

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ŠTUDIJ EKOLOGIJE IN BIODIVERZITETE

Mateja BERCE

**PRIMERJAVA BIOTSKE PESTROSTI IZBRANIH
ŽIVALSKIH SKUPIN NA GNEZDITVENIH
TERITORIJIH LESNE SOVE IN KOZAČE**

MAGISTRSKO DELO
Magistrski študij – 2. stopnja

Ljubljana, 2016

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ŠTUDIJ EKOLOGIJE IN BIODIVERZITETE

Mateja BERCE

**PRIMERJAVA BIOTSKE PESTROSTI IZBRANIH ŽIVALSKIH
SKUPIN NA GNEZDITVENIH TERITORIJIH LESNE SOVE IN
KOZAČE**

MAGISTRSKO DELO
Magistrski študij – 2. stopnja

**COMPARISON OF BIODIVERSITY OF SELECTED ANIMAL
GROUPS ON BREEDING TERRITORIES OF TAWNY AND URAL
OWL**

M. SC. THESIS
Master Study Programmes

Ljubljana, 2016

*Nalogo posvečam dedku Janezu,
ki me je naučil veliko majhnih življenjskih modrosti.*

Magistrsko delo je zaključek univerzitetnega študija 2. bolonjske stopnje Ekologija in biodiverziteta na Oddelku za biologijo na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani. Opravljeno je bilo na Oddelku za raziskovanje sladkovodnih in kopenskih ekosistemov na Nacionalnem inštitutu za biologijo.

Senat Oddelka za biologijo je na predlog Komisije za študij 1. in 2. stopnje dne 6. 2. 2013 odobril temo magistrskega dela in za mentorja imenoval doc. dr. Ala Vrezca ter za recenzenta prof. dr. Rudija Verovnika.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Peter TRONTELJ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Član: doc. dr. Al VREZEC
Nacionalni inštitut za biologijo, Oddelek za raziskovanje
sladkovodnih in kopenskih ekosistemov

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

Datum zagovora: 29.1.2016

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

Mateja Berce

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA (KDI)

ŠD	Du2
DK	UDK 598.279.25:574.2(043.2)=163.6
KG	lesna sova/kozača/biotska pestrost/izbor habitata/gnezditveni teritorij
AV	BERCE, Mateja, diplomirana biologinja (UN)
SA	VREZEC, Al (mentor)/VEROVNIK, Rudi (recenzent)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Študij ekologije in biodiverzitete
LI	2016
IN	PRIMERJAVA BIOTSKE PESTROSTI IZBRANIH ŽIVALSKIH SKUPIN NA GNEZDITVENIH TERITORIJAH LESNE SOVE IN KOZAČE
TD	Magistrsko delo (Magistrski študij – 2. stopnja)
OP	X, 71 str., 8 pregl., 32 sl., 105 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Nedavne raziskave so pokazale, da so končni plenilci lahko dobri indikatorji biotske pestrosti, saj naj bi bila ta na njihovih teritorijih višja kot drugod. V raziskavi smo obravnavali dva različna plenilca, kozačo (<i>Strix uralensis</i>) in lesno sovo (<i>Strix aluco</i>). Lesna sova je prehranski generalist, pogosto pa se jo obravnava kot t.i. mezopredatorja, medtem ko je kozača prehransko bolj specializirana in spada med končne plenilce. Na območju raziskave, Krimu pri Ljubljani, smo na podlagi zbranih podatkov o gnezdenju obeh vrst sov v gnezdilnicah iskali razlike v biodiverziteti med teritoriji obeh vrst. V okolici gnezdilnic smo v letih 2013 in 2014 ocenili frekvenco, biomaso in diverzitetu malih sesalcev, ptic in krešičev. Z vidika obravnavanih skupin organizmov je razvidno, da je favna na teritorijih kozače drugačna, saj se dobro loči od teritorijev lesne sove kot tudi od nezasedenih teritorijev. Na gnezditvenih teritorijih kozače smo ugotovili višjo frekvenco in diverzitetu krešičev. Iz tega sklepamo, da bi kozača lahko bila dober indikator biotske pestrosti talne favne, ki je v dinarskih gozdovih med najvišjimi. Na teritorijih lesne sove smo ugotovili višjo frekvenco, biomaso in diverzitetu malih sesalcev in ptic kot na teritorijih kozače. Rezultati kažejo, da kozača zaseda slabše teritorije z vidika gostot glavnih vrst plena, zato sklepamo, da je pri izbiri gnezditvenega teritorija kozače bolj ključna struktura habitata kot pa gostota plena.

