

UNIVERZA NA PRIMORSKEM
FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN
INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE

MAGISTRSKO DELO

VELIKOST POPULACIJE ALPSKEGA (*ROSALIA
ALPINA*) IN BUKOVEGA KOZLIČKA (*MORIMUS
ASPER FUNEREUS*) V GOZDNEM REZERVATU
LEMOVJE

NIKA POGORELEC

UNIVERZA NA PRIMORSKEM
FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN
INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE

Magistrsko delo

**Velikost populacije alpskega (*Rosalia alpina*) in bukovega
kozlička (*Morimus asper funereus*) v gozdnem rezervatu
Lemovje**

(Population size of *Rosalia alpina* and *Morimus asper funereus* in the forest
reserve Lemovje)

Ime in priimek: Nika Pogorelec

Študijski program: Varstvo narave, 2. stopnja

Mentor: doc. dr. Jure Jugovic

Somentor: doc. dr. Martina Lužnik

Koper, september 2021

Ključna dokumentacijska informacija

Ime in PRIIMEK: Nika POGORELEC

Naslov magistrskega dela: Velikost populacije alpskega (*Rosalia alpina*) in bukovega kozlička (*Morimus asper funereus*) v gozdnem rezervatu Lemovje

Kraj: Koper

Leto: 2021

Število listov: 80

Število slik: 27

Število tabel: 10

Število prilog: 8

Št. strani prilog: 10

Število referenc: 40

Mentor: doc. dr. Jure Jugovic

Somentor: doc. dr. Martina Lužnik

UDK: 591.522(043.2)

Ključne besede: Alpski kozliček, bukov kozliček, ocena velikosti populacije, gozdni rezervat Lemovje

Izvleček:

Alpski in bukov kozliček spadata med saproksilne organizme, ki obsegajo raznoliko, z vrstami bogato in prevladujočo funkcionalno skupino, ki je odvisna od odmrlega lesa in starih, debelejših dreves. Tak ustrezen habitat zanje se nahaja v gozdnem rezervatu Lemovje, kjer smo leta 2020 opravili raziskavo velikosti populacij teh dveh vrst. Uporabili smo metodo ulova, označevanja in ponovnega ulova. Velikost populacij smo izračunali z metodo po Schnablu in s programom MARK. V času vzorčenja (julij – september) smo popisali 68 bukovih kozličkov (56% samic in 44% samcev) ter 27 alpskih kozličkov (33% samic in 67% samcev). Velikost populacije je bila ocenjena na 208 bukovih (95% interval zaupanja 118 - 462) in 125 alpskih (95% interval zaupanja 56 - 353) kozličkov. Ugotovili smo, da se bukovi kozlički gibajo večkrat vendar na kratke razdalje, alpski kozlički pa se zaradi zmožnosti letenja lahko premikajo na zelo dolge razdalje. Z raziskavo smo potrdili velike razlike v dolžini anten med spoloma pri obeh vrstah z daljšimi antenami samcev. Tako pri alpskemu kot tudi pri bukovemu kozličku smo opazili preferenco za debela bukova drevesa, ki pa so lahko odmrla ali delno odmrla. Zaključimo lahko, da so gozdni rezervati in podobna varstvena območja pomembna za razvoj alpskega in bukovega kozlička ter ostalih saproksilnih vrst hroščev.

Key document information

Name and SURNAME: Nika POGORELEC

Title of the thesis: Population size of *Rosalia alpina* and *Morimus asper funereus* in the forest reserve Lemovje

Place: Koper

Year: 2021

Number of pages: 80

Number of figures: 27

Number of tables: 10

Number of appendix: 8

Number of appendix pages: 10

Number of references: 40

Mentor: Assist. Prof. Jure Jugovic, PhD

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

UDC: 591.522(043.2)

Keywords: *Rosalia alpina*, *Morimus asper funereus*, estimation of population size, forest reserve Lemovje

Abstract:

Rosalia alpina and *Morimus asper funereus* are saproxylic organisms, which include a diverse, species-rich and predominant functional group that depends on dead or dying wood. Such a suitable habitat is located in the forest reserve Lemovje, where we conducted our research in 2020. To study the population size of these two species, we used the MRR method (mark-release-recapture). Population size was calculated using the Schnabel method and with the MARK program. During the sampling period (from July to September) we captured 68 animals of *Morimus a. funereus* (56% females and 44% males) and 27 animals of *Rosalia alpina* (33% females and 67% males). The population size was estimated at 208 animals (95% confidence interval 118 – 462) for *Morimus a. funereus* and 125 animals (95% confidence interval 56 – 353) for *Rosalia alpina*. We found out that *Morimus a. funereus* move several times but over short distances and *Rosalia alpina* move over very long distances due to their ability to fly. The study confirmed longer antennae for males in both species. We also observed preference for dead or dying beech trees with large diameters. Therefore we can conclude that forest reserves and similar protected areas are important for the successful development of *Rosalia alpina* and *Morimus asper funeres* and also other saproxylic species of beetles

KAZALO VSEBINE

1	UVOD.....	1
1.1	Razširjenost alpskega in bukovega kozlička ter stanje po Evropi.....	3
2	Družina Cerambycidae	6
2.1	Splošna morfologija	7
2.1.1	Odrasle živali	7
2.1.2	Nezrele faze	7
2.1.2.1	Jajca.....	7
2.1.2.2	Ličinke.....	7
2.1.2.3	Bube	8
2.2	Poddružina: strigoši (Cerambycinae Latreille, 1802).....	9
2.2.1	Alpski kozliček (<i>Rosalia alpina</i> , Linnaeus, 1758), sinonim <i>Cerambyx alpinus</i> Linn. (Scopoli, 1763: 52)	9
2.2.1.1	Opis vrste	9
2.2.1.2	Biologija vrste	10
2.2.1.3	Pojavljanje v Sloveniji	12
2.2.1.4	Ogroženost	13
2.3	Poddružina: kosci (Lamiinae Latreille, 1825).....	14
2.3.1	Bukov kozliček (<i>Morimus asper funereus</i> Mulsant, 1862)	14
2.3.1.1	Taksonomija vrste	14
2.3.1.2	Opis vrste	15
2.3.1.3	Biologija vrste	16
2.3.1.4	Pojavljanje v Sloveniji	17
2.3.1.5	Ogroženost	17
3	GOZDNI REZERVAT LEMOVJE.....	19
3.1	Pomen gozdnih rezervatov	20
3.2	Pomen varovalnih gozdov	21
4	CILJI IN HIPOTEZE	22
5	Metode dela	23
5.1	Terensko vzorčenje.....	23
5.2	Ocena velikosti populacije	24
5.2.1	Metoda ulova, označevanja in ponovnega ulova	24
5.2.2	Izračun velikosti populacij.....	24
5.2.2.1	Analiza podatkov	24
5.2.2.2	Metoda po Schnablu.....	25
5.2.2.3	Metoda ocenjevanja velikosti populacije s programom MARK.....	25
5.3	Premiki	27

5.4	Biometrične meritve, označevanje in beleženje geografske pozicije kozličkov...	28
5.5	Izbira habitata.....	30
6	REZULTATI	31
6.1	Rezultati terenskega vzorčenja.....	31
6.1.1	Številčnost in razporeditev bukovega in alpskega kozlička na popisni ploskvi	31
6.2	Ocena velikosti populacij bukovega in alpskega kozlička.....	34
6.2.1	Pregled števila ulovljenih bukovih in alpskih kozličkov.....	34
6.2.2	Ocena velikosti populacije bukovega in alpskega kozlička z metodo po Schnablu	36
6.2.3	Ocena velikosti populacije bukovega in alpskega kozlička v programu MARK	38
6.3	Premiki kozličkov	41
6.4	Biometrične lastnosti bukovega in alpskega kozlička	43
6.5	Analiza izbire habitata	46
7	DISKUSIJA	50
8	ZAKLJUČEK	54
9	LITERATURA IN VIRI.....	56

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Število bukovih dreves (stoječa/ležeča/štore) po vzorčnih enotah.	31
Preglednica 2: Število ulovljenih bukovih kozličkov (<i>Morimus asper funereus</i>) na planoti Lemovje po datumih vzorčenja v letu 2020.	34
Preglednica 3: Število ulovljenih alpskih kozličkov (<i>Rosalia alpina</i>) na planoti Lemovje po datumih vzorčenja v letu 2020.	35
Preglednica 4: Izračun populacije bukovega kozlička (<i>Morimus asper funereus</i>) po Schnablu. C_t - število živali ulovljenih v času t ; M_t - skupno število označenih živali v populaciji pred vzorčenjem ob času t ; R_t - število označenih živali, ulovljenih ob času t ; N - ocena velikosti populacije, IZ - 95% interval zaupanja.	37
Preglednica 5: Izračun populacije alpskega kozlička (<i>Rosalia alpina</i>) po Schnablu. C_t - število živali ulovljenih v času t ; M_t - skupno število označenih živali v populaciji pred vzorčenjem ob času t ; R_t - število označenih živali, ulovljenih ob času t ; N - ocena velikosti populacije, IZ - 95% interval zaupanja.	37
Preglednica 6: Modeli z različnimi parametri, ki smo jih testirali pri ocenjevanju velikosti populacije bukovega kozlička (<i>Morimus asper funereus</i>) na planoti Lemovje v letu 2020.	38
Preglednica 7: Vrednosti realnih populacijskih parametrov za populacijo neteritorialne (skupina 1) in teritorialne (skupina 2) skupine bukovih kozličkov (<i>Morimus asper funereus</i>) na planoti Lemovje v letu 2020 in 95% interval zaupanja (IZ).	39
Preglednica 8: Modeli z različnimi parametri, ki smo jih testirali pri ocenjevanju velikosti populacije alpskega kozlička (<i>Rosalia alpina</i>) na planoti Lemovje v letu 2020.	40
Preglednica 9: Biometrične lastnosti bukovega kozlička (<i>Morimus asper funereus</i>) - primerjava med spoloma: N - število meritev, minimum, kvartilni interval, mediana, maksimum, SE (standardni odklon), p vrednost, t -test, in standardna napaka.	43
Preglednica 10: Biometrične lastnosti alpskega kozlička (<i>Rosalia alpina</i>) - primerjava med spoloma: N - število meritev, minimum, kvartilni interval, mediana, maksimum, SE (standardni odklon), p vrednost, t -test, in standardna napaka.	45

KAZALO SLIK IN GRAFIKONOV

Slika 1: Samec (levo) in samica (desno) alpskega kozlička (<i>Rosalia alpina</i>) (vir: M. Hoskovec 2016).....	10
Slika 2: Iskanje primernege mesta za ovipozicijo s pomočjo leglice pri alpskem kozličku (<i>Rosalia alpina</i>).....	11
Slika 3: Razširjenost (rdeče pike) alpskega kozlička (<i>Rosalia alpina</i>) v Sloveniji v primerjavi z razporeditvijo SCI območij Natura 2000 dopolnjena s podatki zbranimi do leta 2019 (vir: Vrezec in sod. 2019).....	12
Slika 4: Samec (levo) in samica (desno) bukovega kozlička (<i>Morimus asper funereus</i>) (vir: M. Hoskovec 2016).....	15
Slika 5: Ličinka bukovega kozlička (<i>Morimus asper funereus</i>) (vir: A. Vrezec).....	16
Slika 6: Razširjenost (rdeče pike) bukovega kozlička (<i>Morimus asper funereus</i>) v Sloveniji v primerjavi z razporeditvijo SCI območij Natura 2000 dopolnjena s podatki zbranimi do leta 2019 (vir: Vrezec in sod. 2019).....	17
Slika 7: Geografski položaj planote Lemovje na karti Slovenije (vir: Geopedija).	19
Slika 8: Bukov gozd nad planoto Lemovje (vir: Geopedija).	19
Slika 9: Območje izvajanja popisa (označeno z rdečo elipso) alpskega (<i>Rosalia alpina</i>) in bukovega kozlička (<i>Morimus asper funereus</i>) v bukovem gozdu nad planoto Lemovje (vir: Geopedija).	23
Slika 10: Skica kozlička z označenimi merami: A - širina glave; B - telesna širina; C - telesna dolžina; D - dolžina anten (vir skice: P. Szwalko 2012).....	28
Slika 11: Primera enoznačne označitve hroščev z alkoholnim markerjem pri bukovem (levo) in alpskem (desno) kozličku	29
Slika 12: Primer stoječega (zgoraj) in ležečega (spodaj) odmrlega bukova drevesa	30
Slika 13: Geografska razporeditev najdenih bukovih kozličkov (<i>Morimus asper funereus</i>) in premik samice (rdeča črta) v 12 enotah (I-XII) na območju popisa na planoti Lemovje v letu 2020.....	32
Slika 14: Geografska razporeditev najdenih alpskih kozličkov (<i>Rosalia alpina</i>) in premik dveh samcev (modra črta) v 12 enotah (I-XII) na območju popisa na planoti Lemovje v letu 2020.....	33
Slika 15: Število samcev in samic bukovih kozličkov (<i>Morimus asper funereus</i>) po mesecih od julija do septembra 2020.	35
Slika 16: Število samcev in samic alpskih kozličkov (<i>Rosalia alpina</i>) po mesecih od julija do septembra 2020.	36
Slika 17: Prikaz spreminjanja ulovljivosti neteritorialne (skupina 1) in teritorialne (skupina 2) skupine bukovega kozlička (<i>Morimus asper funereus</i>) na planoti Lemovje v letu 2020.....	39
Slika 18: Razdalja (m) med dvema zaporednima ulovoma samcev in samic bukovega kozlička (<i>Morimus asper funereus</i>) na planoti Lemovje v letu 2020.	41

Slika 19: Verjetnost premika samcev in samic bukovega kozlička (<i>Morimus asper funereus</i>) na določeno razdaljo, pridobljene iz NEF in IPF, na podlagi razdalj med točkami zaporednih ulovov hroščev.....	42
Slika 20: Primerjava absolutne in relativne (razmerje glede na dolžino telesa) dolžine anten med samci in samicami bukovega kozlička (<i>Morimus asper funereus</i>) s planote Lemovje v letu 2020. Kvadrat predstavlja kvartile (25%-75%), črta označuje mediano, kraki prikazujejo maksimum in minimum.....	44
Slika 21: Primerjava absolutne in relativne (razmerje glede na dolžino telesa) dolžine anten med samci in samicami alpskega kozlička (<i>Rosalia alpina</i>) s planote Lemovje v letu 2020. Kvadrat predstavlja kvartile (25%-75%). Črta označuje mediano, kraki prikazujejo maksimum in minimum.....	45
Slika 22: Zastopanost stanja bukovih dreves (N=28) na območju popisa alpskih (<i>Rosalia alpina</i>) in bukovih (<i>Morimus asper funereus</i>) kozličkov.....	46
Slika 23: Delež ležečih in stoječih dreves ter štorov (N=28) na območju popisa alpskih (<i>Rosalia alpina</i>) in bukovih (<i>Morimus asper funereus</i>) kozličkov.....	46
Slika 24: Delež bukovih kozličkov (<i>Morimus asper funereus</i>) glede na stanje dreves na planoti Lemovje v letu 2020.....	47
Slika 25: Delež alpskih kozličkov (<i>Rosalia alpina</i>) glede na stanje dreves na planoti Lemove v letu 2020.....	47
Slika 26: Delež alpskih (<i>Rosalia alpina</i>) in bukovih (<i>Morimus asper funereus</i>) kozličkov glede na kategoriji stoječih in ležečih dreves.....	48
Slika 27: Število alpskih (<i>Rosalia alpina</i>) in bukovih (<i>Morimus asper funereus</i>) kozličkov po različnih debelinah dreves na planoti Lemovje v letu 2020.....	49

KAZALO PRILOG

- PRILOGA A *Prikaz zgodovine bukovih kozličkov (samcev in samic) po datumih vzorčenja*
- PRILOGA B *Prikaz zgodovine alpskih kozličkov (samcev in samic) po datumih vzorčenja*
- PRILOGA C *Število bukovih in alpskih kozličkov po enotah*
- PRILOGA D *Ocenjeni deleži in število živali (ločeno za samce ($\sigma\sigma$), samice ($\varphi\varphi$) ter oba spola skupaj ($\sigma\varphi$)), ki se gibljejo do določene razdalje v IPF modelu*
- PRILOGA E *Ocenjeni deleži in število živali (ločeno za samce ($\sigma\sigma$), samice ($\varphi\varphi$) ter oba spola skupaj ($\sigma\varphi$)), ki se gibljejo do določene razdalje v NEF modelu.*
- PRILOGA F *Podatki biometričnih meritev bukovega kozlička na planoti Lemovje v letu 2020*
- PRILOGA G *Podatki biometričnih meritev alpskega kozlička na planoti Lemovje v letu 2020*
- PRILOGA H *Tabela pregledanih bukovih dreves na planoti Lemovje v letu 2020*

SEZNAM KRATIC

ARSO	Agencija republike Slovenije za okolje
IPF	Inverzna potenčna funkcija
MRR	Metoda ulova, označevanja in ponovnega ulova
NEF	Negativna eksponentna funkcija
SCI	Območja, ki so pomembna za Skupnost, skladno z odločitvijo Evropske komisije
TNP	Triglavski narodni park

ZAHVALA

Najprej bi se rada zahvalila strokovni službi Triglavskega Narodnega Parka za izdano dovoljenje izvajanja vzorčenj alpskega in bukovega kozlička v gozdnem rezervatu Lemovje.

Zahvaljujem se tudi svoji družini in partnerju Urošu za vso pomoč, mentalno podporo, potrpljenje in spodbudo v času pisanja magistrske naloge.

Prav tako se zahvaljujem družini Jelinčič-Hace v vasi Soča, ki so mi v času izvajanja terenov omogočili nastanitev ter vso ostalo pomoč in podporo.

Seveda največja zahvala pa gre mentorju doc. dr. Juretu Jugovicu in somentorici doc. dr. Martini Lužnik, ki sta bila pripravljena za sodelovanje in mentorstvo v moji raziskovalni nalogi, za vso njuno pomoč in usmeritve v času pisanja magistrske naloge.

Zahvaljujem se tudi vsem ostalim, ki so mi na kakršen koli način pomagali in me spodbujali pri ustvarjanju magistrskega dela.

1 UVOD

Staro, umirajoče in odmrlo drevje ima ključno funkcionalno vlogo v gozdnem sistemu. S staranjem drevja se spreminjajo njegove fizikalne in kemične lastnosti ter njegova vlažnost. Spreminja se tudi habitat dreves, krošnje postajajo večplastne in svetloba ter padavine skozi takšne krošnje lažje prodirajo. S kompleksnimi strukturami se oblikujejo edinstveni habitati za takšne organizme (Jurc 2004). Veliko vrst živali je še posebej vezanih na stare bukove gozdove. V bukovih gozdovih Slovenije se nahaja 198 različnih vrst žuželk, največji delež tega pa predstavlja red hroščev (Coleoptera) z 12 družinami in 123 vrstami (63,12% zastopanost) (Jurc 2012).

Zadnji podatki kažejo, da število vrst s seznama rastlinskih in živalskih vrst v Sloveniji iz Priloge II k Direktivi o habitatih znaša 230 živalskih vrst (Direktiva sveta 92/43/EGS). Od tega imamo 16 vrst hroščev, 13 vrst je opredeljenih kot gozdno odvisnih vrst glede na ekološke zahteve in njihove biološke značilnosti. Mednje spadata alpski kozliček (*Rosalia alpina*), ki je tudi prednostna vrsta EU, in bukov kozliček (*Morimus asper funereus*). Za več kot 80% (81,25%) hroščev s seznama Natura 2000 vrst je bilo ugotovljeno, da so odvisni od gozda (Jurc in sod. 2008).

Za gozdne sisteme je značilno, da je več kot 30 % letne produkcije rastlinske biomase v obliki trajnih, večletnih rastlinskih tkiv. Zaradi trajnejšega značaja lesnih tkiv in nekaterih drugih značilnosti lesa razkroj le-teh zahteva specializirane saproksilne organizme. To so vrste nevretenčarjev, ki so v neki fazi razvoja vezane na odmirajoče, starejše drevje in imajo odločilen pomen v zgodnji fazi dekompozicije lesa in pedogenih procesih v gozdovih. Dekompozicija lesa obsega tri faze, to so (i) kolonizacija, ko primarni saproksili naselijo nepoškodovan les; (ii) dekompozicija, ko se primarnim saproksilom pridružijo sekundarni saproksili, ki uporabljajo produkte aktivnosti primarnih saproksilov v prehrani ali se prehranjujejo z drugimi saproksili in (iii) humifikacija, kjer saproksile postopoma nadomestijo talni organizmi, med katerimi se večina prehranjuje z bakterijami in glivami - te imajo ključno vlogo v humifikaciji lesa. Z aktivnostjo saproksilov se torej zagotavlja ne samo vračanje hranil v sistem na mestu odmiranja dreves v gozdu, temveč tudi, zaradi mobilnosti saproksilov, prenašanje hranil v druge dele gozda. S hitrejšo dekompozicijo poškodovanega drevja nastajajo vrzeli, ki skupaj z mlajšimi razvojnimi stadiji gozda povečujejo trofično kapaciteto gozda za mnoge organizme in tako povečujejo biotsko raznovrstnost gozda (Speight 1989, Jurc 2004, Jurc 2012).

