3.25	0.00171	0.005095	3.32E-07	1.17E-05	9.51E-10	7.72E-08
3.3	0.001672	0.005008	2.69E-07	1.01E-05	6.91E-10	6E-08
3.35	0.001636	0.004923	2.18E-07	8.62E-06	5.02E-10	4.66E-08
3.4	0.001601	0.004842	1.77E-07	7.39E-06	3.64E-10	3.63E-08
3.45	0.001567	0.004762	1.43E-07	6.33E-06	2.65E-10	2.82E-08
3.5	0.001535	0.004686	1.16E-07	5.43E-06	1.92E-10	2.19E-08
3.55	0.001504	0.004611	9.43E-08	4.65E-06	1.4E-10	1.7E-08
3.6	0.001473	0.004539	7.64E-08	3.99E-06	1.01E-10	1.32E-08
3.65	0.001444	0.004469	6.2E-08	3.42E-06	7.37E-11	1.03E-08
3.7	0.001416	0.0044	5.02E-08	2.93E-06	5.36E-11	8E-09
3.75	0.001388	0.004334	4.07E-08	2.51E-06	3.89E-11	6.22E-09
3.8	0.001362	0.00427	3.3E-08	2.15E-06	2.83E-11	4.83E-09
3.85	0.001336	0.004207	2.68E-08	1.85E-06	2.05E-11	3.76E-09
3.9	0.001311	0.004146	2.17E-08	1.58E-06	1.49E-11	2.92E-09
3.95	0.001287	0.004087	1.76E-08	1.36E-06	1.08E-11	2.27E-09
4	0.001264	0.004029	1.43E-08	1.16E-06	7.87E-12	1.76E-09
4.05	0.001241	0.003973	1.16E-08	9.96E-07	5.72E-12	1.37E-09
4.1	0.001219	0.003918	9.38E-09	8.54E-07	4.15E-12	1.07E-09
4.15	0.001198	0.003865	7.6E-09	7.32E-07	3.02E-12	8.28E-10
4.2	0.001177	0.003813	6.16E-09	6.27E-07	2.19E-12	6.44E-10
4.25	0.001157	0.003763	5E-09	5.38E-07	1.59E-12	5E-10
4.3	0.001138	0.003713	4.05E-09	4.61E-07	1.16E-12	3.89E-10
4.35	0.001119	0.003665	3.29E-09	3.95E-07	8.4E-13	3.02E-10
4.4	0.0011	0.003618	2.66E-09	3.39E-07	6.1E-13	2.35E-10
4.45	0.001082	0.003572	2.16E-09	2.9E-07	4.43E-13	1.83E-10
4.5	0.001065	0.003527	1.75E-09	2.49E-07	3.22E-13	1.42E-10

4.55	0.001048	0.003483	1.42E-09	2.13E-07	2.34E-13	1.1E-10
4.6	0.001031	0.003441	1.15E-09	1.83E-07	1.7E-13	8.58E-11
4.65	0.001015	0.003399	9.33E-10	1.57E-07	1.23E-13	6.67E-11
4.7	0.001	0.003358	7.56E-10	1.34E-07	8.97E-14	5.18E-11
4.75	0.000984	0.003318	6.13E-10	1.15E-07	6.52E-14	4.03E-11
4.8	0.000969	0.003279	4.97E-10	9.87E-08	4.73E-14	3.13E-11
4.85	0.000955	0.003241	4.03E-10	8.46E-08	3.44E-14	2.43E-11
4.9	0.000941	0.003204	3.27E-10	7.26E-08	2.5E-14	1.89E-11
4.95	0.000927	0.003167	2.65E-10	6.22E-08	1.81E-14	1.47E-11
5	0.000914	0.003131	2.15E-10	5.33E-08	1.32E-14	1.14E-11