KEY WORDS DOCUMENTATION (KWD)

DN	Du2
DC	UDC 598.279.25:574.2(043.2)=163.6
CX	tawny owl/ural owl/biodiversity/habitat selection/breeding territory
AU	BERCE, Mateja, diplomirana biologinja (UN)
AA	VREZEC, Al (supervisor)/VEROVNIK, Rudi (reviewer)
PP	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB	University of Ljubljana, Biotechnical faculty, Master Study Programmes in Ecology and Biodiversity
PY	2016
TI	COMPARISON OF BIODIVERSITY OF SELECTED ANIMAL GROUPS ON BREEDING TERRITORIES OF TAWNY AND URAL OWL
DT	M. Sc. Thesis (Master Study Programmes)
NO	X, 71 p., 8 tab., 32 fig., 105 ref.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Recent studies have shown that top predators can be useful indicators of biodiversity. Predators in our research, tawny (<i>Strix aluco</i>) and ural owl (<i>Strix uralensis</i>), have different prey specialisations. Tawny owl is a generalist mesopredator species as a contrary to ural owl, which is known as a top predator with more specialised prey preferences. On the basis of nesting data in nest boxes on our study area, mountain Krim near Ljubljana, we have studied the differences in biodiversity between territories of both owl species. In the season 2013 and 2014 we evaluated frequency, biomass and biodiversity of small mammals, birds and carabid beetles in the surroundings of nest boxes. Our results show that on the basis of selected faunal elements territories of ural owl are different. There is a good separation from tawny owl territories as well as from unoccupied territories. We found higher frequency and diversity of carabid beetles on ural owl territories. Therefore ural owl could be an indicator of higher biodiversity of soil fauna, which is in Dinaric forests among the richest. Tawny owl territories have higher frequency, biomass and diversity of small mammals and birds compared to ural owl territories. Our results show that ural owl occupies territories with lower prey density. We conclude that habitat structure is more important than prey density regarding the territory selection in ural owl.

KAZALO VSEBNE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA (KDI)	III
KEY WORDS DOCUMENTATION (KWD)	IV
KAZALO VSEBNE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VIII
KAZALO SLIK	IX
1 UVOD	1
1.1 NAMEN NALOGE	2
1.2 HIPOTEZE	2
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 ODNOSI MED VRSTAMI	3
2.2 PLENILSTVO	4
2.2.1 Vpliv plenjenja na strukturo združb	4
2.2.2 Odstranitev končnega plenilca in vpliv na prehranjevalne verige	5
2.2.3 Odnos med končnimi plenilci in mezopredatorskimi vrstami	6
2.3 ZDRUŽBE IN BIOTSKA PESTROST	8
2.3.1 Vpliv končnih plenilcev na biotsko pestrost	8
3 OPIS OBRAVNAVANIH SKUPIN ORGANIZMOV	11
3.1 CILJNI PLENILSKI VRSTI	11
3.1.1 Kozača (<i>Strix uralensis</i> , Pallas 1771)	11
3.1.2 Lesna sova (<i>Strix aluco</i> , Linnaeus 1758)	13
3.1.3 Primerjava ekologije med kozačo in lesno sovo	15
3.1.3.1 Izbira habitata	15
3.1.3.2 Vzdrževanje teritorija	16
3.1.3.3 Izbira gnezditvenega prostora in gnezditvena biologija	16
3.1.3.4 Prehrana	17
3.2 MALI SESALCI	19
3.2.1 Voluharice, miši in rovke	19
3.2.2 Polhi	21
3.3 PTICE	23