Številne saproksilne žuželke so prilagojene na življenje v živem ali odmrlem drevju. Nekatere preživijo vse razvojne stadije v istem deblu, druge ga zasedajo samo v določenih razvojnih stadijih. Tiste, ki so vezane na deblo skozi celo življenje, večinoma uporabljajo različne dele debla v različnih fazah razvoja, saj se na primer skorja po fizikalnih lastnostih

in kemični zgradbi razlikuje od lesa. Interakcije med saproksili spreminjajo razmere v deblu – nekatere žuželke se na primer prehranjujejo samo z lesom, ki je bil predelan v presnovi saproksilnih gliv, druge živijo samo v izvrtinah drugih žuželk. Nekatere vrste so specializirani plenilci ali paraziti saproksilnih žuželk. Odmirajoče drevo predstavlja za saproksilne vrste multiplikacijo habitatov. Predstavniki iz družine kozličkov (Cerambycidae), skupaj z družino krasnikov (Buprestidae) in pokalic (Elateridae) sestavljajo skupino žuželk, katerih ličinke poseljujejo mrtev ali deloma razgrajen les. Ličinke omenjenih družin si izdelajo rove v vejicah, vejah, deblih, štorih, hlodih in koreninah. Vrstna sestava in številčnost saproksilnih organizmov, ki so vezani na trohneč les se zmanjšuje, ko razkroj napreduje v smeri humifikacije. Nekateri predstavniki družine Cerambycidae se navezujejo na razkrajajoči se les le v določenih fazah svojega razvoja, na primer pri iskanju ustreznega lesnega habitata za razmnoževanje (Jurc 2004).

1.1 Razširjenost alpskega in bukovega kozlička ter varstveno stanje po Evropi

Države članice Evropske Unije vsakih šest let izdelajo poročilo o stanju ohranjenosti habitatov in vrst, kot je opisano v Direktivi o habitatih. Poročilo vključuje informacije o ohranitvenih ukrepih, vrednotenje vplivov ter glavne rezultate spremljanja stanja. Zadnje poročilo o stanju alpskega in bukovega kozlička v vsaki biogeografski regiji Evrope je opisano v poročilu za obdobje 2007-2012 (Direktiva sveta 92/43/EGS, European Environment Agency 2019).

Alpski kozliček je razširjen skoraj v vsej južni polovici kontinentalne Evrope od severne Španije in zahodne Francije do Črnega in Egejskega morja, le na Poljskem sega bolj proti severu, vendar ne doseže Baltskega morja (Brelj in sod. 2006). Njegovo število po Evropi se je v zadnjih letih močno zmanjšalo. Je zavarovana vrsta v Nemčiji, na Madžarskem, Poljskem in v Sloveniji (European Environment Agency 2019).

Celotno stanje ohranjenosti v alpski regiji je ocenjeno kot neugodno-neustrezno. Deset držav članic Evropske Unije je za alpsko regijo označilo kar nekaj groženj in pritiskov za to vrsto. Med pomembne grožnje spada sajenje tujerodnih vrst dreves; neustrezno upravljanje z gozdom; krčenje gozdov; odstranjevanje odmrlih in umirajočih dreves; redčenje drevesnih plasti; izkoriščanje gozdov brez ponovne zasaditve; uporaba raznih biocidov, hormonov in kemikalij za gozdarske namene; neprekinjena urbanizacija (ceste, železnice ali druge poti) in s tem zmanjševanje povezanosti habitatov; pomanjkanje ali preprečevanje erozije in požarov. Za atlantsko regijo je v poročilu za obdobje 2007-2012 stanje ohranjenosti alpskega kozlička ocenjeno kot neznano; v prejšnjih poročilih sta Francija in Španija poročali o nekaterih grožnjah vrsti, kot so neustrezno upravljanje gozdov, odstranjevanje odmrlih dreves, redčenje drevesne plasti, izkoriščanje gozdov brez ponovne zasaditve, fragmentacija območij in naravni požari. Stanje ohranjenosti vrste za črnomorsko regijo je ocenjeno kot ugodno – območje razširjenosti, velikost populacije in življenjskega prostora je označeno kot ugodno, čeprav so njihovi trendi neznani. V črnomorski regiji je Bolgarija poročala o glavnih pritiskih, to so sajenje tujerodnih drevesnih vrst, odstranjevanje odmrlih dreves in požarih. Celotno stanje ohranjenosti v celinski regiji Evrope je ocenjeno kot neugodno-neustrezno, države članice pa so za glavne grožnje in pritiske na vrsto navedle sajenje tujerodnih vrst, neustrezno upravljanje gozdov, krčenje gozdov brez ponovne zasaditve, odstranjevanje odmrlih dreves, fragmentacijo in požare. Tudi za sredozemsko regijo je stanje ohranjenosti neznano, štiri države članice te regije so kot glavne grožnje poročale o neustreznem upravljanju gozdov, odstranjevanju odmrlih dreves, redčenju drevesne plasti, izkoriščanju gozdov brez ponovne zasaditve ter o fragmentaciji in požarih. V panonski regiji pa je stanje ohranjenosti ocenjeno kot ugodno

in stabilno, Madžarska je zaradi boljših podatkov poročala o največjem območju razširjenosti alpskega kozlička. Kljub temu pa so tri države te regije poročale o nekaterih grožnjah, in sicer o zasajevanju tujerodnih vrst, krčenju gozdov ter odstranjevanju odmrlih in odmirajočih dreves iz narave (European Environment Agency 2019).

Za vrste, našteje v Prilogi II k Habitatni direktivi (Direktiva sveta 92/43/EGS), so bile države članice pozvane, naj poročajo o ohranjevalnih ukrepih zanje. Izpostavile so osem najpomembnejših ukrepov, to so pravno varstvo habitatov in vrst, vzpostavitev zavarovanih območij, prilagoditev gospodarjenja z gozdovi, posebni ukrepi za posamezno vrsto ali skupine različnih vrst, obnova ali izboljšanje gozdnih habitatov, ustrezno urejanje izkoriščanja naravnih virov ter drugi ukrepi, povezani z gozdarstvom (European Environmental Agency 2019).

Bukov kozliček je razširjen od severovzhodne Italije prek Balkana do Ukrajine, na severu dosega Avstrijo, Madžarsko in Slovaško (Brelj in sod. 2006). Zdi se, da je njegovo glavno območje razširjenosti v zmernih gozdovih in regijah vzhodne Evrope z odcepitvijo v srednjo Evropo (European Environment Agency 2019).

V alpskem območju je stanje ohranjenosti ocenjeno kot ugodno. Štiri države članice alpske regije poročajo o več glavnih grožnjah in pritiskih na vrsto, kot so upravljanje z gozdom in uporaba nasadov, krčenje gozdov, odstranjevanje odmrlih in umirajočih dreves ter izkoriščanje gozdov brez ponovne zasaditve ali naravne ponovne rasti. Za črnomoško regijo je status ocenjen kot ugoden, Bolgarija kot glavno grožnjo označuje odstranjevanje mrtvih in odmirajočih dreves iz gozda. V celinski regiji je, za razliko od alpske in črnomoške regije, stanje ohranjenosti ocenjeno kot neugodno-neustrezno in število osebkov v populaciji upada, glavni razlogi za to so neustrezno upravljanje z gozdom in uporaba nasadov, odstranjevanje mrtvih in umirajočih dreves ter izkoriščanje gozdov brez ponovne umetne ali naravne zasaditve. V panonski regiji so to vrsto opazili le na Madžarskem, kjer pa je stanje le-te ugodno, glavna grožnja tu predstavlja odstranjevanje odmrlih dreves. V stepski regiji o tej vrsti poročajo le iz Romunije. Stanje ohranjenosti je ocenjeno kot neugodno-neustrezno, največji pritiski na vrsto so neustrezno upravljanje gozdov in uporaba nasadov, odstranjevanje odmrlih dreves in prekomerno izkoriščanje gozdov brez ponovne zasaditve (European Environment Agency 2019).

Glede na glavne grožnje in pritiske, ki vplivajo na stanje bukovega kozlička v evropskih državah, so te označile nekaj najpomembnejših varstvenih ukrepov. Večina držav se je odločila za prilagojeno gospodarjenje z gozdovi, kjer bi se tehtalo koliko odmrlega drevja bi dejansko morali izvzeti iz narave; obnovitev oziroma izboljšanje gozdnih habitatov;

vzpostavitev zaščitene območij ter ustrezno upravljanje izkoriščanja naravnih virov (European Environment Agency 2019).

2 DRUŽINA CERAMBYCIDAE

Kozlički, s približno 36300 opisanih vrst v več kot 5300 rodovih, so ena izmed najobsežnejših skupin hroščev. Predstavniki te družine so razširjeni po vsem svetu, od obalnih območjih do 4200 m nadmorske višine, kjerkoli se pojavljajo njihove gostiteljske rastline (Wang 2017). Ime »kozlički« so dobili po svojih dolgih tipalnicah, ki včasih dosežejo večkratno dolžino telesa (Klots 1970). So saproksilne vrste in so dobri biološki pokazatelji gozdne biodiverzitete. Nekaj vrst kozličkov povzroča škodo z vrтанjem v les s čimer zmanjšujejo vrednost lesa. Številčnost velikega števila vrst kozličkov se je zmanjšala zaradi gozdne prakse, zaradi katere v gozdu puščajo manj odmrlega lesa in so zato kozlički v mnogih državah na rdečem seznamu ogroženih vrst (Evans in sod. 2007).

Približno 20% evropskih kozličkov ima negativen gospodarski pomen ali jih tretirajo kot tehnične škodljivce za lesno industrijo. Med njimi razlikujemo tri skupine: (i) vrste, ki napadajo živa drevesa; (ii) vrste, ki napadajo umirajoča drevesa (še s skorjo) in (iii) vrste, ki se naseljujejo v suhih drevesih. Tako so nekatere vrste kozličkov potencialno invazivne. Vendar se pri presojanju statusa škodljivcev pojavijo regionalne razlike – nekatere vrste so v določenih regijah označene kot škodljivci, medtem ko so v drugih lahko redke ali celo zaščitene (Evans in sod. 2007).

Odrasli kozlički so prosto živeče živali, ki se lahko prehranjujejo ali ne. Živijo od nekaj dni do nekaj mesecev, odvisno ali in s čim se prehranjujejo. Po navadi se razmnožujejo spolno, v zelo redkih primerih pri nekaterih vrstah pa tudi partenogenetsko (razvoj zarodka iz jajčne celice brez oploditve) (Wang 2017). Parjenje lahko poteka na cvetovih ali gostiteljskih rastlinah, kopulacija pa traja od nekaj sekund do nekaj ur, ponavljajoče se kopulacije z istim ali drugim partnerjem pa so pogoste, čeprav lahko samice postopoma postanejo manj dovzetne za parjenje. Zdi se, da kozlički dosledno ne kažejo nobene oblike vedenja pred kopulacijo, samci običajno pristopijo k samicam in se tako poskušajo pariti (Kariyanna in sod. 2017). Samice odlagajo jajčeca na ali blizu svojih gostiteljskih rastlin. Ličinke večine vrst kozličkov se prehranjujejo na lesnatih rastlinah nekatere vrste pa naseljujejo tudi zelnate rastline za gostitelje. Velika večina vrst v stanju ličinke živi in se prehranjuje znotraj rastline, redke živijo v prsti in se hranijo s koreninami rastlin. Veliko ličink kozličkov se hrani na mrtvih rastlinah in igra glavno vlogo pri njihovem razkroju, spet druge napadajo žive rastline v različnem stanju, od tistih v stresu do zdravih rastlin. Do danes je znanih približno 200 vrst kozličkov po vsem svetu, ki imajo gospodarski vpliv na kmetijstvo, gozdarstvo in vrtnarstvo, za kar so v nekaterih delih označeni kot veliki škodljivci. Ti lahko poškodujejo rastlino neposredno s prehranjevanjem in/ali s prenosom boleznih rastlin (Wang 2017).

2.1 Splošna morfologija

2.1.1 Odrasle živali

Telo kozličkov je podolgovato in dorziventralno sploščeno. Antene so običajno dolge in nitaste, najpogosteje z 11 členi, ki izraščajo iz vdolbin. Stopalca so navidezno 4 členska (četrti členek navadno majhen in skrit s tretjim stopalcem), hitinizirane elitre se proti zadku rahlo zožijo, zadek ima običajno pet vidnih sternitov (Wang 2017).

2.1.2 Nezrele faze

2.1.2.1 Jajca

Odlaganje jajčec pri kozličkih je v primerjavi z drugimi skupinami žuželk precej nenavadno. Obstajajo štiri načini odlaganja jajčec: (i) odlaganje jajčec na zunanje površine lubja v razpokah, odlaganje posameznih jajčec ali v skupinah (večina kozličkov); (ii) odlaganje znotraj lubja v votlinah ali režah, ki jih kozlički s pomočjo močnih mandibul grizejo do kambija, v katerega nato odležejo jajca. V tem primeru jajca odležejo posamično; (iii) odlaganje na predelan les brez lubja, v naravnih ali umetnih razpokah in (iv) odlaganje jajčec v prst (Kariyanna in sod. 2017).

Jajca so podolgovate in ovalne oblike, pogosto imajo tanek in prožen horion (zunanja membrana, ki obdaja zarodek), da se lahko oblika jajc prilagodi tesnim prostorom, v katerih so običajno položena. Samica položi ducat do več sto jajc v svojem življenjskem obdobju. Običajno se izležejo v nekaj dneh do nekaj tednih, odvisno od vrste in podnebja. Ličinke nato horion odprejo s pomočjo močnih mandibul (Wang 2017).

2.1.2.2 Ličinke

Kozlički imajo holometabolno (popolno) preobrazbo, del te je stopnja ličinke. Telo ličinke je mehko, bolj ali manj podolgovato in dorzoventralno sploščeno; običajno so bele, rumenkasto bele ali blede oranžne barve. So evcefalne (z dobro razvito glavo), oligopodne (s 3 pari nog na oprsju), nekatere tudi apodne (brez razvitih nog) ter apterigote (brez zasnov za krila) (Wang 2017). Segmenti se od sprednjega dela proti koncu ličinke nekoliko zožijo. Prav tako imajo močne čeljusti, s katerimi se lahko dokopljejo do tršega lesa. Zgornja površina glave in prsnih členov trda in poroženela. Prehranjujejo se z lesom, njihov razvoj pa traja od enega do treh let (Kariyanna in sod. 2017).

2.1.2.3 Bube

Po velikosti in obliki so podobne odraslim. Sekundarne spolne razlike pri odraslih so vidne pri bubah. Bube kozličkov so brez mandibul, telo je mehko in blede, razen nekaterih posebnih struktur, kot so bodice na telesu. Antene navadno segajo do členov zadka, kjer so ukrivljene navzdol (Wang 2017).

2.2 Poddružina: strigoši (*Cerambycinae* Latreille, 1802)

Kozlički iz poddružine strigošev (*Cerambycinae*) so majhni do veliki podolgovati hrošči. Zaradi raznolikosti oblik hroščev je ena najtežjih za opredelitev in je druga največja poddružina iz družine *Cerambycidae* s 1757 rodovi in več kot 11.200 vrstami na svetu. Poddružina strigošev je zelo razširjena v vseh biogeografskih regijah (Wang 2017).

Odrasle živali so izredno raznolike, od temnih oblik nočnih živali do svetlo obarvanih mimetičnih dnevnih vrst. Številne dnevno aktivne vrste obiskujejo cvetje in se prehranjujejo s cvetnim prahom in nektarjem, nekateri se hranijo tudi z drevesnimi listi in sadjem. Parijo se lahko na gostiteljskih ličinkah ali na mestih, kjer se prehranjujejo. Jajca odlagajo na površino rastlin gostiteljskih ličink ali v razpoke in rane lubja ali pod ohlapno lubje. Vsaka samica v življenju položi od deset do sto jajc (Wang 2017).

Izraziti obustni deli ličink so zelo primerni za trdne gostiteljske rastline, večina ličink se ne pojavlja v mehkem gnilem lesu ali v tleh, vrste, ki se hranijo z mehкими zelišči, pa so redke. Čeprav se ličinke mnogih vrst prehranjujejo z odmrliimi (ne gniliimi) rastlinami, večina vrst verjetno napada popolnoma zdrave rastline, pa tudi take, ki so oslabiljene ali pod stresom. Ličinke se izležejo v vejah ali steblih gostiteljskih rastlin in se tu običajno tudi zabubijo. Življenjski cikel traja od enega do štirih let. Številne vrste iz poddružine *Cerambycinae* so pomembni škodljivci dreves in hlodov (Wang 2017).

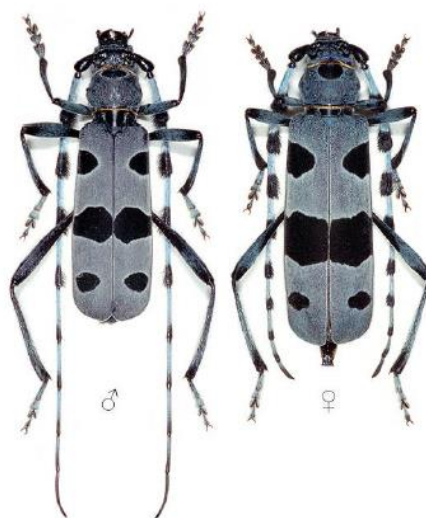
2.2.1 Alpski kozliček (*Rosalia alpina*, Linnaeus, 1758), sinonim *Cerambyx alpinus* Linn. (Scopoli, 1763: 52)

2.2.1.1 Opis vrste

Alpski kozliček (*Rosalia alpina*) je stenotopna vrsta (odvisna od točno določenih pogojev), ksilofagna vrsta (prehranjuje se z lesom), ksilodetritikolna vrsta (biva v razpadajočem lesu) in lignikolna vrsta (razvija se v lesu), vezana zlasti na bukove gozdove na karbonatni podlagi (Vrezec in sod. 2011).

Telo alpskega kozlička je podolgovato z vzporednimi robovi, modre barve, na vsaki pokrovki (elitri) ima tri prečne črne pege, ki se razlikujejo po velikosti in obliki pri vsakem hrošču. Najpogostejši vzorec na elitrah je šest skoraj simetričnih pik: zadnje pike so po navadi najmanjše, medtem ko so srednje pege največje. Velika variabilnost vzorca na elitrah je bila večkrat uporabljena za individualno identifikacijo osebkov. Na pronotomu je prav tako lahko prisotna črna pika, običajno ob sprednjem robu. Antene so dolge in kažejo

jasen spolni dimorfizem: pri samicah so nekoliko daljše od telesa, medtem ko so pri samcih do dvakrat daljše od dolžine telesa (Slika 1). Barva antenskih členov se razlikuje glede na njihov anatomski položaj: prva dva antenska člena sta popolnoma črna, od 3. do 6. ali 7. so modre barve, vsak z vidnim naborom črnih dlačic na vrhu, zadnji trije oziroma štirje členi so temno modri z gladkim koncem. Zaradi teh morfoloških značilnosti so odrasli alpski kozlički edinstveni in jih je težko zamenjati s katerimi koli drugimi hrošči evropske favne (Campanaro in sod. 2017).



Slika 1: Samec (levo) in samica (desno) alpskega kozlička (*Rosalia alpina*) (vir: M. Hoskovec 2016).

2.2.1.2 Biologija vrste

Odrasle živali se pojavljajo od sredine julija do sredine avgusta, prvi imagi alpskih kozličkov se lahko pojavijo že v maju, zlasti v nižjih legah, zadnji pa so bili v višjih legah najdeni tudi v septembru (Vrezec in sod. 2008). So dnevno aktivni hrošči, ki jih ob sončnem vremenu lahko opazujemo na mrtvih ali posekanih drevesnih hlodih. Raje imajo drevesa, ki niso obdana z visoko podrastjo, kar bi lahko oviralo njihov let. Poleg tega raje zasedajo drevesa z debelejšim lubjem (Campanaro in sod. 2017).

Samci se pojavijo skoraj teden dni pred samicami in ostanejo na razpokanem lubju suhega debla, ki je izpostavljeno sončni svetlobi in brani svoje ozemlje pred drugimi tekmeči istega spola (Duelli in Wermelinger 2005). Kmalu po parjenju samice odložijo oplojena jajčeca v razpoke suhega lesa starih, delno vitalnih dreves, izpostavljenih soncu. Za določitev primerne mesta za ovipozicijo samice pregledajo lubje s čutnimi organi in ovipozitorem (leglico) (Slika 2); ponavadi imajo raje stoječa debla, občasno uporabijo tudi panje ali velike veje na tleh, z debelino najmanj 20 cm s suhim ali razpadajočim lesom.

Prednost stoječih debel velikega premera bi lahko pojasnili z: (i) večjo razpoložljivostjo hrane v večjih deblih, (ii) večjo izolacijo od vlažnih in razpadajočih razmer, značilnih za mrtva/padla debla, in (iii) večja drevesa predstavljajo trajnejši habitat tako glede hrane kot tudi vlažnih razmer (Castro in sod. 2012). Samice odlagajo jajčeca v sveže poškodovan buk les (*Fagus sylvatica*) in šture, zelo redko jih zalegajo tudi v druge listavce, denimo brest (*Ulmus*), gaber (*Carpinus*), lipo (*Tilia*), javor (*Acer*), pravi kostanj (*Castanea*), jesen (*Fraxinus*), oreh (*Juglans*), hrast (*Quercus*), vrbo (*Salix*), jelšo (*Alnus*) in glog (*Crataegus*) (Breljih in sod. 2006).



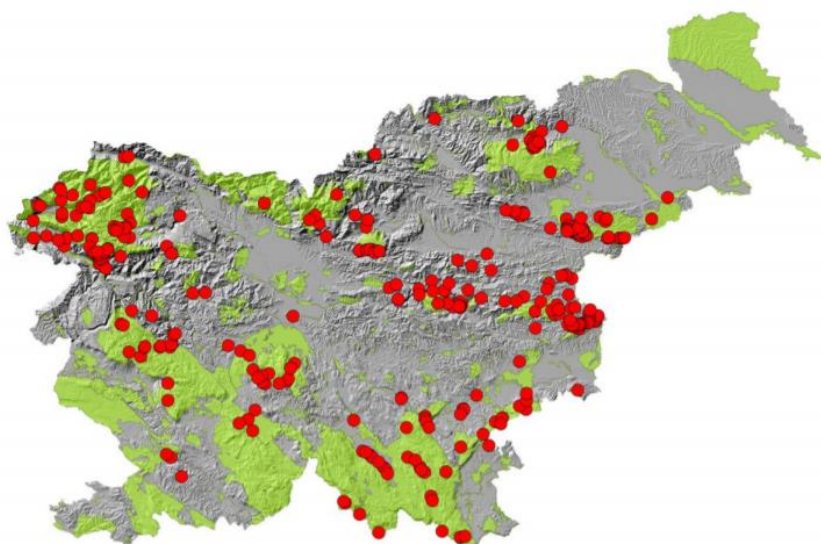
Slika 2: Iskanje primernege mesta za ovipozicijo s pomočjo leglice pri alpskem kozličku (*Rosalia alpina*).

Ličinke živijo v mrtvih ali ostarelih drevesih različnih listavcev, večinoma v bukvah, ki so izpostavljena soncu ali se pojavljajo na odprtih legah in/ali na rastišču z nizkim odstotkom zapiranja krošenj (Campanaro in sod. 2017). Za razvoj do odrasle živali verjetno potrebujejo več kot eno leto. Razvoj vrste pri nas traja tri do štiri leta. Iz sveže poškodovanih dreves velikega premera se razvije nov zarod vrste, v vseh drugih primerih, kot so cepanice (razcepljen les) in debla, do razvoja ne pride, ker ta les porabijo za gospodarske namene, še preden se živali razvijejo do odrasle faze. To je verjetno tudi glavni vzrok upadanja populacij alpskega kozlička (Drovenik in Pirnat 2003).

Najdaljša potrjena opažena življenjska doba v naravi, ocenjena v raziskavi ulova, označevanja in ponovnega ulova na Češkem (Drag in sod. 2011), je bila 24 dni za samce in 15 dni za samice. Zdi se, da odrasli niso odvisni od cvetov s cvetnim prahom in se morda sploh ne prehranjujejo (Drag in sod. 2011).

2.2.1.3 Pojavljanje v Sloveniji

Alpski kozliček je vezan predvsem na bukove gozdove na karbonatni podlagi (Slika 3). Čeprav gre za vrsto hribovitih in planinskih predelov, se redko pojavlja na visokih nadmorskih višinah nad 1500 m. V Sloveniji se pojavlja med 560 in 1540 m nadmorske višine (Breljih in sod. 2006). Trenutno je alpski kozliček opredeljen kot kvalifikacijska vrsta na 10 SCI območjih: SI3000273 Orlica, SI3000181 Kum, SI3000267 Gorjanci - Radoha, SI3000231 Javorniki - Snežnik, SI3000274 Bohor, SI3000263 Kočevsko, SI3000253 Julijske Alpe, SI3000261 Menina, SI3000285 Karavanke, SI3000270 Pohorje (Vrezec in sod. 2011).



Slika 3: Razširjenost (rdeče pike) alpskega kozlička (*Rosalia alpina*) v Sloveniji v primerjavi z razporeditvijo SCI območij Natura 2000 dopolnjena s podatki zbranimi do leta 2019 (vir: Vrezec in sod. 2019).

Do nedavnega je bil dokaj pogosta vrsta po vsej državi, razen v Prekmurju, kjer do sedaj še ni bila ugotovljena. Vsi novejši podatki kažejo, da ima vrsta v Sloveniji negativni populacijski trend (Drovenik in Pirnat 2003).

2.2.1.4 Ogroženost

Tako kot druge žuželke, je tudi alpski kozliček izpostavljen napadom entomofagih žuželk, gliv in drugih patogenov, ptic ter sesalcev. Mladim ličinkam kozličkov, ki so blizu površini debla, lahko škodujejo zajedavske ose iz družine Braconidae in Ichneumonidae (t.i. najezdiki). Kot številne druge ksilofage žuželke je alpski kozliček plen mnogih vrst detlov (Bosso 2009, Velkavrh 2018).

Zaradi svoje zelo ozke specializiranosti na stare bukove gozdove je bil alpski kozliček v Srednji Evropi opredeljen kot reliktna pragozdna vrsta in kot varstveno prioriteta vrsta v okviru Habitatne direktive (Direktiva Sveta 92/43/EC). S spremembo načrtovanega gospodarjenja gozda v sonaravno ostaja edina velika nevarnost za vrsto zadrževanje hlodov in cepanic znotraj območij pojavljanja alpskega kozlička v mesecu juliju in avgustu. Večje količine sveže posekanega lesa namreč močno privabljajo to vrsto. V njega samice tudi zalegajo in tako je zarod zaradi nadaljnje predelave lesa že vnaprej obsojen na propad, kar je trenutno eden glavnih razlogov za upad številčnosti vrste pri nas (Drovenik in Pirnat 2003). Alpski kozliček ima danes v Sloveniji status prizadete vrste (Ur. list RS št. 82/2002), pri kateri so zavarovani tako posamezne živali kot tudi njegov habitat (Ur. list RS št. 46/2004).

2.3 Podružina: kosci (*Lamiinae* Latreile, 1825)

Kozlički iz podružine koscev (*Lamiinae*) so majhni do veliki, podolgovati ali robustni hrošči z navadno kratkimi nogami. Ta podružina je od nekdaj veljala za zelo dobro definirano in monofiletsko skupino. Z 2964 rodovi in več kot 21000 vrstami je opredeljena kot največja podskupina družine kozličkov. Njeni predstavniki so prisotni v vseh biogeografskih regijah, skupina je še posebej raznolika v tropih in subtropih (Wang 2017).

Večina odraslih živali je najpogosteje aktivna v nočnem času ali v somraku. Nekatere so tudi dnevne živali, ki obiskujejo cvetove rastlin. Skoraj vse vrste kozličkov iz te podružine se prehranjujejo pred spolno zrelostjo. Prehranjujejo se predvsem z listi in stebli gostiteljev njihovih ličink. Druge vrste se hranijo z iglicami in storži iglavcev, nekaj vrst pa tudi s cvetnim prahom, prašniki, nektarjem, glivami ali izločki fermentiranih dreves. Zaradi narave hranjenja je aktivna življenjska doba odraslih živali sorazmerno dolga in traja od nekaj tednov do nekaj mesecev. Veliko živali te skupine je neletečih (Wang 2017).

Jajčeca odlagajo v lubje stebel ali vej, kjer si s pomočjo mandibul izdelajo reže. Ličinke večine predstavnikov te podružine se prehranjujejo z živimi ali pred kratkim odmrli drevesi z vrtnjem v les. Nekatere ličinke se hranijo tudi s tkivi in koreninami zelnatih rastlin. Številne vrste imajo eno generacijo na leto čeprav nekatere potrebujejo dve, redkeje tri leta, da zaključijo svoj življenjski cikel. Razvoj bube vedno poteka na gostiteljski rastlini. Mnoge vrste so ene izmed najpomembnejših škodljivcev na svetu (Wang 2017).

2.3.1 Bukov kozliček (*Morimus asper funereus* Mulsant, 1862)

2.3.1.1 Taksonomija vrste

Do pred nekaj leti so bile evropske populacije iz rodu *Morimus* razdeljene na pet vrst, *M. asper* (Sulzer, 1776), *M. funereus* (Mulsant, 1863), *M. orientalis* (Reitter, 1894), *M. verecundus* (Faldermann, 1836) in *M. ganglbaueri* (Reitter, 1894), kar pa je temeljilo izključno na morfoloških znakih (Hardersen in sod. 2017).

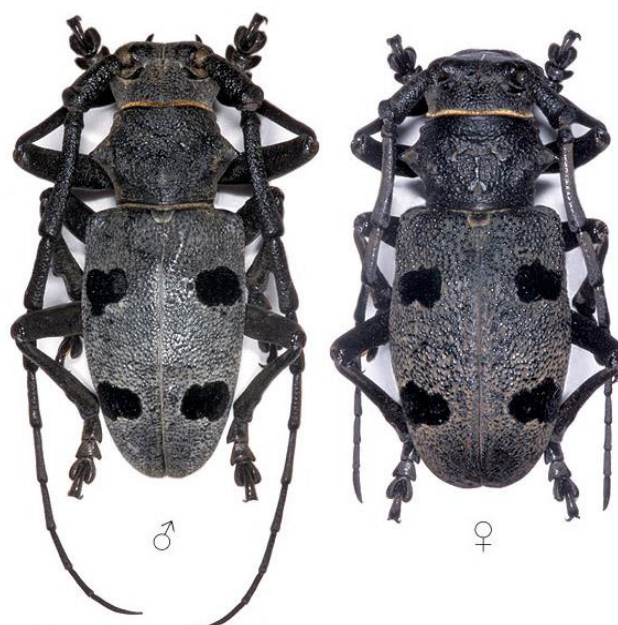
Nedavno je več avtorjev začelo *Morimus asper* in *M. funereus* obravnavati kot dve podvrsti iste vrste, pri čemer se *M. asper asper* pojavlja predvsem v zahodni Evropi, *M. asper funereus* pa v vzhodni Evropi (Solano in sod. 2013, Danilevsky 2013). Molekularna raziskava je pokazala, da je treba vse evropske in turške populacije vključiti v eno samo gensko in morfološko spremenljivo vrsto in jo poimenovati *Morimus asper* (Solano in sod.

2013). Ti rezultati vodijo k reviziji stanja ohranjenosti celotne skupine, ker je trenutno samo vrsta *M. funereus* zaščiten z Evropsko direktivo o habitatih 92/43/EGS, ta status pa bi moral deliti tudi *M. asper* in njene tesno povezane taksone. Glede na te nove taksonomske dokaze se območje razširjenosti *Morimus asper (sensu lato)* nahaja v južni Evropi, od severne Španije prek Francije in Italije do balkanske regije (Hardersen in sod. 2017).

2.3.1.2 Opis vrste

Bukov kozliček je stenotopna vrsta (odvisna od točno določenih pogojev), sicer polifagna vrsta (prehranjuje se z več vrst hrane), ksilofagna vrsta (prehranjuje se z lesom) in ksilodetrifikolna vrsta (biva v razpadajočem lesu) ter toploljubna tipično gozdna vrsta. Pojavlja se tako v listnatih kot mešanih gozdovih na nadmorskih višinah med 150 in 1250 m (Vrezec in sod. 2011).

Bukov kozliček ima robustno, podolgovato in paralelno telo, žametno sivomodre barve (Slika 4). Na vsaki pokrovki ima po dve črni pegi. Je neleteč, saj ima drugi par kril zakrnel. Noge in tipalnice so dolge in sivo-črne. Hrošč je velik 20 do 38 mm (Drovenik in Pirnat 2003).



Slika 4: Samec (levo) in samica (desno) bukovega kozlička (*Morimus asper funereus*) (vir: M. Hoskovec 2016).

2.3.1.3 Biologija vrste

Bukov kozliček je nekrlata žival, zaradi česar je njegova mobilnost omejena, zato so zanj zelo pomembni strnjeni gozdni kompleksi. Za odrasle živali je značilna relativno dolga življenjska doba, ki traja dve leti z vmesno diapavzo. Nekateri menijo, da je zmožnost diapavze pri bukovem kozličku kot nadomestilo za zmanjšano mobilnost. Odrasle živali so v Sloveniji aktivne od maja do julija in jih najdemo večinoma na cestah ter na skladovnicah posekanih debel (Drovenik in Pirnat 2003). Brelih in sodelavci (2006) so navedli, da je bukov kozliček dnevno aktiven hrošč, vendar so Vrezec in sodelavci (2008) v raziskavi hroščev v okviru študij za vzpostavitev monitoringa vrst ugotovili, da aktivnost kozlička naraste v večernem času in prične upadati okoli tretje ure zjutraj.

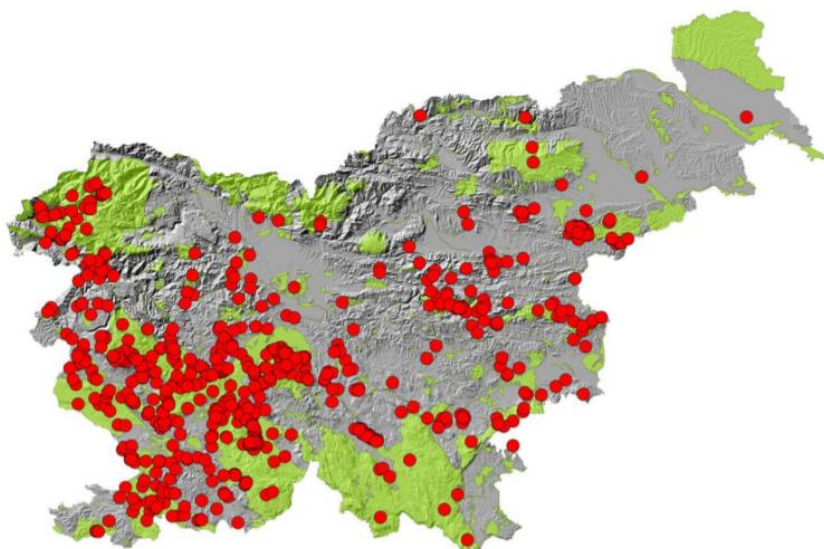
Razvoj od jajčeca do odrasle živali traja tri do štiri leta. Ličinke (Slika 5) in odrasli so polifagi in se prehranjujejo z lesom različnih drevesnih vrst, odrasle živali so bile opažene tudi pri lizanju drevesnih sokov. Odrasle privablja predvsem vonj ranjenih ali posekanih dreves, najpogosteje bukve (*Fagus sylvatica*) in jelke (*Abies alba*), pa tudi hrasta (*Quercus* sp.), topola (*Populus* sp.), pravega kostanja (*Castanea sativa*), v katere samice odlagajo jajčeca (Drovenik in Pirnat 2003, Vrezec in sod. 2008). Odlagajo jih v jamice, ki jih izdolbejo s čeljustmi v živ, oslabel ali mrtev les. Ličinke se prehranjujejo pod lubjem in se zabubijo globlje v les (Drovenik in Pirnat 2003).



Slika 5: Ličinka bukovega kozlička (*Morimus asper funereus*) (vir: A. Vrezec).

2.3.1.4 Pojavljanje v Sloveniji

Vrsta je številčnejša v južni in zahodni Sloveniji, gostota pojavljanja pa pada v smeri severovzhod (Slika 6). Severno od Save je vrsto težje zaslediti in so populacije bolj omejene. Bukov kozliček se ne pojavlja le na Koroškem in v Prekmurju (Vrezec in sod. 2008). Populacijsko stanje vrste naj bi bilo po ocenah stabilno (Breljih 2001, Drovenik in Pirnat 2003), velikost populacij pa naj bi se še povečevala (Breljih in sod. 2006).



Slika 6: Razširjenost (rdeče pike) bukovega kozlička (*Morimus asper funereus*) v Sloveniji v primerjavi z razporeditvijo SCI območij Natura 2000 dopolnjena s podatki zbranimi do leta 2019 (vir: Vrezec in sod. 2019).

2.3.1.5 Ogroženost

Bukov kozliček, tako kot alpski, je izpostavljen mnogim naravnim grožnjam (napad gliv, entomofavnih žuželk, ptic in sesalcev). Tudi njegove ličinke napadajo parazitske ose (Braconidae in Ichneumonidae) ter vrste detlov (Bosso 2009, Velkavrh 2018).

Vrsta je v Sloveniji splošno razširjena in trenutno ne velja za ogroženo vrsto (UR. list RS, št. 82/02), ima pa status zavarovane vrste, pri kateri so zavarovani tako posamezne živali kot habitat (Ur. list RS št. 46/04). Pri opredeljevanju območij v okviru omrežja Natura 2000 je trenutno za bukovega kozlička kot kvalifikacijsko vrsto določenih 13 SCI območij: SI3000263 Kočevsko, SI3000233 Matarsko podolje, SI3000232 Notranjski trikotnik, SI3000231 Javorniki - Snežnik, SI3000229 Vrhe nad Rašo, SI3000225 Dolina Branice, SI3000256 Krmsko hribovje - Menišija, SI3000267 Gorjanci - Radoha, SI3000276 Kras,

SI3000274 Bohor, SI3000270 Pohorje, SI3000273 Orlica, SI3000255 Trnovski gozd – Nanos (Vrezec in sod. 2011).

Kljub omejeni mobilnosti kozlička lahko posamezna žival prehodi velike razdalje, kolikšne sicer še ne vemo. Ker vrsta ne leti, ji oviro predstavljajo prometnejše ceste. Z intenziviranjem gradnje cest in avtocest postavljamo meje med populacijami vrste. Njihovo naravno oviro pa predstavljajo vodotoki. Poleg tega je ogrožen tudi zaradi prevelikega zbiranja hroščev v komercialne namene (Drovenik in Pirnat 2003).

3 GOZDNI REZERVAT LEMOVJE

Gozdni rezervat Lemovje spada pod gozdnogospodarsko enoto (GGE) Soča – Trenta, ta pa pod Območno enoto Tolmin (Slika 7). Prevladujoča gozdna združba je gorski bukov gozd s trilstno vetrnico (*Anemone – Fagetum*) na karbonatni podlagi. Obravnavan rezervat spada v alpsko fitogeografsko območje, ki se nahaja v submontanskem višinskem pasu. Razteza se na nadmorskih višinah od 870 do 1090 metrov in ima v celoti južno ekspozicijo ter obsega 39 ha. Gozdni rezervat Lemovje ima pravni status naravne vrednote, prav tako je poudarjena tudi njegova varovalna vloga. V tamkajšnjem gozdu že najmanj 30 let ni bilo sečenj, pomemben antropološki vpliv pa je bila paša z domačimi kozami. Ohranil se je zaradi tega, ker so v preteklosti vaščani Lemovja varovali gozd (Slika 8), ki jih je ščitil pred kamenjem (Mlinšek 1978, Grc 2012, Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Tolmin 2011-2020).



Slika 7: Geografski položaj planote Lemovje na karti Slovenije (vir: Geopedija).



Slika 8: Bukov gozd nad planoto Lemovje (vir: Geopedija).

3.1 Pomen gozdnih rezervatov

Gozdovi s posebnim namenom, kjer gozdarski ukrepi niso dovoljeni in so prepuščeni naravnemu razvoju, so gozdni rezervati. Zaradi dolgoletne izvzetosti iz gospodarjenja so pomembni za raziskovanje, proučevanje in spremljanje naravnega razvoja gozdov, biotsko pestrost in varstvo naravnih vrednot ter kulturne dediščine (Uredba... 2005; Uredba... 2007). Celotna mreža gozdnih rezervatov je zaščitena kot naravna vrednota, saj se v gozdnem ekosistemu, na katerega človek ne vpliva, ohranijo številne rastlinske in živalske vrste. Tako je danes v približno polovici teh gozdov sestojna zgradba zelo blizu pragozdne. Osrednji namen raziskovalne vloge gozdnih rezervatov je spoznavanje njihovih strukturnih in razvojnih značilnosti (Rugani in Diaci 2012). V gozdnih rezervatih je znatno več sestojev v obnavljanju (gozdovi v terciarni fazi, podfazi razpadanja), kot v gospodarskih gozdovih, nekoliko manj pa je inicialne faze (mladovij). Delež odmrlega drevja je v gozdnih rezervatih 13,5% (40 dreves/ha), v vseh ostalih gozdovih pa 5,7% (35 dreves/ha), kar je 2,4 krat manj (Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Tolmin 2011-2020).

V gozdnih rezervatih se stanje mnogo hitreje pomika proti naravni drevesni sestavi - upadanje smreke, jelke in macesna, torej iglavcev, katerih delež je bil nekoč umetno povečan. V gozdnih rezervatih sedaj navadno prevladuje bukev, njen delež v lesni zalogi je večji od 70% (Uredba... 2005, Uredba...2007). Razlikujemo gozdne rezervate s strogim varstvenim režimom in gozdne rezervate z blažjim varstvenim režimom. Gozdni rezervat Lemovje, dobro ohranjen ostanek gorskega bukovega gozda na pobočjih Bovškega Grintavca, spada med gozdne rezervate z blažjim varstvenim režimom, kjer je dovoljen ogled območja po gozdni učni poti ob spremstvu lastnika gozda ali delavca javne gozdarske službe oziroma uporaba poti v javni rabi, ki vodi skozi rezervat. Poleg tega posek dreves ni mogoč, razen v primeru, ko neposredno posamezna drevesa ogrožajo obiskovalce na poti in to na način, da se lesna masa pusti v gozdnem rezervatu. Prav tako je v vseh gozdnih rezervatih prepovedana paša, razen čebelje paše (Rozman in Arih 2015, Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Tolmin 2011-2020).

V sedemdesetih letih prejšnjega stoletja je v Sloveniji potekal projekt »Novi gozdni rezervati v Sloveniji« (Mlinšek D., 1978). Tako je bilo leta 1978 v mreži gozdnih rezervatov skupno 173 gozdnih in pragozdnih rezervatov s skupno površino 9040 ha. Ta mreža se je v preteklosti nekoliko spremenila, saj so nekateri gozdni rezervati izgubili status dosedanjega zavarovanja, medtem ko so druge razširili oziroma jim dodali potrebne robne varstvene pasove. Gozdni rezervat Lemovje, katerega površina je leta 1978 znašala 32,59 ha, sedaj obsega 38,99 ha (Rugani in Diaci 2012, Grce 2012).

3.2 Pomen varovalnih gozdov

Gozdni rezervat Lemovje spada tudi v kategorijo varovalnih gozdov (Rozman in Arih 2015, Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Tolmin 2011-2020). Največ varovalnih gozdov je v alpskem območju, veliko jih je tudi v predalpskem hribovju, najmanj pa v dinarskem območju. Varovalni gozdovi so opredeljeni kot gozdovi na zgornji gozdni meji, na erozijskih, plezljivih ali plazovitih območjih, določenih v skladu s predpisi o vodah, na zelo strmih pobočjih, sušnih legah, plitvih skalovitih ali kamnitih tleh. Zaščitna funkcija gozdov pa izpostavlja pomen varovanja ljudi, različnih objektov (stavb, naselij, prometnic in druge infrastrukture) pred naravnimi nevarnostmi, kot so padanje kamenja in peska, snežni zameti, bočni vetrovi in zdrsi zemljišča, ter zagotavljanje varnosti bivanja in prometa. Poudarjeno zaščitno funkcijo pripisujemo pogosto gozdovom na strmih pobočjih nad naselji, cestami ali železnico (Pravilnik o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih 1998). Tudi v varovalnih gozdovih je opazen podoben trend v upadanju iglavcev (zlasti jelke), ki so bili v preteklosti prisotni v večjem deležu. V upadanju pa je tudi bukev, saj so v močnem porastu predvsem plemeniti in trdi listavci (Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Tolmin 2011-2020).

4 CILJI IN HIPOTEZE

Namen raziskave je bil oceniti velikost populacije alpskega in bukovega kozlička v gozdnem rezervatu na planoti Lemovje, kjer prevladuje negospodarjen gorski bukov gozd. S tem smo želeli preveriti ali sta populaciji vitalni ter kako so takšna območja pomembna za ohranjanje stabilnih populacij kozličkov.

Zastavili smo si naslednje hipoteze:

- (1) Populaciji alpskega in bukovega kozlička sta vitalni.
- (2) Ocene velikosti populacij bodo dovolj zanesljive, da jih lahko uporabimo za oceno izhodiščnega stanja za namen nadaljnjega spremljanja stanja obeh populacij.
- (3) Razmerje med samci in samicami je uravnoteženo (1:1).
- (4) Alpski kozlički so zelo mobilni in jih lahko najdemo na bukovih drevesih drugih enot, medtem ko so bukovi kozlički manj mobilni, saj imajo letalna krila zakrnela.
- (5) Kozlički si raje kot ležeča odmrta drevesa izbirajo stoječa odmrta bukova drevesa s premerom vsaj >30 cm.

5 METODE DELA

5.1 Terensko vzorčenje

Terensko vzorčenje je potekalo z metodo popisovanja hroščev na hlodovini. Mrtev ali sveže požagan les privablja veliko število ksilofagnih hroščev, med katere torej spadata alpski in bukov kozliček (Vrezec in Kapla 2007).

Popisno območje na Lemovju (Slika 9) smo razdelili na 12 enot z obsegom 30 metrov (Slika 13), v vsaki od enot pa je bilo eno ali več ustreznih dreves za popis hroščev. Pri vsaki enoti smo določili nadmorsko višino in koordinate. Monitoring je potekal od 7.7. do 9.9.2020. Iskanje kozličkov se je izvajalo enkrat do dvakrat tedensko, ob sončnem in toplem vremenu, v času od 10h dopoldne do 16h popoldne. Ob ustreznih bukovih drevesih smo postavili tudi živolovne pasti (brez feromonov) z namenom, da se ujamejo dodatne živali bukovega kozlička. Vse najdene živali smo popisali, enoznačno označili z vodoodpornim markerjem in izpustili na isto mesto, kjer smo jih našli.



Slika 9: Območje izvajanja popisa (označeno z rdečo elipso) alpskega (*Rosalia alpina*) in bukovega kozlička (*Morimus asper funereus*) v bukovem gozdu nad planoto Lemovje (vir: Geopedija).

5.2 Ocena velikosti populacije

5.2.1 Metoda ulova, označevanja in ponovnega ulova

Z metodo ulova, označevanja in ponovnega ulova (MRR: ang. *mark – release – recapture*) se oceni abundanca in stopnja preživetja neke populacije. Metoda vključuje ulov živali, označitev in izpustitev živali na isto mesto, kjer je bila ulovljena. Glede na cilj raziskave je za pridobitev ocen parametrov populacije mogoče uporabiti več različnih metod. Najbolj pogosta modela sta model za odprte in model za zaprte populacije.

Pri modelu za odprte populacije se upošteva, da:

- so spremembe v številčnosti populacije dovoljene (zaradi rojstev ali imigracij in smrti ali emigracij),
- ima vsaka žival v populaciji v danem vzorčnem času enako možnost, da bo ujeta v tem vzorcu,
- ima vsaka označena živa žival v populaciji v danem vzorčnem času enako možnost preživetja do naslednjega vzorčenja,
- se oznake na živalih ne izgubijo in niso spregledane.

Metoda MRR pri zaprtih populacijah temelji na naslednjih predpostavkah:

- velikost populacije ostaja konstantna v času raziskave,
- oznake na živalih se med vzorčenji ne izgubijo oz. zbrisejo, opazovalci jih ne spregledajo,
- ulov ne vpliva na verjetnost ponovnega ulova,
- verjetnost ulova vseh živali je enaka (Rossi de Gasperis in sod. 2016)

Pri raziskavah s tremi ali več vzorčenji lahko testiramo kakšna oblika neenake verjetnosti ulova (če sploh katera) se pojavi v podatkih. V tem primeru uporabimo program MARK (White in Burnham 1999)

5.2.2 Izračun velikosti populacij

5.2.2.1 Analiza podatkov

V programu Excel (2016) smo oblikovali preglednico z oznakami (s številkami) označenih živali in njihov spol ter datumi vzorčenja (Prilogi A in B). Zgodovino ulovov smo oblikovali tako, da smo vsak ulov kodirali z oznako 1 oziroma 0, kadar žival ni bila ujeta.

5.2.2.2 Metoda po Schnablu

Pri tej metodi vsako vzorčenje vključuje ulov, pregled predhodno markiranih živali, markiranje še neoznačenih in spuščanje živih in nepoškodovanih živali. Za izračun skupne ocene velikosti populacije potrebujemo naslednje parametre: število živali ulovljenih ob času t (C_t), število označenih živali, ulovljenih v času t (R_t) in skupno število označenih živali v populaciji pred vzorčenjem ob času t (M_t) (Schwarz in Seber 1999).

Formula za oceno velikosti populacije:

$$\hat{N} = \frac{\sum(C_t M_t)}{\sum(R_t) + 1}$$

Schnablova metoda temelji na naslednjih predpostavkah:

- populacija je konstantna (ni imigracij in emigracij),
- smrtnost je zanemarljiva,
- vzorčenje je naključno,
- vsi osebki imajo enako verjetnost ujetja v vsakem od vzorcev (Schwarz in Seber 1999).

5.2.2.3 Metoda ocenjevanja velikosti populacije s programom MARK

Program nam lahko poda oceno številnih demografskih parametrov za ponovno ulovljene živali (npr. velikost populacije, preživetje, ulovljivost), kar je odvisno od uporabljene terenske metodologije in modula. Podatke za ponovni ulov živali lahko pridobimo od ponovno ulovljenih ali zgolj opaženih živali, prav tako od mrtvih živali (npr. lovske trofeje, ulovljene ribe), z radiometrijskim sledenjem ali s kombinacijo teh metod. V različnih modulih programa lahko uporabimo in modeliramo različne kombinacije parametrov. Modeliramo lahko samo eno skupino živali ali ločeno mlade in stare živali, ločeno samce in samice ali katerekoli smiselne skupine (npr. zaradi domnevno različne stopnje preživetja ali ulovljivosti). Število parametrov program uporabi za izračun vrednosti navideznega verjetja AIC (ang. *quasiliikelihood AIC value*) za vsak posamezen model, kar nam omogoči izbiro najprimernejšega modela (White in Burnham 1999).

Glede na načrt vzorčenja, omejeno območje raziskave in način življenja obeh vrst smo predvidevali, da je populacija kozličkov zaprta. Za analizo podatkov obeh vrst smo v programu MARK uporabili prirejeno metodo za zaprte populacije (modul *Closed captures*,

opcija *Huggins' p and c*). Ta modul ocenjuje velikost populacije (N) preko parametrov ulovljivosti (p) in ponovne ulovljivosti (c) – parametre pa modelira kot funkcijo časa, skupno ali ločeno za posamezno skupino (White in Burnham 1999).

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

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

5.3 Premiki

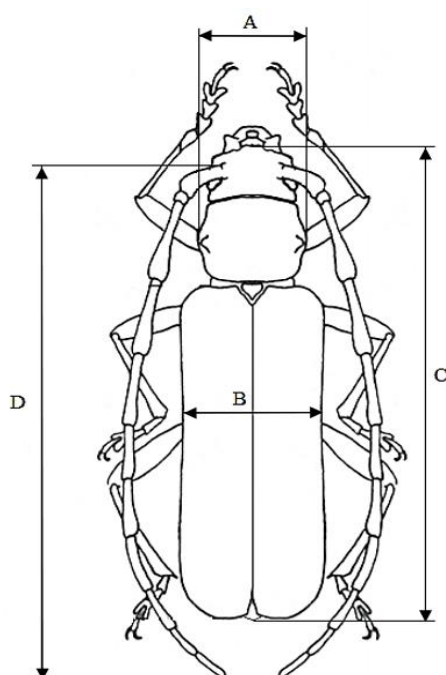
Za vsako od obeh proučevanih vrst smo grafično prikazali GPS točke vsakega ulova in ponovnega ulova. Izračunali smo razdalje med zaporednimi ulovi t.j. med 1. in 2. ulovom, 2. in 3. ulovom itd. za vse živali, ki so bile ponovno ujete vsaj enkrat, in razdalje razdelili v razrede (bukov kozliček: 0-1 m, 1-2m, 2-3m, >3m). Zaradi majhnega števila ponovnih ulovov pri alpskem kozličku smo rezultate razdalj med ulovi in ponovnimi ulovi prikazali le opisno in drugih statističnih testov nismo izvedli. Za bukovega kozlička smo za vsak spol izračunali povprečne razdalje s standardno deviacijo in s pomočjo programske opreme GraphPad z enosmernim T-testom preverili, ali se povprečna razdalja samcev in samic razlikuje ($p < 0,05$).

Za bukovega kozlička smo izračunali kumulativne deleže živali ki dosežejo posamezne dolžinske razrede in iz njih izračunali negativno eksponentno funkcijo (NEF), kjer verjetnost (P) za premik razdalje (D) ustreza enačbi $P = e^{-kD}$. Pri tem k predstavlja konstanto, ki opisuje obliko eksponentne funkcije. Izračunali smo tudi pričakovano razdaljo (D') med zaporednimi ulovi za samce in samice, ki ustreza formuli $D' = 1/k$ (Hill in sod. 1996).

Iste podatke smo nato uporabili tudi za izračun inverzne potenčne funkcije (IPF), kjer verjetnost (P) za premik razdalje (D) ustreza enačbi $P = CD^{-n}$, kjer C in n predstavljata konstanti (Hill in sod. 1996). Oba pristopa sta uporabna za ocenjevanje sposobnosti disperzije vrste v prostoru in nudita informacije, pomembne za varstvo vrst (Pennekamp in sod. 2014). Ocena velikosti populacije v MRR analizi (v programu MARK) nam je služila kot osnova za izračun števila živali, ki so sposobne premagati določeno razdaljo.

5.4 Biometrične meritve, označevanje in beleženje geografske pozicije kozličkov

Najdene hrošče smo ločili po spolu ter izmerili naslednje biometrične lastnosti: širino glave (A), širino telesa (B), dolžino telesa (C), dolžino anten (D) ter maso (Slika 10). Vse dolžinske meritve smo opravljali z ročnim kljunastim merilom. Hrošče smo tehtali z digitalno elektronsko tehtnico znamke Vastar z natančnostjo 0,01 g. Za vse lastnosti smo pripravili osnovni statistični opis. Razlike med samci in samicami v srednjih vrednostih izbranih biometričnih lastnosti smo testirali z enosmernim T-testom ($p < 0,05$).



Slika 10: Skica kozlička z označenimi merami: A - širina glave; B - telesna širina; C - telesna dolžina; D - dolžina anten (vir skice: P. Szwalko 2012).

Na koncu meritev smo vsako žival označili tako, da smo ji na elitre z alkoholnim markerjem napisali zaporedno številko najdbe hrošča (Slika 11). S tem smo lahko evidentirali ponovni ulov.



Slika 11: Primera enoznačne označitve hroščev z alkoholnim markerjem pri bukovem (levo) in alpskem (desno) kozličku.

Zaradi statusa zavarovane vrste bukovega in alpskega kozlička (Uradni list RS, št. 46/04) na območju Triglavskega narodnega parka (TNP) smo za raziskavo po Uredbi o zavarovanih prostoživečih živalskih vrst (2019) pridobili soglasje za znanstvene raziskave v TNP-ju (Zakon o Triglavskem narodnem parku) ter dovoljenje za poseg v populacijo zavarovanih živalskih vrst, ki ga je za Ministrstvo za okolje in prostor izdala Agencija Republike za okolje – ARSO.

Gauss-Krugerjeve koordinate lokacij, dreves in najdenih hroščev smo pridobili s pomočjo aplikacije Offline Maps (verzija 3.6). Pridobljene podatke smo nato vnesli v program ArcMap 10.4.1.

5.5 Izbira habitata

Na območju popisovanja smo pregledovali tako ležeče kot tudi stoječe odmrlo ali delno odmrlo drevje (Slika 12), poškodovana drevesa in šture. Pod odmrla bukova drevesa smo vključili ležeča odmrla drevesa, na katerih je še prisotno lubje. Med poškodovana drevesa smo šteli tista, ki imajo očiten znak poškodbe zaradi močnega vetra in/ali neviht (npr. počeno debl). Delno odmrla drevesa so še stoječa drevesa, ampak je moč opaziti odmiranje debla. Šturi pa so »ostanki« podrtih dreves velikega premera. Vsem drevesom smo izmerili premer (v prsni višini, približno na 130 cm) in določili nadmorsko višino ter osvetljenost okoli dreves. Čas pregledovanja posameznega drevesa ter tal okoli drevesa je trajal približno 3 minute.



Slika 12: Primer stoječega (zgoraj) in ležečega (spodaj) odmrlega bukovega drevesa.

6 REZULTATI

6.1 Rezultati terenskega vzorčenja

6.1.1 Številčnost in razporeditev bukovega in alpskega kozlička na popisni ploskvi

V gozdnem rezervatu Lemovje smo raziskavo hroščev v letu 2020 izvajali z metodo klasičnega pregledovanja ustreznih dreves. V postavljene živolovne pasti, namenjene za ulov bukovih kozličkov, nismo našli nobenega kozlička. Skupno smo določili 12 vzorčnih enot, na vsaki enoti je bilo vsaj eno bukovo drevo, ki bi ustrezalo alpskemu in/ali bukovemu kozličku (Preglednica 1).

Preglednica 1: Število bukovih dreves (stoječa/ležeča/štori) po vzorčnih enotah.

Enote	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Število dreves												
1	stoječe	stoječe	stoječe	stoječe	stoječe	stoječe	ležeče	stoječe	stoječe	stoječe	stoječe	stoječe
2		stoječe	ležeče	ležeče	stoječe	štor					stoječe	stoječe
3		ležeče		stoječe	ležeče	štor					ležeče	stoječe
4				stoječe	stoječe							ležeče
5					štor							stoječe

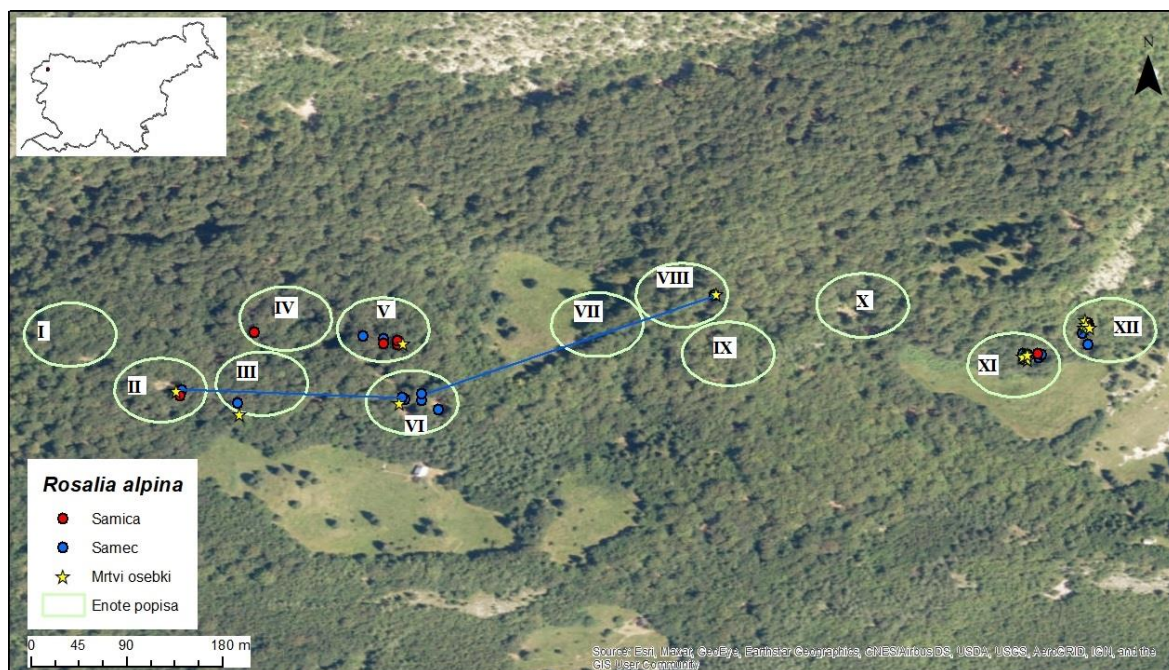
Na osmih enotah popisovanja smo našli 68 bukovih kozličkov, od tega 30 (44%) samcev in 38 (56%) samic. Našli smo tudi 3 mrtve bukove kozličke (Slika 13). Največ najdenih živali se je nahajalo na predzadnji enoti (enoti 11), kjer je bilo skupno kar 31 bukovih kozličkov, več kot 10 živali smo našli tudi na enoti 12 (13 bukovih kozličkov) in enoti 5 (11 bukovih kozličkov) (Priloga C).



Slika 13: Geografska razporeditev najdenih bukovih kozličkov (*Morimus asper funereus*) in premik samice (rdeča črta) v 12 enotah (I-XII) na območju popisa na planoti Lemovje v letu 2020.

Tudi alpske kozličke smo našli na osmih enotah popisovanja. Popisali smo 27 hroščev, od tega 18 (67%) samcev in 9 (33%) samic. Mrtvih alpskih kozličkov je bilo nekoliko več, in sicer 12 živali (Slika 14). Največ najdenih živali je bilo na enoti 11, kjer smo popisali skupno 8 hroščev, prav tako je bilo veliko število alpskih kozličkov na enoti 12 (6 živali) in enoti 5 (5 živali) (Priloga C).

Tako bukovih kot tudi alpskih kozličkov ni bilo opaziti na enoti 7 in 9, čeprav so bila tudi tam drevesa primerna za hrošče (odmrla in poškodovana drevesa). Glede na veliko najdb živali jim očitno najbolj ustrezajo debela odmrla bukova drevesa, ki se nahajajo na enotah 11 in 12 (Priloga C).



Slika 14: Geografska razporeditev najdenih alpskih kozličkov (*Rosalia alpina*) in premik dveh samcev (modra črta) v 12 enotah (I-XII) na območju popisa na planoti Lemovje v letu 2020.

6.2 Ocena velikosti populacij bukovega in alpskega kozlička

6.2.1 Pregled števila ulovljenih bukovih in alpskih kozličkov

Pri bukovem kozličku smo ulove opravili v 11 vzorčenjih (Preglednica 2) od 7.7. do 4.9., pri alpskemu pa smo zaradi kasnejšega pojava hroščev ulove opravili v 9 vzorčenjih (Preglednica 3), od 20.7. do 9.9.

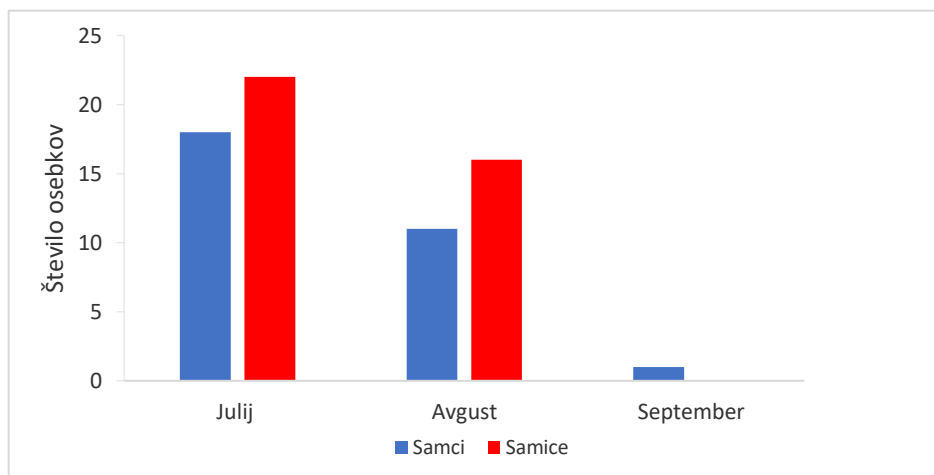
Največ bukovih kozličkov smo ujeli 14.7. in 6.8., najmanj pa 21.8. in 4.9 (Preglednica 2). Največ je bilo zabeleženih samic, čeprav se v zadnjih dveh vzorčenjih niso več pojavljale. Samce bukovega kozlička smo ujeli ob vseh za to vrsto uspešnih vzorčnih dnevih, največ pa smo jih zabeležili 14.7. Zabeleženih ponovnih ulovov oz. število označenih hroščev, ki so bili ujeti vsaj enkrat v času popisovanja, je bilo skupno 16 – od tega 9 samcev in 7 samic. Največ ponovnih ulovov smo zabeležili pri dveh samcih, in sicer štiri ponovne ulove ter tri ponovne ulove pri eni samici. Dvakrat smo ponovno ujeli 3 samce, enkratne ponovne ulove pa smo zabeležili pri štirih samcih in šestih samicah. Preostalih 52 bukovih kozličkov nismo nikoli ponovno ujeli.

Preglednica 2: Število ulovljenih bukovih kozličkov (*Morimus asper funereus*) na planoti Lemovje po datumih vzorčenja v letu 2020.

Datum vzorčenja	Samci	Samice	Skupaj
7.7.	1	6	7
10.7.	5	3	8
14.7.	7	5	12
20.7.	2	5	7
27.7.	1	2	3
31.7.	2	1	3
6.8.	3	10	13
14.8.	3	2	5
18.8.	4	4	8
21.8.	1	0	1
4.9.	1	0	1
9.9	0	0	0
Skupaj	30	38	68

Skupno smo največ bukovih kozličkov našli v mesecu juliju – 18 samcev in 22 samic (Slika 15). Njihovo število se je avgusta nekoliko znižalo, zopet je bilo popisanih več samic kot samcev. Kljub visokemu številu označenih živali v juliju in avgustu se je to septembra močno spremenilo. V septembru smo našli samo enega samca in nobene samice.

Številčnost bukovega kozlička se je značilno razlikovala med meseci vzorčenja ($\chi^2 = 5,991$, $df = 2$, $p < 0,05$).



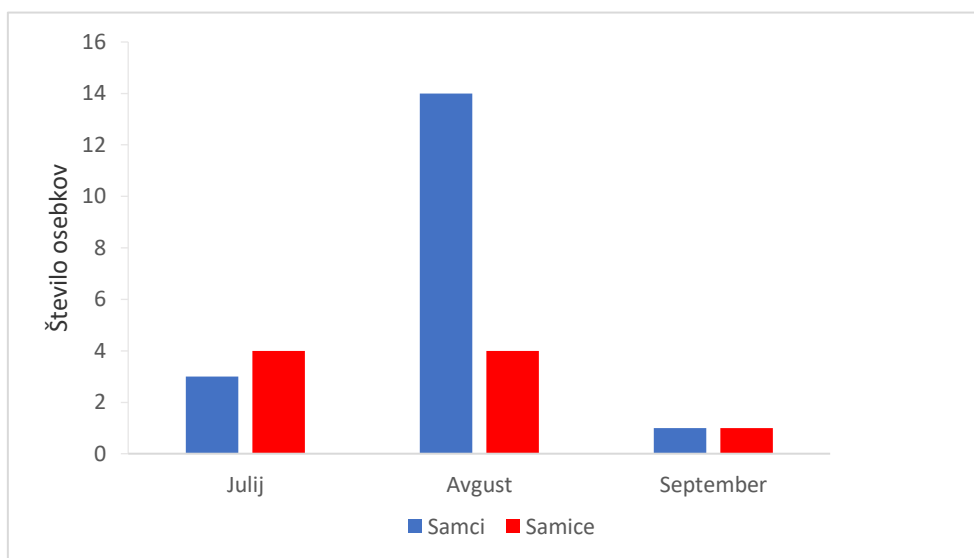
Slika 15: Število samcev in samic bukovih kozličkov (*Morimus asper funereus*) po mesecih od julija do septembra 2020.

Alpskih kozličkov smo ujeli za polovico manj kot bukovih kozličkov (Preglednica 3). Pri alpskemu kozličku je bilo dvakrat več ujetih samcev kot samic. Največ kozličkov smo popisali 6.8. in 21.8., najmanj pa 20.7., ko smo ujeli le enega samca. Samce smo popisali pri vsakem vzorčenju, samice pa le v petih (Preglednica 3). Tudi ponovnih ulovov je bilo pri alpskemu kozličku veliko manj kot pri bukovem – skupno smo zabeležili le tri, pri čemer so se po enkrat ponovno ujeli trije samci. Ponovnih ulovov samic nismo zabeležili.

Preglednica 3: Število ulovljenih alpskih kozličkov (*Rosalia alpina*) na planoti Lemovje po datumih vzorčenja v letu 2020.

Datum vzorčenja	Samci	Samice	Skupaj
7.7.	0	0	0
10.7.	0	0	0
14.7.	0	0	0
20.7.	1	0	1
27.7.	1	1	2
31.7.	1	3	4
6.8.	3	2	5
14.8.	2	0	2
18.8.	4	0	4
21.8.	3	2	5
27.8.	2	0	2
9.9.	1	1	2
Skupaj	18	9	27

Pri alpskemu kozličku je opazen velik porast samcev v avgustu (14 živali) (Slika 16). Število samic je julija in avgusta znašalo enako (4 samice), septembra pa sta bila najdena samo en samec in ena samica. Razmerje samcev in samic pri alpskemu kozličku se je značilno razlikovalo po mesecih vzorčenja ($\chi^2 = 13,816$, $df = 2$, $p = <0,001$).



Slika 16: Število samcev in samic alpskih kozličkov (*Rosalia alpina*) po mesecih od julija do septembra 2020.

6.2.2 Ocena velikosti populacije bukovega in alpskega kozlička z metodo po Schnablu

Z metodo po Schnablu smo izračunali, da je bila v časovnem obdobju vzorčenj na območju popisovanja skupna ocena velikosti populacije 113 odraslih bukovih kozličkov, s 95% intervalom zaupanja 83 - 177 (Preglednica 4).

Preglednica 4: Izračun populacije bukovega kozlička (*Morimus asper funereus*) po Schnablu. C_t - število živali ulovljenih v času t ; M_t - skupno število označenih živali v populaciji pred vzorčenjem ob času t ; R_t - število označenih živali, ulovljenih ob času t ; N - ocena velikosti populacije, IZ – 95% interval zaupanja.

Datum	Vzorčenje	C_t	M_t	R_t	$C_t M_t$
7.7.	1	7	0	0	0
10.7.	2	8	7	0	56
14.7.	3	15	15	3	225
20.7.	4	12	27	5	324
27.7.	5	6	34	3	204
31.7.	6	5	37	2	185
6.8.	7	16	40	3	640
14.8.	8	8	53	3	424
18.8.	9	11	58	3	638
21.8.	10	4	66	3	264
27.8.	11	2	67	2	134
4.9.	12	1	67	0	67
9.9.	13	0	68	0	0
VSOTA				27	3161

N (IZ): 113 (83-177)

Pri alpskemu kozličku smo z metodo po Schnablu izračunali, da je bila na območju popisa skupna ocena velikosti populacije 94 odraslih živali, s 95% intervalom zaupanja 51 - 618 (Preglednica 5).

Preglednica 5: Izračun populacije alpskega kozlička (*Rosalia alpina*) po Schnablu. C_t - število živali ulovljenih v času t ; M_t - skupno število označenih živali v populaciji pred vzorčenjem ob času t ; R_t - število označenih živali, ulovljenih ob času t ; N - ocena velikosti populacije, IZ – 95% interval zaupanja.

Datum	Vzorčenje	C_t	M_t	R_t	$C_t M_t$
7.7.	1	0	0	0	0
10.7.	2	0	0	0	0
14.7.	3	0	0	0	0
20.7.	4	1	0	0	0
27.7.	5	2	1	0	2
31.7.	6	4	3	0	12
6.8.	7	5	7	0	35
14.8.	8	2	12	0	24
18.8.	9	4	14	0	56
21.8.	10	7	18	2	126
27.8.	11	3	23	1	69
4.9.	12	0	25	0	0
9.9.	13	2	25	0	50
VSOTA				3	374

N (IZ): 94 (51-618)

6.2.3 Ocena velikosti populacije bukovega in alpskega kozlička v programu MARK

Za bukovega kozlička smo predpostavili, da je populacija zaprta in obravnavali populacijo združeno po spolu. Izmed šestih testiranih modelov v modulu za zaprte populacije se je kot najzanesljivejši izkazal model M_{th2} , ki predpostavlja dve skupini živali z različnim vedenjem (ocenjen delež večje skupine: $\pi = 0,96$; 95% interval zaupanja 0,87 – 0,99). V našem primeru predpostavljamo, da gre za različno vedenje samcev, kjer je za manjšo skupino samcev značilno daljše obdobje zavzemanja ustreznega drevesa ali štora (teritorialni samci – delež v populaciji je: $1 - \pi = 0,04$; 95% interval zaupanja 0,01 – 0,13), za drugo pa ne. Pri raziskavi kozličkov smo opazili tri takšne samce, ki smo jih ulovili večkrat (dva- do štirikrat) na istem drevesu. Pri tem modelu dobimo visoko oceno velikosti populacije – 208 živali, a z velikim intervalom zaupanja (95% interval zaupanja 118 – 462) (Preglednica 6).

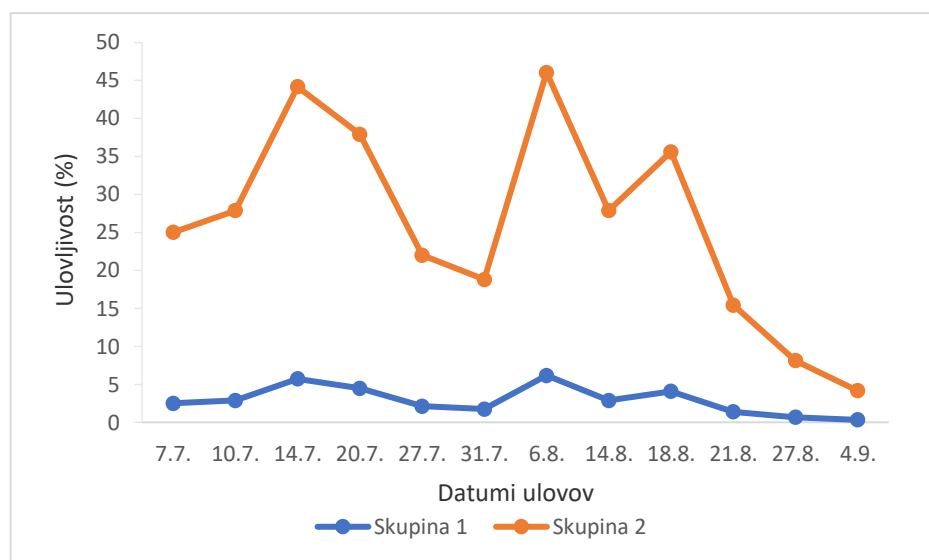
Preglednica 6: Modeli z različnimi parametri, ki smo jih testirali pri ocenjevanju velikosti populacije bukovega kozlička (*Morimus asper funereus*) na planoti Lemovje v letu 2020.

Model	AICc	Delta AICc	Število parametrov	Ocena števila živali	95% interval zaupanja	
					Spodnja meja	Zgornja meja
$\{M_{th2}\}$	514,32	0	14	208	118	462
$\{M_t\}$	523,51	9,19	12	122	97	168
$\{M_{bh2}\}$	528,85	14,54	4	96	76	167
$\{M_{h2}\}$	529,53	15,22	3	217	119	504
$\{M_b\}$	536,95	22,63	2	87	74	129
$\{M_0\}$	537,82	23,50	1	125	99	172

S pomočjo izbranega modela smo pridobili ocene parametrov ulovljivosti bukovega kozlička v času za obe podskupini (teritorialni samci ter skupaj neteritorialni samci in samice). Stopnja ulovljivosti za neteritorialno skupino je segala od 0,33% do 6,17% (Preglednica 7, Slika 17), za teritorialno skupino pa od 4,17% do 46,05%. Ulovljivost neteritorialne skupine se je do tretjega vzorčenja stopnjevala, nato pa se je v naslednjih treh vzorčenjih zmanjšala. Pri vzorčenju dne 6.8. je bila vrednost ulovljivosti najvišja, nato se je zopet zmanjšala ter 18.8. nekoliko zvišala. Od takratnega vzorčenja se je ulovljivost v naslednjih treh vzorčenjih znižala, najnižjo vrednost ulovljivosti pa je dosegla na zadnji datum vzorčenja (Slika 17). Ulovljivost teritorialne skupine se po datumih ulovov spreminja enako kot pri neteritorialni skupini, le deleži ulovljivosti so pri teritorialni skupini veliko večji (Slika 17).

Preglednica 7: Vrednosti realnih populacijskih parametrov za populacijo neteritorialne (skupina 1) in teritorialne (skupina 2) skupine bukovih kozličkov (*Morimus asper funereus*) na planoti Lemovje v letu 2020 in 95% interval zaupanja (IZ).

Vzorčenje	Ulovljivost (skupina 1)	IZ (skupina 1)	Ulovljivost (skupina 2)	IZ (skupina 2)
1	0,0251	0,0072 - 0,0831	0,2502	0,0867 - 0,5397
2	0,0289	0,0086 - 0,0927	0,2788	0,1013 - 0,5702
3	0,0574	0,0191 - 0,1601	0,4417	0,1994 - 0,7153
4	0,0449	0,0144 - 0,1313	0,3791	0,1583 - 0,6647
5	0,0213	0,0059 - 0,0735	0,22	0,0721 - 0,5058
6	0,0175	0,0046 - 0,0640	0,1881	0,0575 - 0,4678
7	0,0617	0,0207 - 0,1696	0,4605	0,2127 - 0,7295
8	0,0289	0,0086 - 0,0927	0,2788	0,1013 - 0,5702
9	0,0408	0,0129 - 0,1216	0,356	0,1443 - 0,6445
10	0,0139	0,0034 - 0,0546	0,1544	0,0431 - 0,4253
11	0,0068	0,0012 - 0,0366	0,0813	0,0159 - 0,3264
12	0,0033	0,0004 - 0,0296	0,0417	0,0049 - 0,2801



Slika 17: Prikaz spreminjanja ulovljivosti neteritorialne (skupina 1) in teritorialne (skupina 2) skupine bukovega kozlička (*Morimus asper funereus*) na planoti Lemovje v letu 2020.

Tudi pri alpskem kozličku smo podatke za oba spola obravnavali skupaj in naredili 8 modelov za zaprte populacije (Preglednica 8). Izmed teh modelov sta se izkazala kot primerna le dva – (1) model M_0 , ki predvideva stalno ulovljivost, ki je enaka ponovni ulovljivosti, ter (2) model M_t , pri katerem je ulovljivost časovno spremenljiva. Ostale modele smo zanemarili, čeprav so se nekateri po kriteriju AIC uvrstili pred model M_t , saj so bile njihove ocene parametrov nerealne in posledično tudi skupna ocena velikosti populacije. Razlog za to je v majhnem številu ponovnih ulovov. Posledično smo kriteriju AIC izbrali za najboljši model M_0 , pri čemer je ocena velikosti populacije znašala 125

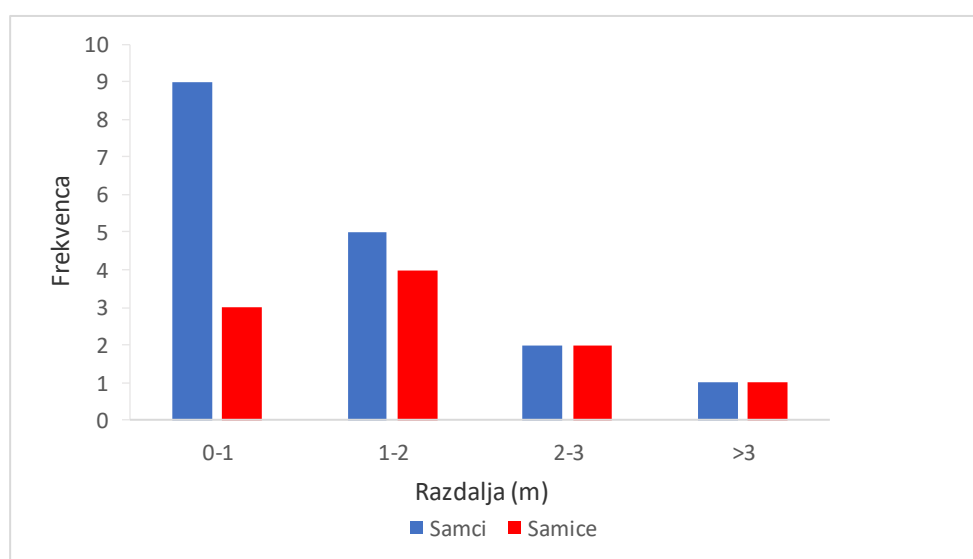
živali (95% interval zaupanja 56 – 353) (Preglednica 7). Ulovljivost osebkov je bila zelo majhna, le 0,027 (2,7%). Zelo podobno oceno je podal tudi model M_t (Preglednica 8).

Preglednica 8: Modeli z različnimi parametri, ki smo jih testirali pri ocenjevanju velikosti populacije alpskega kozlička (*Rosalia alpina*) na planoti Lemovje v letu 2020.

Model	AICc	Delta AICc	Število parametrov	Število živali	Spodnja meja	Zgornja meja
$\{M_0\}$	148,22	0	1	125	56	353
$\{M_b\}$	149,83	1,61	2			
$\{M_{h2}\}$	152,30	4,08	3			
$\{M_{bh2}\}$	153,95	5,73	4			
$\{M_t\}$	156,55	8,33	9	121	55	340
$\{M_{th2}\}$	156,55	8,33	9			
$\{M_{tb}\}$	158,01	9,79	10			
$\{M_{tbh2}\}$	162,42	14,20	12			

6.3 Premiki kozličkov

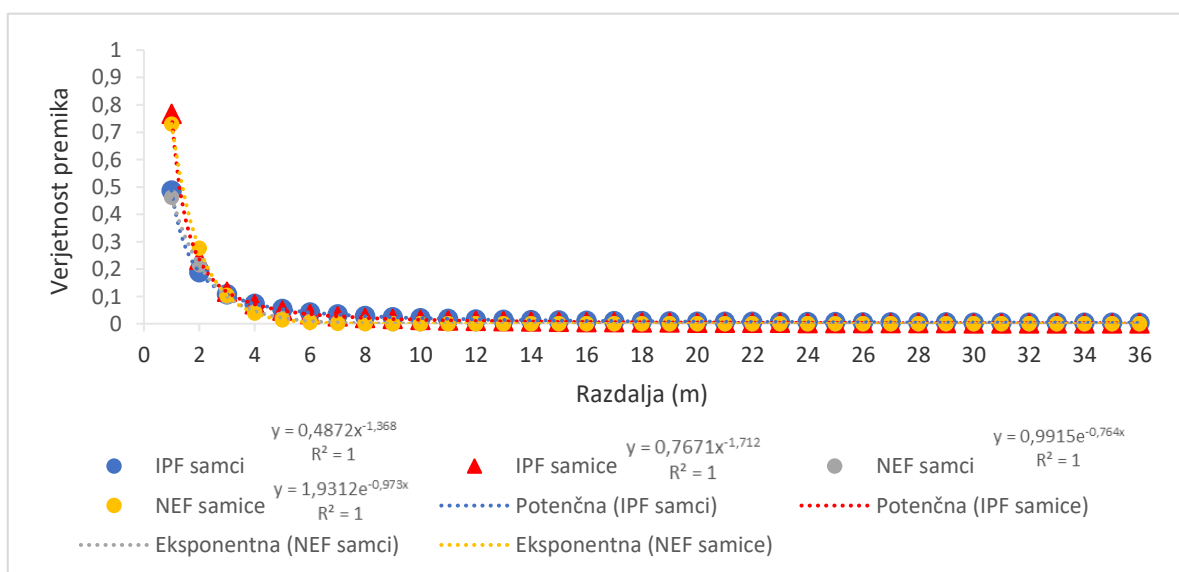
Pri bukovem kozličku smo zaznali veliko več premikov kot pri alpskem kozličku - pri samcih bukovega kozlička je bilo opaženih 18 premikov in 9 premikov pri samicah. Pri samcih je bilo največ premikov do enega metra (Slika 18), povprečna vrednost 2,2 m ter največja razdalja med premiki 12 m. Standardna deviacija je znašala 2,6 m. Premikov pri samicah je bilo manj, kljub temu je bila povprečna razdalja 5,3 m ter najdaljša razdalja 34 m, standardna deviacija je bila prav tako nekoliko višja kot pri samcih, in sicer 10,8 m. Med dvema zaporednima ulovoma je razdalja pri samcih v povprečju krajša kot pri samicah, vendar razlika ni statistično značilna ($T = 1,18$; $p = 0,25$).



Slika 18: Razdalja (m) med dvema zaporednima ulovoma samcev in samic bukovega kozlička (*Morimus asper funereus*) na planoti Lemovje v letu 2020.

Pri bukovem kozličku sta se obe funkciji (IPF in NEF), ki predvidevata verjetnost premikov na daljše razdalje, zelo dobro prilagajali podatkom tako za samce kot za samice (vedno $R^2 > 0,95$; Slika 19). Enačbe za izračune verjetnosti so za samce in samice za obe funkciji prikazane na Sliki 19. Pričakovana razdalja med zaporednima ulovoma (D') za NEF je znašala 1,30 m za samce in 1,03 m za samice. Napovedi premikov za določene razdalje so zbrane v Prilogi D za IPF in Priloga E za NEF. Večje verjetnosti za razdalje krajše od ca. 3 m oba modela pripisujeta samicam. Sicer so za razdalje, daljše od 4 m, verjetnosti za oba spola ne glede na model zelo nizke ($p < 0,1$). Model IPF predvideva, da se okoli 3 % samcev (3,4 %) in samic (2,7%) premika vsaj 7 m daleč (Priloga D). To razdaljo v realni populaciji dosežejo 4 živali (Priloga D). Skupaj vsaj 1 % živali (analiza za oba spola skupaj) doseže vsaj 10 m razdalje (za samce znaša ta vrednost 17 m, za

samice pa 12 m, Priloga D). Vrednosti modela NEF (Priloga E) pri daljših razdaljah hitreje upadajo kot pri modelu IPF.



Slika 19: Verjetnost premika samcev in samic bukovega kozlička (*Morimus asper funereus*) na določeno razdaljo, pridobljene iz NEF in IPF, na podlagi razdalj med točkami zaporednih ulovov hroščev.

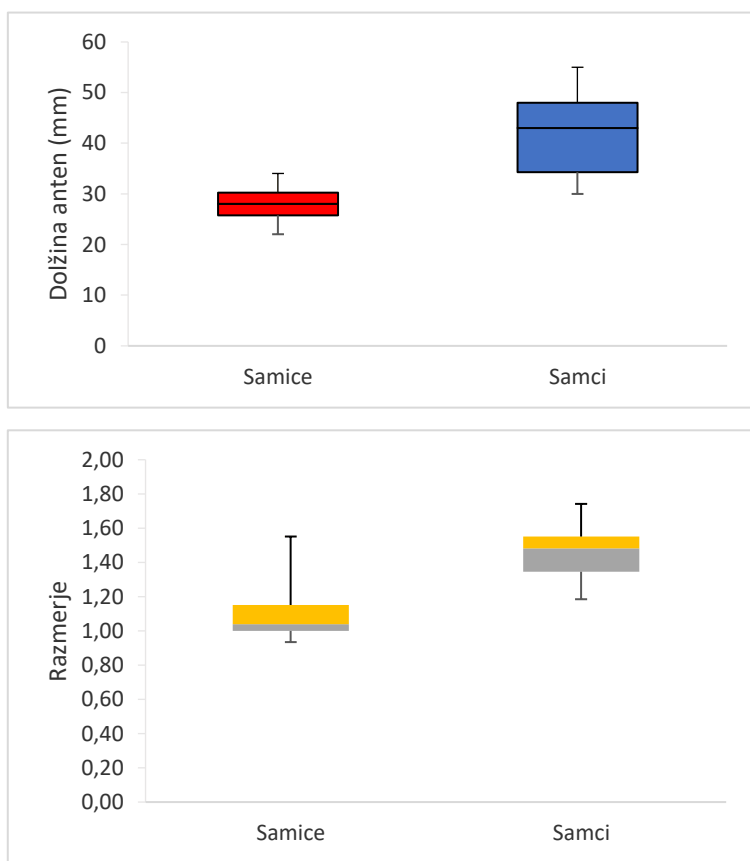
Pri alpskem kozličku smo zaznali tri premike, in sicer samo pri samcih. Razdalje so znašale 5 m, 137 m in 215 m med prvim in ponovnim ulovom. Pri samicah nismo imeli ponovnih ulovov, zato premikov nismo zabeležili.

6.4 Biometrične lastnosti bukovega in alpskega kozlička

Glede na podatke biometričnih lastnosti (Priloga F) so pri bukovem kozličku samci v primerjavi s samicami daljši, širši, težji ter imajo občutno daljše antene (T-test = 10,7; $p < 0,0001$; Preglednica 9). Manjše razlike so opazne le pri širini glave (T-test = 2,2; $p < 0,05$; Preglednica 9), pri širini oprsja pa med spoloma ni statistično značilnih razlik (T-test = 1,6; $p > 0,05$; Preglednica 9). Najbolj očitna razlika med spoloma se pokaže v dolžini anten (Slika 20), ki je opazna tudi, če jo prikažemo relativno glede na dolžino telesa (T-test = 11,2; $p < 0,0001$) (Slika 20). Antene pri samcih vedno presegajo dolžino telesa, kar je značilno tudi za večino samic (Slika 20).

Preglednica 9: Biometrične lastnosti bukovega kozlička (*Morimus asper funereus*) - primerjava med spoloma: N – število meritev, minimum, kvartilni interval, mediana, maksimum, SE (standardni odklon), p vrednost, t-test, in standardna napaka.

Biometrična lastnost	Spol	N	Minimum	Q1	Mediana	Q3	Maksimum	SE	p	t-test	Standardna napaka
Masa (g)	f	36	0,5	0,9	1,2	1,6	2,7	0,5	0,0068	2,7918	0,128
	m	30	0,73	1,175	1,56	1,892	2,54	0,46			
Celotna dolžina (mm)	f	38	20	24	26	29,25	32	3,34	0,0021	3,1984	0,799
	m	30	22	27	29	31	35	3,06			
Dolžina anten (mm)	f	38	22	25,75	28	30,25	34	2,87	<0,0001	10,739	1,29
	m	30	30	34,25	43	48	55	7,14			
Relativna dolžina anten (mm)	f	38	0,93	1	1,04	1,15	1,55	0,13	<0,0001	11,22	0,03
	m	30	1,19	1,34	1,48	1,55	1,74	0,14			
Širina glave (mm)	f	38	4	5	6	7	8	1,05	0,029	2,2325	0,26
	m	30	4	6	7	7	9	1,05			
Širina oprsja (mm)	f	38	7	9	10	11	13	1,5	0,119	1,5796	0,362
	m	30	7	9,75	11	11	13	1,41			

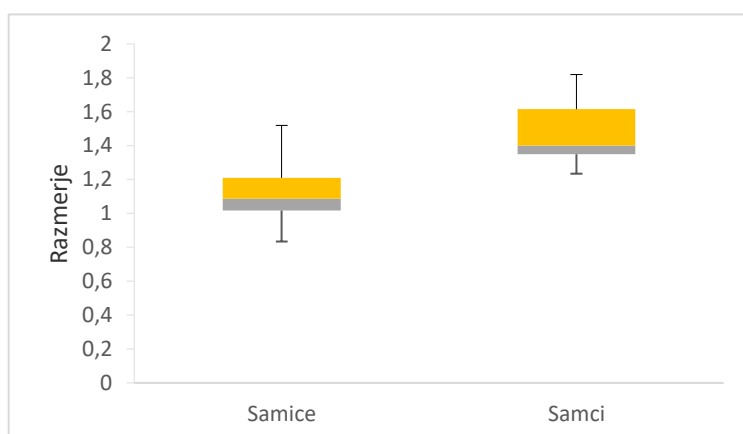
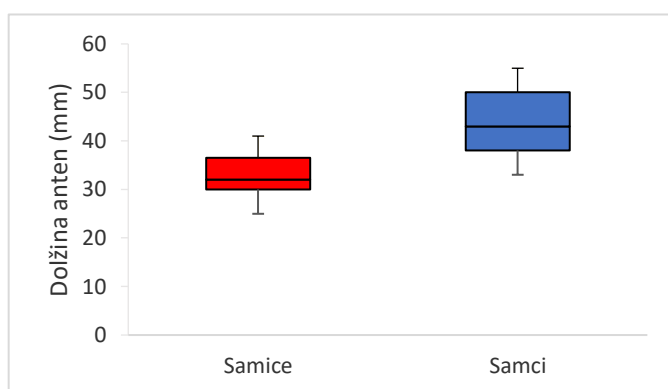


Slika 20: Primerjava absolutne in relativne (razmerje glede na dolžino telesa) dolžine anten med samci in samicami bukovega kozlička (*Morimus asper funereus*) s planote Lemovje v letu 2020. Kvadrat predstavlja kvartile (25% - 75%), črta označuje mediano, kraki prikazujejo maksimum in minimum.

Vse biometrične lastnosti izmerjenih **alpskih kozličkov** (Priloga G) so prikazane v Preglednici 10. Glede na vrednosti se samci od samic v večini biometričnih lastnosti ne razlikujejo veliko. To ne velja za dolžino anten (Slika 21), saj imajo samci značilno daljše antene (T-test = 4,1; $p = 0,0004$), kar velja tudi za relativne vrednosti glede na dolžino telesa (T-test = 4,7; $p < 0,0001$) (Slika 21). Tudi pri alpskem kozličku pri vseh samcih dolžina anten presega dolžino telesa, pri samicah pa ne vedno (Slika 21).

Preglednica 10: Biometrične lastnosti alpskega kozlička (*Rosalia alpina*) - primerjava med spoloma: N – število meritev, minimum, kvartilni interval, mediana, maksimum, SE (standardni odklon), p vrednost, t-test, in standardna napaka.

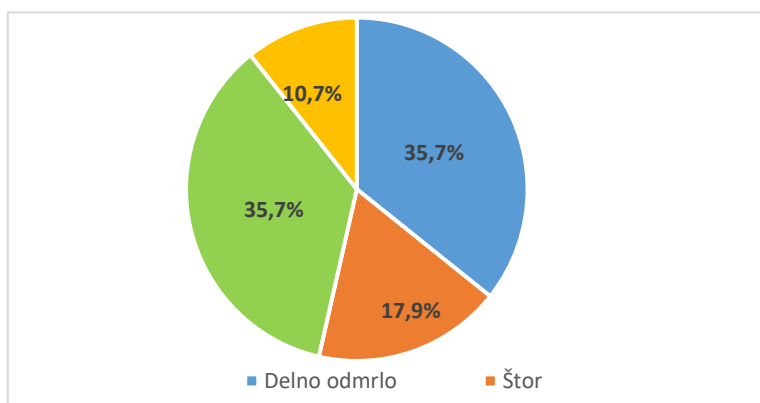
Biometrična lastnost	Spol	N	Minimum	Q1	Mediana	Q3	Maksimum	SE	p	t-test	Standardna napaka
Masa (g)	f	8	0,3	0,3	0,4	0,6	0,8	0,15	0,6566	0,4504	0,069
	m	17	0,2	1,31	0,45	0,54	0,83	0,15			
Celotna dolžina (mm)	f	9	24	27,5	30	30,5	35	2,83	0,7739	0,2906	1,912
	m	17	22	24,5	30	33	42	5,11			
Dolžina anten (mm)	f	9	25	30	32	36,5	41	4,52	0,0004	4,1024	2,648
	m	17	33	38	43	50	55	6,89			
Relativna dolžina anten (mm)	f	9	0,83	1,02	1,09	1,21	1,52	0,18	<0,0001	11,22	0,03
	m	17	1,23	1,35	1,40	1,61	1,82	0,16			
Širina glave (mm)	f	9	4	4	5	5	5	0,5	0,7058	0,382	0,24
	m	17	4	4	5	5	6	0,59			
Širina oprsja (mm)	f	9	7	7,5	8	8,5	9	0,67	0,1537	1,4733	0,359
	m	17	6	7	7	8	10	0,92			



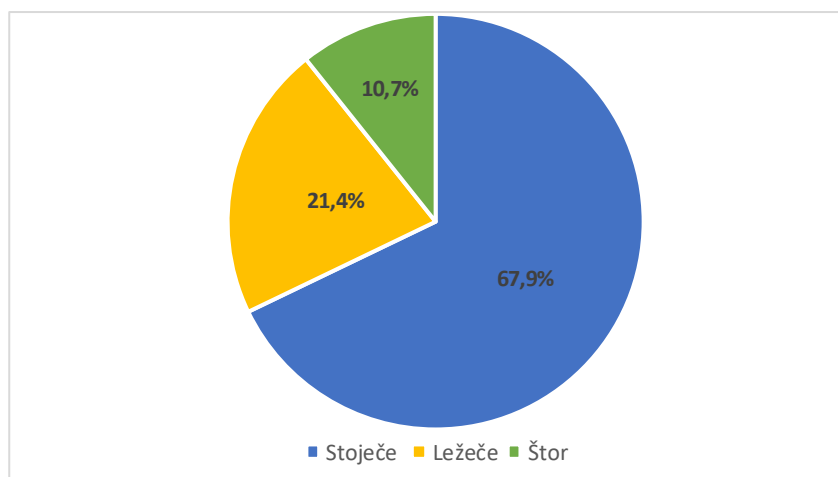
Slika 21: Primerjava absolutne in relativne (razmerje glede na dolžino telesa) dolžine anten med samci in samicami alpskega kozlička (*Rosalia alpina*) s planote Lemovje v letu 2020. Kvadrati predstavljajo kvartile (25% - 75%), črte v kvadratu označuje mediano, kraki prikazujejo maksimum in minimum.

6.5 Analiza izbire habitata

Na območju popisovanja alpskega in bukovega kozlička smo označili skupno 28 vseh pregledanih bukovih dreves v različnih zdravstvenih stanjih, na katerih smo našli kozličke. Najbolj zastopana so bila delno odmrta in odmrta drevesa z isto vrednostjo zastopanosti (35,7%), pri čemer so bila delno odmrta drevesa vsa stoječa, odmrta pa tako stoječa kot tudi ležeča (Priloga H). Zastopanost štorov je bila za polovico manjša (17,9%), najmanjši pa je bil odstotek poškodovanih dreves (10,7%) (Slika 22). Na splošno je stoječih dreves (67,9%) več kot ležečih (21,4%), najmanjši pa je delež štorov (10,7%) (Slika 23).

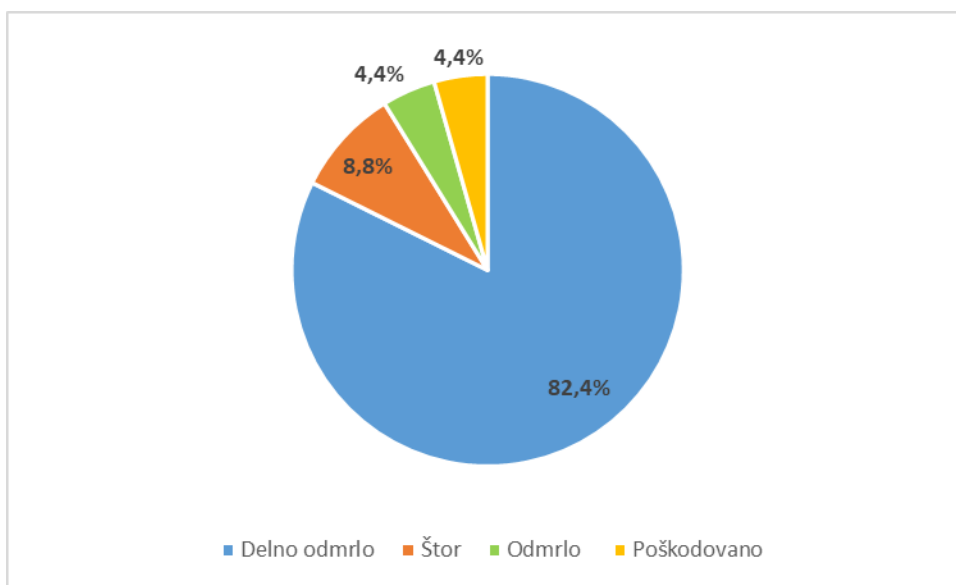


Slika 22: Zastopanost stanja bukovih dreves (N=28) na območju popisa alpskih (*Rosalia alpina*) in bukovih (*Morimus asper funereus*) kozličkov.

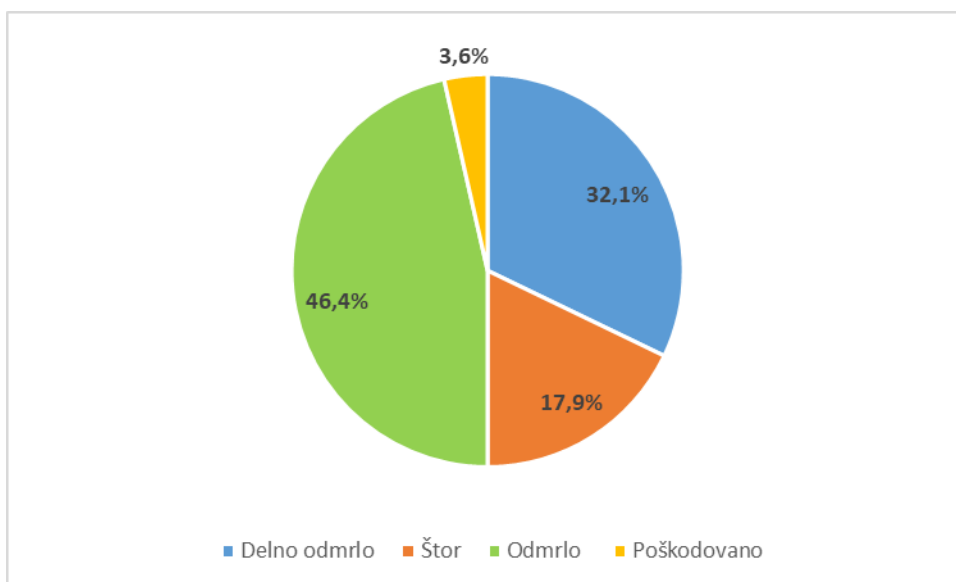


Slika 23: Delež ležečih in stoječih dreves ter štorov (N=28) na območju popisa alpskih (*Rosalia alpina*) in bukovih (*Morimus asper funereus*) kozličkov.

Bukovi kozlički so si najraje izbrali delno odmrle bukve (82,4%), medtem ko smo 8,8% bukovih kozličkov opazili na štorih, na poškodovanih in odmrlih drevesih pa je bil delež kozličkov enak, in sicer 4,4% (Slika 24). Pri alpskemu kozličku pa so bili ti deleži nekoliko drugačni (Slika 25). Alpski kozlički si najraje izberejo odmrla drevesa (46,4%), nekoliko manj pa delno odmrta drevesa (32,1%). Skupno 17,9% živali smo našli na štorih, le 3,6% alpskih kozličkov pa smo popisali na poškodovanih bukovih drevesih.

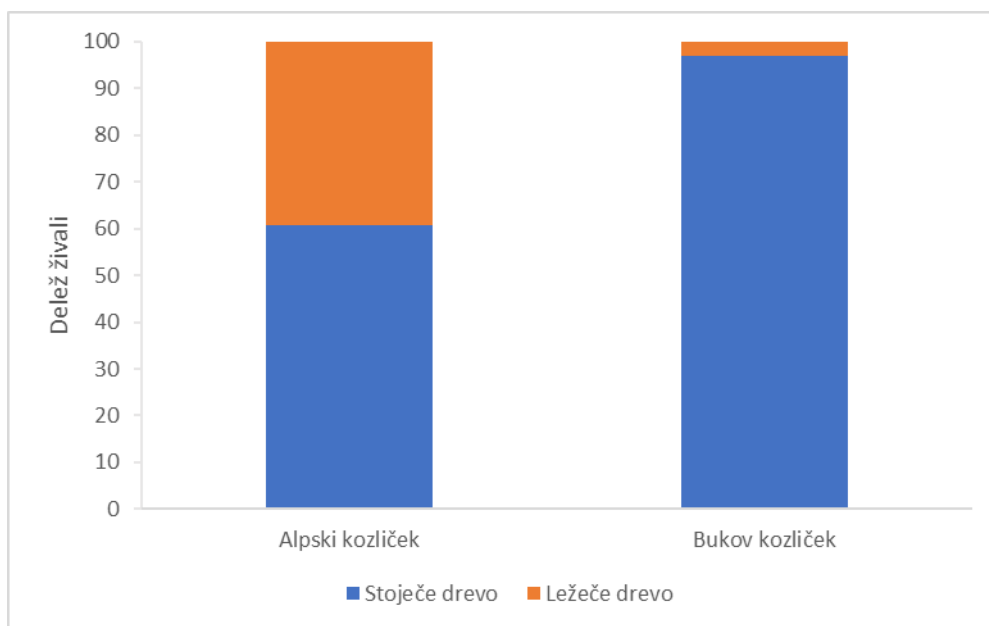


Slika 24: Delež bukovih kozličkov (*Morimus asper funereus*) glede na stanje dreves na planoti Lemovje v letu 2020.



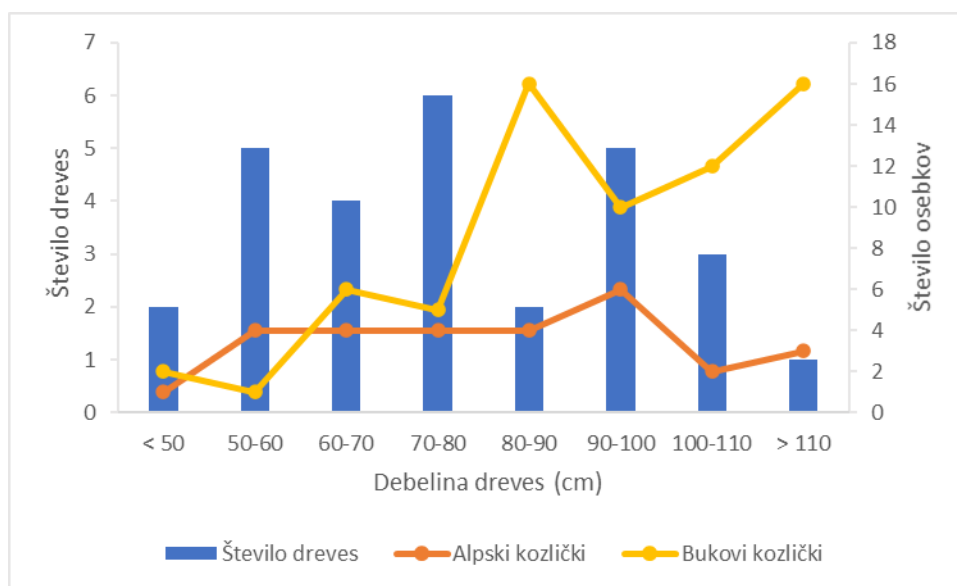
Slika 25: Delež alpskih kozličkov (*Rosalia alpina*) glede na stanje dreves na planoti Lemove v letu 2020.

Glede na postavitev dreves, si kozlički očitno rajše izberejo stoječa bukova drevesa (Slika 26). Najbolj očitna razlika je opazna pri bukovem kozličku, saj smo kar 97% živali popisali na stoječih delno odmrlih ali poškodovanih bukovih drevesih. Le 3% živali smo našli na ležečih odmrlih drevesih. Pri alpskemu kozličku ni opazne tako zelo velike razlike kot pri bukovem kozličku, smo pa vseeno našli več kot polovico živali na stoječih bukovih drevesih (61%), 39% živali pa smo opazili na ležečih odmrlih bukovih drevesih.



Slika 26: Delež alpskih (*Rosalia alpina*) in bukovih (*Morimus asper funereus*) kozličkov glede na kategoriji stoječih in ležečih dreves.

V gozdnem rezervatu Lemovje je število tanjših dreves (<30 cm) zelo nizko, v večini prevladujejo debelejša bukova drevesa nad 50 cm premera (Slika 27). Največ bukovih dreves je bilo s premerom med 70 in 80 cm, najdebelejše drevo pa je bilo premera 115 cm (Priloga H). Število alpskih in bukovih kozličkov po drevesih je bilo dokaj različno – glede na podatke na alpske kozličke debelina dreves ne vpliva toliko, saj se njihovo število po različnih debelinah dreves ni zelo spreminjalo. Vseeno pa lahko rečemo, da imajo raje drevesa z večjim premerom, torej več kot 50 cm premera (tam je bila najdena ena žival), še več pa smo jih opazili na drevesih s premerom od 90 do 100 cm (6 živali). Pri bukovih kozličkih se zlahka opazi preferenca za debelejša drevesa. Najmanj živali smo našli na drevesih z manjšim premerom (do 60 cm premera), kjer so se skupno nahajali le trije bukovski kozlički. Pri drevesih z večjim premerom (od 80 cm premera) je njihovo število kar veliko. Največ hroščev (16) je bilo opaženih pri drevesih s premerom od 80 do 90 cm ter pri naši najdebelejši bukvi v raziskavi (premer = 115 cm), kjer se je prav tako nahajalo 16 hroščev (Slika 27).



Slika 27: Število alpskih (*Rosalia alpina*) in bukovih (*Morimus asper funereus*) kozličkov po različnih debelinah dreves na planoti Lemovje v letu 2020.

7 DISKUSIJA

V mesecih pojavljanja alpskega in bukovega kozlička (od julija do septembra) smo uporabili enostavno metodo pregledovanja odmrlih in poškodovanih dreves ter štorov. Vrezec in sod. (2011) so zaradi domnevne nočne aktivnosti bukovih kozličkov poleg dnevnega pregledovanja dreves predlagali tudi kombinacijo lova z živalovnimi pastmi ob ležečih odmrlih drevesih in štorih. Ta metoda v našem primeru ni bila uspešna, saj v celotnem času popisovanja v živalovnih pasteh nismo ujeli nobenega bukovega kozlička, kljub temu pa se je v pasteh ujelo nekaj drugih vrst in sicer pajek iz rodu volkcev (*Pardosa sp.*), navadni matija (*Phalangium opilio*), vijoličasti krešič (*Carabus violaceus*) in hrošč iz rodu *Ocypus* iz poddružine kratkorilcev.

V časovnem razponu 65 dni smo v 11 vzorčenjih popisali 68 bukovih kozličkov in v 9 vzorčenjih smo popisali 27 alpskih kozličkov. Ocene velikosti populacij kozličkov, ki smo jih pridobili z metodo po Schnablu in s programom MARK, se za obe vrsti razlikujeta. Z metodo po Schnablu smo za **bukovega kozlička** ocenili 113 živali (95% interval zaupanja = 83 – 177), s programom MARK pa 208 živali (95% interval zaupanja = 118 – 462). S programom MARK smo testirali različne modele in izbrali tistega, ki se je izkazal najboljši po kriteriju AIC in je bil biološko realen. Najboljši je bil model M_{th2} , ki predvideva heterogeno ulovljivost dveh skupin. V našem primeru gre zelo verjetno za različno vedenje manjše skupine samcev (okoli 4% celotne populacije), ki za daljše obdobje zavzemajo in branijo ustrezno drevo ali štor pred tekmeci (Polak 2012). Taki teritorialni samci imajo tudi veliko višjo ulovljivost (saj ostajajo dlje časa na istem mestu) kot preostali samci in samice v populaciji. Pri **alpskem kozličku** smo z metodo po Schnablu ocenili 94 živali (z zelo širokim 95% intervalom zaupanja = 51 – 618), s programom MARK pa 125 živali (95% interval zaupanja = 56 – 353), pri čemer je bil najbolj primeren model M_0 , ki predvideva konstantno ulovljivost in enako ponovno ulovljivost med osebki. Morda bi bil bolj realen kakšen drug model, vendar je zaradi majhnega števila ponovnih ulovov večina modelov neuporabnih.

Pri bukovih kozličkih smo imeli nekoliko večji delež samic od samcev, in sicer 56% samic in 44 % samcev, pri alpskih kozličkih pa ravno obratno, kjer je bil delež samic 33%, delež samcev pa 67%. Za alpske kozličke je značilno tudi krajše življenjsko obdobje odraslih (do 15 dni za samice in do 35 dni za samce, Campanaro in sod. 2017). Nizko število samic si torej lahko razlagamo s krajšim življenjskim obdobjem, saj je zanje značilna takojšnja kopulacija in ovipozicija jajčec, ko izstopijo iz lesa (Campanaro in sod. 2017, Drag in sod. 2011). Tako pri alpskem kot pri bukovem kozličku se je število živali iz meseca avgusta v september opazno močno zmanjšalo, čeprav je tudi res, da je število vzorčenj v septembru bilo nižje, saj smo vzorčili le do 9. septembra. Kljub temu smatramo, da vsaj del tako

hitrega upada lahko pripišemo obilnim padavinam konec avgusta v Julijskih Alpah, kjer je padlo več kot 200 mm padavin, prav tako se je v tistem času znatno znižala tudi temperatura zraka (Cegnar T. 2020). Predvidevamo, da po zadnjem datumu vzorčenja zaradi nizkih temperatur ne bi ulovili več veliko živali.

Ker se nekateri samci bukovih kozličkov dlje časa zadržujejo na istem ustreznem drevesu, se to pokaže tudi pri premikih te vrste. Med dvema zaporednima ulovoma smo pri samcih namreč opazili več krajših razdalj, pri katerih je bilo največ premikov do enega metra, torej so se večinoma premikali okoli »svojega« drevesa. Samice so se za razliko od samcev premikale manj pogosto, vendar je bila razdalja med dvema zaporednima ulovoma daljša. Za samice je značilno premikanje med drevesi z namenom, da si poiščejo samca za razmnoževanje in ustrezno drevo za ovipozicijo (Hardersen in sod. 2017, Polak 2012). Samice se lahko razmnožujejo čez celo sezono z več različnimi samci (Polak 2012). Funkciji IPF (inverzna potenčna funkcija) in NEF (negativna eksponentna funkcija) smo uporabili za ocenjevanje zmožnosti disperzije bukovih kozličkov na našem območju raziskave. Na splošno je IPF model boljši za predpostavljane redkih dolgih razdalj kot NEF (Pennekamp in sod. 2014). Povezljivost na ravni 3% populacije je zadostna za zagotavljanje genetskega pretoka (Zimmermann in sod. 2011), kar bi po naši projekciji pomenilo razdalji približno 8 m za samce in 7 m za samice oziroma 5 m (izračunano za oba spola skupaj). Razdalje so kratke ter se med samci in samicami se ne razlikujejo veliko. Razlog za to je seveda v nezmožnosti letenja bukovih kozličkov in morda tudi v dobri povezljivosti med ustreznimi bukovimi drevesi na našem območju raziskave.

Pri alpskih kozličkih smo opazili le tri premike samcev, vendar so bile zaradi zmožnosti letenja hroščev te razdalje veliko daljše kot pri bukovih kozličkih. Žal pa zaradi skopih podatkov podrobne analize premikov alpskih kozličkov nismo opravili.

Izmerili smo tudi nekatere splošne biometrične lastnosti kozličkov, saj nas je zanimalo, kako se samci razlikujejo od samic. Samci kozličkov so navadno večji in težji od samic, najbolj pa izstopajo dolge antene samcev, saj so pri kozličkih lahko tudi do dvakrat daljše od dolžine telesa. Tudi v našem vzorcu so bili samci bukovih kozličkov nekoliko težji in večji od samic, največja razlika pa se je pokazala prav v dolžini anten, pri katerih samci samice močno presegajo. Nekoliko manj opazne so razlike v masi in dolžini ter širini telesa pri samcih in samicah alpskih kozličkov, saj so te biometrične lastnosti med samci in samicami dokaj podobne. Kljub temu smo tudi pri alpskih kozličkih opazili veliko daljše antene pri samcih. Namen dolgih anten pri samcih obeh vrst se je pokazal s tem, ko samci običajno dlje časa mirujejo v značilni drži, to je v izpostavljenem položaju s široko razširjenimi antenami, in pri tem nakazujejo zasedenost ustreznega drevesa pred drugimi samci iste vrste (Campanaro in sod. 2017, Polak 2012).

Pri vsesplošni primerjavi biometričnih lastnosti med alpskimi in bukovimi kozlički so te prav tako dobro vidne. Bukovi kozlički so na splošno nekoliko bolj robustni, širina glave in oprsja je večja kot pri alpskih kozličkih, prav tako so skoraj dvakrat težji. So pa alpski kozlički nekoliko daljši (dolžina telesa) in imajo daljše antene kot bukovni kozlički. Pri rokovanju s hrošči smo opazili tudi, da so bukovni kozlički veliko bolj čvrsti kot alpski, ki so zaradi vitkega telesa in mehkejših eliter bolj občutljivi. Da so samci bukovih kozličkov toliko večji od alpskih, je morda razlog v njihovi nezmožnosti letenja. Zaradi tega ima več samcev na razpolago manj ustreznih dreves, pri čemer pride do več medsebojnih bojev med samci za obstanek na drevesu ter posledično za razmnoževanje. Poleg tega so v raziskavi (Rossi de Gasperis in sod. 2016) opazili pogostejše razmnoževanje večjih samcev bukovih kozličkov s samicami, domnevno zaradi več zmag v boju z manjšimi samci. Pri boju samci alpskih in bukovih kozličkov uporabljajo močne mandibule, kar je tudi najbolj verjeten razlog za številne poškodbe. V naši raziskavi smo opazili več samcev, predvsem bukovih kozličkov, ki jim je največkrat manjkala segment antene ali cela antena, nekaterim je manjkala tudi del noge. Pri dveh samcih alpskih kozličkov smo opazili le poškodbo na nogah.

V naši raziskavi nas je zanimalo tudi, kakšna drevesa si kozlički izberejo najraje. Na območju popisovanja na planoti Lemovje prevladuje star bukov gozd, z veliko odmrlimi in delno odmrlimi drevesi, poškodovanimi drevesi in štori, kar predstavlja ustrezen habitat za kozličke. Največji delež predstavljajo odmrla in delno odmrla bukova drevesa, nekaj je tudi štorov, najmanj pa je poškodovanih bukovih dreves. Glede na položaj prevladujejo predvsem stoječa bukova drevesa. Največji delež bukovih kozličkov smo opazili na delno odmrlih drevesih večjega premera, na katerih se je nahajalo več kozličkov hkrati. Takšna drevesa so primerna predvsem za samice, ki polagajo jajčeca. S tem pripomorejo k razvoju ličink, saj imajo dovolj hrane za njihov dolg razvoj v deblu. Nekoliko manj živali smo našli na odmrlih ležečih, poškodovanih drevesih in štorih. Ta drevesa so zavzemali predvsem samci bukovih kozličkov, ki jih uporabljajo kot mesta za parjenje (Hardensen in sod. 2017). Alpski kozlički si najraje izberejo odmrla bukova drevesa, kar nekaj pa smo jih opazili tudi na delno odmrlih drevesih. Kot navajajo različni viri (Campanaro in sod. 2017, Hardensen in sod. 2017), si tako bukovni kot tudi alpski kozlički najraje izberejo stoječa drevesa, kar smo potrdili tudi v naši raziskavi. Pri bukovih kozličkih je ta izbor prevladujoč, saj smo v večini primerov kozličke popisali prav na stoječih drevesih. Tudi pri alpskih kozličkih je podobno, čeprav smo v primerjavi z bukovim kozličkom pri njih zabeležili nekoliko nižji delež živali, ki so zasedle stoječa drevesa. Takšno preferenco si lahko razlagamo z večjo razpoložljivostjo hrane za ličinke ter večjo izolacijo od vlažnih razpadajočih razmer, značilnih za gozdove z veliko odmrlimi drevesi (Campanaro in sod. 2017).

Planota Lemovje je gozdni rezervat, za katerega sta značilna naravni razvoj in pomikanje proti naravni drevesni sestavi (bukovju), zato je tudi delež odmrlih dreves precejšen. V naši raziskavi so bila skoraj vsa drevesa, kjer so se pojavljali hrošči, debelejša od 50 cm premera. Kot že omenjeno, so si kozlički izbirali drevesa večjega premera, kar je še posebej opazno pri bukovih kozličkih, saj se je njihovo število močno povečevalo z večanjem debeline dreves. Število alpskih kozličkov, ki so zasedali drevesa v različnih razredih debeline je podobno. Na splošno pa velja, da drevesa z večjimi premeri predstavljajo trajnejši življenjski prostor glede na hrano in vlažnost (Jurc 2004) kar smo potrdili tudi v naši raziskavi.

8 ZAKLJUČEK

Namen naše raziskave je bil oceniti velikost populacije alpskega in bukovega kozlička v gozdnem rezervatu Lemovje, ugotoviti razlike v biometričnih lastnosti med samci in samicami obeh vrst ter med vrstama, raziskati njihove premike med drevesi ter ugotoviti, katera drevesa kozličkom najbolj ustrezajo.

Prišli smo do naslednjih zaključkov:

- (1) Oцени velikosti populacij obeh vrst na planoti Lemovje nakazujeta, da je populacija bukovega kozlička na tem območju številčnejša od alpskega kozlička, čeprav verjetno obe vrsti na tej planoti oblikujeta vitalni populaciji.
- (2) Oцени velikosti obeh populacij se med različnima uporabljenima metodama zlasti pri bukovem kozličku precej razlikujeta in imata lahko široke intervale zaupanja, vendar smatramo, da so te ocene uporabne kot izhodiščno stanje za nadaljnje spremljanje populacij obeh vrst.
- (3) Spolno razmerje se med obema vrstama razlikuje – pri bukovem kozličku je bilo več samic kot samcev (razmerje samci/samice = 0,79) , pri alpskem kozličku pa ravno obratno, samcev je bilo dvakrat več kot samic (razmerje samci/samice = 2,00). S tem smo ugotovili, da so ta razmerja med samci in samicami pri obeh vrstah neuravnotežena.
- (4) Največ premikov, sicer na krajše razdalje, smo zaznali pri bukovem kozličku, ki so se večinoma gibali okoli enega drevesa. Čeprav je bilo zaznanih malo premikov pri alpskih kozličkih, so bile pa te razdalje precej daljše, zato lahko kljub majhnemu številu zabeleženih premikov pri alpskem kozličku potrdimo večjo sposobnost disperzije v primerjavi z bukovim kozličkom.
- (5) Za uspešno razmnoževanje in ovipozicijo si tako bukovi kot tudi alpski kozlički najraje izberejo stoječa odmrta ali delno odmrta bukova drevesa, ki pa morajo biti večjega premera (več kot 50 cm).

Gozdni rezervat Lemovje, z velikim številom debelih odmrlih in delno odmrlih bukovih dreves ter štorov, je več kot ustrezno območje za spremljanje stanja velikosti populacije alpskega in bukovega kozlička. Kljub majhnemu območju rezervata smo v eni sezoni popisali veliko število kozličkov. Da bi preverili, ali sta populaciji alpskega in bukovega kozlička stabilni, bi vsekakor morali z raziskavo nadaljevati vsaj še nekaj let ali celo desetletij, s čimer bi dejansko lahko potrdili upadanje ali naraščanje populacije.

Gozdni rezervati, ki so prepuščeni naravnemu razvoju in na katere človek ne vpliva, so izjemno pomembni za raziskovanje in spremljanje razvoja takšnega ekosistema. V ta

ekosistem spadajo torej tudi saproksilni organizmi, ki zaradi hitrejše razgradnje lesa ter presnove velike količine hranil znatno prispevajo k biotski pestrosti gozdov. Najpomembnejši razlog za obvarovanje saproksilnih žuželk ter vzdrževanje habitatov mrtvega lesa je ta, da bi lahko izguba raznolikosti vplivala na vzdrževanje trajnega delovanja ekosistemov. Zato bi se bilo potrebno posvetiti izobraževanju in ozaveščanju o pomenu saproksilnih organizmov in tudi zavarovanju ogroženih vrst hroščev tako za tiste, ki delajo v gozdu, kot tudi za širšo javnost.

9 LITERATURA IN VIRI

Bosso L., Garonna A. P., in Russo D. 2009. Maximum entropy modelling applied to predict species distribution: *Rosalia alpina linnaeus* as a case study.

Brelj, S., Drovenik, B., Pirnat, A. 2006. Gradivo za favno hroščev (Coleoptera) Slovenije: 2. prispevek. Gradivo za favno hroščev (Coleoptera) Slovenije. Polyphaga: Chrysomeloidea (=Phytophaga): Cerambycidae. Scopolia, 58, 1-442.

Campanaro A., De Zan L. R., Hardersen S., Antonini G., Chiari S., Cini A., Mancini E., Mosconi F., Rossi de Gasperis S., Solano E. in Bologna M. A. 2017. Guidelines for the monitoring of *Rosalia alpina*. Nature Conservation 20:165-203.

Cegnar T. (ur.). 2020. Naše okolje, Mesečni bilten Agencije RS za okolje. Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za okolje, Ljubljana 27 (8): 3-52.

Danilevsky M. L. 2013. A check-list of longicorn beetles (Coleoptera, Cerambycoidea) of Europe, 1–41. <http://www.cerambycidae.net/europe.pdf>

Direktiva sveta 92/43/EGS o ohranjanju naravnih habitatov ter prostoživečih živalskih in rastlinskih vrst. 1992. Uradni list Evropske unije.

Drag L., Hauck D., Pokluda P., Zimmermann K., Cizek L. 2011. Demography and dispersal ability of a threatened saproxylic beetle: a mark-recapture study of the rosalia longicorn (*Rosalia alpina*). PLoS One 6(6).

Drovenik B. Pirnat A. 2003. Strokovna izhodišča za vzpostavljanje omrežja Natura 2000: hrošči (Coleoptera): končno poročilo. Znanstvenoraziskovalni center SAZU, Biološki inštitut Jovana Hadžija, Ljubljana.

Duelli P., Wermelinger B. 2005. *Rosalia alpina* L.: Un Cerambicide raro ed emblematico. Sherwood 114: 19–23.

European Environment Agency. Species: *Morimus funereus*. Report under the Article 17 of the Habitats Directive, Period 2007-2012. Verzija 19.4.15. https://eunis.eea.europa.eu/species/258#legal_status (datum dostopa 28. 1. 2021).

European Environment Agency. Species: *Rosalia alpina*. Report under the Article 17 of the Habitats Directive, Period 2007-2012. Verzija 19.4.15. <https://eunis.eea.europa.eu/species/313> (datum dostopa 28. 1. 2021).

Evans H. F., Moraal L. G., Pajares J. A. 2007. Biology, ecology and economic importance of Buprestidae and Cerambycidae. V: Lieutier F., Day K. R., Battisti A., Gregoire J. C., Evans H. F. (ur). Bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis. Springer, Dordrecht: 447-474.

Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Tolmin. 2011 – 2020. Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Tolmin.

Grce D. 2012. Ocena naravnosti gozdnih rezervatov Slovenije, problematičnih z vidika lastništva, na podlagi mrtve lesne biomase. Magistrsko delo, Univerza v Ljubljani.

Hardersen, S., Bardiani M., Chiari S., Maura M., Maurizi E., Roversi P. F., Mason F. in Bologna M. A. 2017. Guidelines for the monitoring of *Morimus asper funereus* and *Morimus asper asper*. Nature Conservation, 20, 205.

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

Jurc M. 2004. Pomen saproksilnih hroščev ter njihovo ohranjanje v Sloveniji. V: Brus R. (ur.). Staro in debelo drevje v gozdu: zbornik referatov, XXII. Gozdarski študijski dnevi. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 57-74.

Jurc M., Ogris N., Pavlin R., Borkovic D. 2008. Forest as a habitat of saproxylic beetles on Natura 2000 sites in Slovenia. Revue d'écologie.

Jurc M. 2012. Fitofagna entomofavna bukovih gozdov Slovenije. V: Bončina A. (ur.). Bukovi gozdovi v Sloveniji: ekologija in gospodarjenje. Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Biotehniška fakulteta: 141-166.

Kariyanna B., Mohan M. in Gupta R. 2017. Biology, ecology and significance of longhorn beetles (Coleoptera: Cerambycidae). J. Entomol. Zool. Stud, 5, 1207-1212.

Klots A. B. 1970. Žuželke: living insects of the world. Ljubljana, Ilustrirana enciklopedija živali.

Mlinšek D. 1978. Novi gozdni rezervati v Sloveniji. Ljubljana. Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo.

Pennekamp F., Garcia-Pereira P. in 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. — J. Insect Conserv. 18: 497–508.

Polak S. 2012. Phenology and mating behaviour of *Morimus funereus* (Coleoptera, Cerambycidae). V: Jurc M. (ur.), Saproxyllic beetles in Europe: monitoring, biology and conservation. Studia Forestalia Slovenica vol 137, pp 43–52.

Pravilnik o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih. Uradni list RS, št. 5/1998, 70/2006, 12/2008.

Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam. Uradni list RS, št. 82/2002.

Rossi de Gasperis S., De Zan L. R., Romiti F., Hardersen S., Carpaneto G. M. 2016. Sexual dimorphism and intra-specific allometric relationships between secondary sexual character and body size in *Morimus asper/funereus* (Coleoptera: Cerambycidae). Journal of Morphology 137 (1): 119-130.

Rozman R., Arih A. 2015. Naravovarstveni pomen gozdov. V: Poljanec A. (ur.), Gozdovi v Triglavskem narodnem parku: ekologija in upravljanje. Zavod za gozdove Slovenije: 107-126.

Rugani T., Diaci J. 2012. Bukovi pragozdovi v Sloveniji: struktura in razvojna dinamika. V: Bončina A. (ur.). Bukovi gozdovi v Sloveniji: ekologija in gospodarjenje. Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Biotehniška fakulteta: 193-207.

Schwarz C. J., in Seber G. A. 1999. A review of estimating animal abundance III. Statistical Science, 14(4), 427-456.

Solano E., Mancini E., Ciucci P., Mason F., Audisio P. in Antonini G. 2013. The EU protected taxon *Morimus funereus* Mulsant, 1862 (Coleoptera: Cerambycidae) and its western Palaearctic allies: systematics and conservation outcomes. Conservation Genetics, 14(3), 683-694.

Uredba o spremembah in dopolnitvah Uredbe o varovalnih gozdovih in gozdovih s posebnim namenom. Uradni list RS, št. 56/2007.

Uredba o varovalnih gozdovih in gozdovih s posebnim namenom. Uradni list RS, št. 88/2005.

Uredba o zavarovanih prostoživečih živalskih vrstah. Uradni list RS, št. 46/2004, 109/2004, 84/2005, 115/2007, 32/2008 – odl. US, 96/2008, 36/2009, 102/2011, 15/2014, 64/2016 in 62/2019.

Velkavrh M. 2018. Pomen odmrlega drevja v habitatu belohrbtega detla (*Dendrocopos leucotos lilfordi*). Magistrsko delo, Univerza v Ljubljani.

Vrezec A., Pirnat A., Kapla A., Denac D. 2008. Zasnova spremljanja stanja populacij izbranih ciljnih vrst hroščev vključno z dopolnitvijo predloga območij za vključitev v omrežje NATURA 2000: *Morinus funereus*, *Rosalia alpina*, *Cerambyx cerdo*, *Osmoderma eremita*, *Limoniscus violaceus*, *Graphoderus bilineatus*: končno poročilo. Nacionalni inštitut za biologijo (NIB).

Vrezec A., Pirnat A., Kapla A., Polak S., Vernik M., Brelih S. in Drovenik B. 2011. Pregled statusa in raziskanosti hroščev (Coleoptera) evropskega varstvenega pomena v Sloveniji s predlogom slovenskega poimenovanja. Acta entomologica slovenica, 2(19), 81-138.

Wang Q. (Ur). 2017. Cerambycidae of the world: biology and pest management. CRC press.

White G. C. in Burnham K. P. 1999. Program MARK: survival estimation from populations of marked animals. Bird study, 46(sup1), S120-S139.

Zakon o Triglavskem narodnem parku (Uradni list RS, št. 52/10 in 46/14 -ZON-C, 60/17 in 82/20).

Zimmermann K., Blazkova P., Cizek O., Fric Z., Hula V., Kepka P., Novotny D., Slamova I., Konvicka M. 2011. Demography of adults of the Marsh fritillary butterfly, *Euphydryas aurinia* (Lepidoptera: Nymphalidae) in the Czech Republic: Patterns across sites and seasons. European Journal of Entomology, 108(2).

PRILOGE

PRILOGA A *Prikaz zgodovine bukovih kozličkov (samcev in samic) po datumih vzorčenja*

Številka osebk	Spol	Datum: 7.7. 10.7. 14.7. 20.7. 27.7. 31.7. 6.8. 14.8. 18.8. 21.8. 27.8. 4.9. 9.9.													
		Številko vzorčenj	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	♀		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	♀		1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
3	♀		1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
4	♀		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	♂		1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
6	♀		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	♀		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	♂		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	♀		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	♀		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
11	♂		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	♂		0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
13	♂		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	♂		0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
15	♀		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	♂		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	♂		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	♂		0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0
19	♀		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	♀		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	♂		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	♂		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	♀		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	♀		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	♂		0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	♀		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	♂		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	♀		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	♀		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	♀		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	♂		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	♀		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	♀		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	♂		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	♀		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
36	♂		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
37	♀		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
38	♂		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
39	♂		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

PRILOGA C *Število bukovih in alpskih kozličkov po enotah*

Enote	Koordinate (GPS)	Nadmorska višina (m)	Število bukovih kozličkov	Število alpskih kozličkov
ENOTA 1	46°21'03.35" N 13°40'21.05" E	984	1	0
ENOTA 2	46°21'01.67" N 13°40'23.81" E	972	2	2
ENOTA 3	46°21'02.94" N 13°40'25.95" E	988	5	1
ENOTA 4	46°21'03.64" N 13°40'28.24" E	1004	3	1
ENOTA 5	46°21'03.51" N 13°40'30.59" E	999	11	5
ENOTA 6	46°21'01.29" N 13°40'31.47" E	978	0	4
ENOTA 7	46°21'03.66" N 13°40'37.12" E	957	0	0
ENOTA 8	46°21'04.56" N 13°40'39.70" E	965	0	1
ENOTA 9	46°21'02.77" N 13°40'41.11" E	950	0	0
ENOTA 10	46°21'04.25" N 13°40'45.20" E	955	2	0
ENOTA 11	46°21'02.63" N 13°40'50.44" E	931	31	8
ENOTA 12	46°21'03.26" N 13°40'52.92" E	926	13	6

PRILOGA D *Ocenjeni deleži in število živali (ločeno za samce ($\sigma\sigma$), samice ($\varphi\varphi$) ter oba spola skupaj ($\sigma\varphi$)), ki se gibljejo do določene razdalje v IPF modelu. Osnova za izračun števila živali, ki dosežejo določeno razdaljo (D), je ocena velikosti populacije, izračunane v programu MARK za oba spola skupaj ($N = 208$), z 95 % intervali zaupanja ($N_{min} = 118$, $N_{max} = 462$). Decimalne vrednosti pri številu živali niso realne.*

D (m)	$\sigma\sigma$	$\varphi\varphi$	$\sigma\varphi$	$N_{\sigma\varphi}$	$N_{\sigma\varphi min}$	$N_{\sigma\varphi max}$
1	0,487200	0,767100	0,605100	125,8608	71,40180	279,5562
2	0,188755	0,234147	0,176317	36,67394	20,80541	81,45845
3	0,108394	0,116955	0,085709	17,82747	10,11366	39,59756
4	0,073129	0,071470	0,051376	10,68621	6,062368	23,73571
5	0,053891	0,048777	0,034543	7,184944	4,076074	15,95887
6	0,041995	0,035699	0,024974	5,194592	2,946932	11,53799
7	0,034011	0,027419	0,018984	3,948672	2,240112	8,770608
8	0,028332	0,021815	0,014970	3,113760	1,766460	6,916140
9	0,024116	0,017832	0,012140	2,525120	1,432520	5,608680
10	0,020879	0,014889	0,010065	2,093520	1,187670	4,650030
11	0,018327	0,012647	0,008496	1,767168	1,002528	3,925152
12	0,016270	0,010897	0,007277	1,513616	0,858686	3,361974
13	0,014583	0,009501	0,006311	1,312688	0,744698	2,915682
14	0,013177	0,008369	0,005532	1,150656	0,652776	2,555784
15	0,011990	0,007437	0,004893	1,017744	0,577374	2,260566
16	0,010977	0,006659	0,004362	0,907296	0,514716	2,015244
17	0,010103	0,006002	0,003916	0,814528	0,462088	1,809192
18	0,009343	0,005443	0,003538	0,735904	0,417484	1,634556
19	0,008677	0,004962	0,003213	0,668304	0,379134	1,484406
20	0,008089	0,004545	0,002933	0,610064	0,346094	1,355046
21	0,007567	0,004180	0,002689	0,559312	0,317302	1,242318
22	0,007100	0,003860	0,002475	0,514800	0,292050	1,143450
23	0,006681	0,003577	0,002287	0,475696	0,269866	1,056594
24	0,006303	0,003326	0,002120	0,440960	0,25016	0,979440
25	0,005961	0,003102	0,001972	0,410176	0,232696	0,911064
26	0,005650	0,002900	0,001839	0,382512	0,217002	0,849618
27	0,005365	0,002719	0,001720	0,357760	0,202960	0,794640
28	0,005105	0,002555	0,001612	0,335296	0,190216	0,744744
29	0,004866	0,002406	0,001514	0,314912	0,178652	0,699468
30	0,004645	0,002270	0,001426	0,296608	0,168268	0,658812
31	0,004441	0,002146	0,001345	0,279760	0,158710	0,621390
32	0,004253	0,002033	0,001271	0,264368	0,149978	0,587202
33	0,004077	0,001928	0,001203	0,250224	0,141954	0,555786
34	0,003914	0,001832	0,001141	0,237328	0,134638	0,527142
35	0,003762	0,001743	0,001084	0,225472	0,127912	0,500808
50	0,002309	0,000947	0,000575	0,119600	0,067850	0,265650
100	0,000895	0,000289	0,000167	0,034736	0,019706	0,077154
150	0,000514	0,000144	8,14E-05	0,016931	0,009605	0,037607
200	0,000347	8,82E-05	4,88E-05	0,01015	0,005758	0,022546

PRILOGA E *Ocenjeni deleži in število živali (ločeno za samce ($\sigma\sigma$), samice ($\varphi\varphi$) ter oba spola skupaj ($\sigma\varphi$)), ki se gibljejo do določene razdalje v NEF modelu. Osnova za izračun števila živali, ki dosežejo določeno razdaljo (D), je ocena velikosti populacije, izračunane v programu MARK za oba spola skupaj ($N = 208$), z 95 % intervali zaupanja ($N_{min} = 118$, $N_{max} = 462$). Decimalne vrednosti pri številu živali niso realne.*

D (m)	$\sigma\sigma$	$\varphi\varphi$	$\sigma\varphi$	$N_{\sigma\varphi}$	$N_{\sigma\varphi min}$	$N_{\sigma\varphi max}$
1	0,461840	0,729892	0,572957	119,1751	67,60893	264,7061
2	0,215125	0,275861	0,209309	43,53627	24,69846	96,70076
3	0,100205	0,104261	0,076463	15,90430	9,022634	35,32591
4	0,046675	0,039405	0,027933	5,810064	3,296094	12,90505
5	0,021741	0,014893	0,010204	2,122432	1,204072	4,714248
6	0,010130	0,005629	0,003728	0,775424	0,439904	1,722336
7	0,004717	0,002127	0,001362	0,283296	0,160716	0,629244
8	0,002197	0,000804	0,000497	0,103376	0,058646	0,229614
9	0,001023	0,000304	0,000182	0,037856	0,021476	0,084084
10	0,000477	0,000115	6,64E-05	0,013811	0,007835	0,030677
11	0,000222	4,34E-05	2,43E-05	0,005054	0,002867	0,011227
12	0,000103	1,64E-05	8,86E-06	0,001843	0,001045	0,004093
13	4,82E-05	6,20E-06	3,24E-06	0,000674	0,000382	0,001497
14	2,24E-05	2,34E-06	1,18E-06	0,000245	0,000139	0,000545
15	1,05E-05	8,86E-07	4,32E-07	8,99E-05	5,10E-05	0,0002
16	4,87E-06	3,35E-07	1,58E-07	3,29E-05	1,86E-05	7,3E-05
17	2,27E-06	1,27E-07	5,76E-08	1,20E-05	6,80E-06	2,66E-05
18	1,06E-06	4,78E-08	2,11E-08	4,39E-06	2,49E-06	9,75E-06
19	4,92E-07	1,81E-08	7,69E-09	1,60E-06	9,07E-07	3,55E-06
20	2,29E-07	6,83E-09	2,81E-09	5,84E-07	3,32E-07	1,3E-06
21	1,07E-07	2,58E-09	1,03E-09	2,14E-07	1,22E-07	4,76E-07
22	4,97E-08	9,76E-10	3,75E-10	7,80E-08	4,43E-08	1,73E-07
23	2,32E-08	3,69E-10	1,37E-10	2,85E-08	1,62E-08	6,33E-08
24	1,08E-08	1,39E-10	5,01E-11	1,04E-08	5,91E-09	2,31E-08
25	5,03E-09	5,27E-11	1,83E-11	3,81E-09	2,16E-09	8,45E-09
26	2,34E-09	1,99E-11	6,68E-12	1,39E-09	7,88E-10	3,09E-09
27	1,09E-09	7,52E-12	2,44E-12	5,08E-10	2,88E-10	1,13E-09
28	5,08E-10	2,84E-12	8,91E-13	1,85E-10	1,05E-10	4,12E-10
29	2,37E-10	1,07E-12	3,26E-13	6,78E-11	3,85E-11	1,51E-10
30	1,10E-10	4,06E-13	1,19E-13	2,48E-11	1,40E-11	5,5E-11
31	5,13E-11	1,54E-13	4,35E-14	9,05E-12	5,13E-12	2,01E-11
32	2,39E-11	5,80E-14	1,59E-14	3,31E-12	1,88E-12	7,35E-12
33	1,11E-11	2,19E-14	5,80E-15	1,21E-12	6,84E-13	2,68E-12
34	5,19E-12	8,29E-15	2,12E-15	4,41E-13	2,50E-13	9,79E-13
35	2,42E-12	3,13E-15	7,74E-16	1,61E-13	9,13E-14	3,58E-13
50	2,55E-17	1,44E-21	2,13E-22	4,43E-20	2,51E-20	9,84E-20
100	6,55E-34	1,07E-42	2,90E-44	6,03E-42	3,42E-42	1,34E-41
150	1,68E-50	7,95E-64	3,94E-66	8,20E-64	4,65E-64	1,82E-63
200	4,33E-67	5,92E-85	5,35E-88	1,11E-85	6,31E-86	2,47E-85

PRILOGA F Podatki biometričnih meritev bukovega kozlička na planoti Lemovje v letu 2020

Št. osebk	Spol	Masa (g)	Celotna dolžina (mm)	Dolžina anten (mm)	Širina glave (mm)	Širina oprsja (mm)
1	♀	0,59	20	25	5	8
2	♀	2,7	31	32	8	12
3	♀	0,77	24	26	4	7
4	♀	1,17	23	29	7	10
5	♂	1,27	29	43	9	13
6	♀	0,58	21	25	5	7
7	♀	1,13	20	31	6	10
8	♂	2,54	33	50	8	13
9	♀	1,13	25	34	6	9
10	♀	0,51	20	22	5	7
11	♂	1,95	32	47	7	10
12	♂	1,62	29	43	7	11
13	♂	1,56	29	39	7	11
14	♂	1,5	29	39	6	11
15	♀	1,62	29	31	6	10
16	♂	0,92	23	32	5	9
17	♂	1,56	29	41	7	11
18	♂	1,56	29	49	7	10
19	♀	0,7	24	30	5	13
20	♀	1,29	27	28	5	10
21	♂	1,79	31	47	7	11
22	♂	1,89	31	51	7	11
23	♀	1,98	30	28	7	12
24	♀	0,96	26	31	5	9
25	♂	1,79	27	42	7	11
26	♀	1,16	26	26	6	10
27	♂	2,5	35	50	8	13
28	♀	1,08	25	25	6	9
29	♀	0,73	23	23	5	9
30	♀	1,33	27	29	6	10
31	♂	0,73	22	30	5	8
32	♀	1,45	28	28	6	10
33	♀	0,91	24	25	6	9
34	♂	0,96	24	32	5	7
35	♀	1,54	27	26	6	11
36	♂	1,16	27	32	6	9
37	♀	1,25	27	28	6	10
38	♂	1,24	27	32	6	10
39	♂	0,85	24	30	6	9
40	♀	0,64	25	27	5	8
41	♀	0,62	20	25	5	8

42	♂	1,9	31	48	7	10
43	♂	1,29	27	35	6	10
44	♀	1,33	26	28	7	10
45	♀	0,97	25	25	6	10
46	♀	1,85	30	28	7	11
47	♀	1,77	30	30	8	12
48	♀	1,09	29	33	5	9
49	♀	1,83	30	30	6	11
50	♀	1,87	30	31	7	11
51	♀	2,07	30	31	8	12
52	♂	1,05	28	43	6	10
53	♀	1,55	29	30	8	11
54	♀	np	24	26	5	9
55	♂	0,88	24	32	4	9
56	♀	1,4	26	28	6	11
57	♂	1,62	30	45	7	11
58	♂	1,98	31	50	8	11
59	♀	1,09	25	25	6	10
60	♂	1,51	27	47	6	10
61	♀	0,86	23	30	5	8
62	♂	1,8	30	48	7	11
63	♀	1,72	30	30	7	11
64	♂	2,16	33	55	8	13
65	♀	np	32	33	8	12
66	♂	1,75	30	44	7	11
67	♂	1,18	27	40	6	9
68	♂	1,94	31	46	7	11

PRILOGA G Podatki biometričnih meritev alpskega kozlička na planoti Lemovje v letu 2020

Št. osebka	Spol	Masa (g)	Celotna dolžina (mm)	Dolžina anten (mm)	Širina glave (mm)	Širina oprsja (mm)
1	♂	np	np	np	np	np
2	♂	0,83	35	55	5	7
3	♀	np	28	30	4	7
4	♀	0,48	27	41	5	8
5	♀	0,76	31	32	5	9
6	♀	0,52	30	25	5	8
7	♂	0,62	32	47	6	8
8	♂	0,5	23	39	4	6
9	♀	0,67	30	35	4	8
10	♂	0,45	30	40	5	7
11	♂	0,58	33	45	5	8
12	♀	0,32	24	30	4	7
13	♂	0,58	33	45	5	8
14	♂	0,4	34	43	5	8
15	♂	0,35	25	35	4	7
16	♂	0,31	22	40	5	7
17	♂	0,45	30	50	4	7
18	♂	0,5	33	50	4	8
19	♂	0,27	42	54	4	7
20	♀	0,34	30	33	5	9
21	♂	0,2	23	34	4	6
22	♀	0,35	30	30	4	8
23	♂	0,25	24	33	4	7
24	♂	0,49	29	40	5	8
25	♂	0,48	32	53	5	10
26	♀	0,37	35	38	5	8
27	♂	0,31	30	37	5	8

PRILOGA H *Tabela pregledanih bukovih dreves na planoti Lemovje v letu 2020*

Število dreves	Drevo ležeče/stoječe	Stanje drevesa	Debelina drevesa (cm)
1	stoječe	delno odmrlo	70
2	stoječe	štor	64
3	stoječe	delno odmrlo	84
4	ležeče	odmrlo	66
5	stoječe	štor	65
6	ležeče	odlomljeno drevo	56
7	stoječe	poškodovano deblo	90
8	ležeče	odmrlo	33
9	stoječe	odmrlo	90
10	stoječe	odmrlo	75
11	stoječe	delno odmrlo	90
12	stoječe	delno odmrlo	72
13	ležeče	odmrlo	37
14	stoječe	odmrlo	71
15	štor	štor	91
16	stoječe	odmrlo	53
17	štor	štor	58
18	štor	štor	65
19	stoječe	odmrlo	78
20	stoječe	poškodovano deblo	77
21	stoječe	delno odmrlo	85
22	stoječe	delno odmrlo	115
23	ležeče	odmrlo	58
24	stoječe	delno odmrlo	101
25	stoječe	delno odmrlo	102
26	stoječe	delno odmrlo	101
27	ležeče	odmrlo	95
28	stoječe	delno odmrlo	54