3.4	KREŠIČI	25
4	OPIS OBRAVNAVANEGA OBMOČJA IN METODE	27
4.1	OPIS OBMOČJA	27
4.1.1	Geografske značilnosti	27
4.1.2	Rastje	28
4.1.3	Živalstvo	28
4.2	METODE DELA.....	31
4.2.1	Terensko delo.....	31
4.2.1.1	Spremljanje gnezditvene aktivnosti lesne sove in kozače.....	31
4.2.1.2	Popis obravnavanih živalskih skupin v okolici gnezditvenih teritorijev.....	31
4.2.2	Laboratorijsko delo.....	33
4.2.3	Obdelava podatkov.....	34
4.2.3.1	Aktivnost, delež zasedenosti in produktivnost gnezdilnic	34
4.2.3.2	Ocena relativne frekvenca malih sesalcev.....	34
4.2.3.3	Ocena relativne frekvenca ptic	34
4.2.3.4	Ocena relativne frekvenca krešičev.....	35
4.2.3.5	Ugotavljanje diverzitete združbe.....	35
4.2.3.6	Biomasa malih sesalcev in ptic	35
4.2.3.7	Korelacija izračunanih parametrov z nadmorsko višino	35
4.2.3.8	Primerjava favne na gnezditvenih teritorijih z uspešnostjo gnezdenja lesne sove in kozače.....	36
5	REZULTATI	37
5.1	OPIS ZDRUŽBE NA KRIMU.....	37
5.1.1	Favna malih sesalcev	37
5.1.2	Favna ptic.....	37
5.1.3	Favna krešičev	40
5.2	GNEZDITVENI TERITORIJI KOZAČE IN LESNE SOVE.....	42
5.3	PRIMERJAVA FAVNE NA GNEZDITVENIH TERITORIJIH LESNE SOVE IN KOZAČE.....	44
6	RAZPRAVA.....	54

6.1	OPIS IZBRANIH ELEMENTOV FAVNE NA KRIMU	54
6.1.1	Mali sesalci	54
6.1.2	Ptice.....	54
6.1.3	Krešiči.....	55
6.2	RAZLIKE MED GNEZDITVENIMI TERITORIJI LESNE SOVE IN KOZAČE..	56
6.2.1	Razlike glede na favno malih sesalcev	56
6.2.2	Razlike glede na favno ptic	58
6.2.3	Razlike glede na favno krešičev	58
6.3	GNEZDITVENI TERITORIJI KOZAČE KOT INDIKATORJI BIOTSKE PESTROSTI	59
7	SKLEPI	61
8	POVZETEK.....	62
9	VIRI	64

KAZALO PREGLEDNIC

Pregl. 1: Seznam vrst malih sesalcev na Krimu	37
Pregl. 2: Podatki o diverziteti, frekvenci in biomasi malih sesalcev na vseh gnezditvenih teritorijih skupaj na Krimu	37
Pregl. 3: Seznam vrst ptic na gnezditvenih teritorijih sov na Krimu	38
Pregl. 4: Podatki o diverziteti, frekvenci in biomasi ptic na vseh gnezditvenih teritorijih skupaj na Krimu	39
Pregl. 5: Seznam vrst krešičev (Carabidae) na gnezditvenih teritorijih na Krimu	40
Pregl. 6: Podatki o diverziteti in frekvenci krešičev na vseh gnezditvenih teritorijih skupaj na Krimu	41
Pregl. 7: Spremenljivke, vključene v analizo gnezditvenih teritorijev	44
Pregl. 8: Prispevek različnih spremenljivk pri analizi gnezditvenih teritorijev	44

KAZALO SLIK

Sl. 1: Razširjenost kozače (<i>Strix uralensis</i>)	11
Sl. 2: Kozača (<i>Strix uralensis</i>).....	12
Sl. 3: Razširjenost kozače (<i>Strix uralensis</i>) v Sloveniji v gnezditvenem obdobju.....	13
Sl. 4: Razširjenost lesne sove (<i>Strix aluco</i>)	13
Sl. 5: Lesna sova (<i>Strix aluco</i>).....	14
Sl. 6: Razširjenost lesne sove (<i>Strix aluco</i>) v Sloveniji v gnezditvenem obdobju	15
Sl. 7: Med male sesalce spada tudi gozdna voluharica (<i>Myodes glareolus</i>)	19
Sl. 8: Navadni polh (<i>Glis glis</i>).....	21
Sl. 9: Grivar (<i>Columba palumbus</i>) je ena izmed pogostejših vrst ptic na Krimu.....	23
Sl. 10: Med krešiče spada tudi hrapavi krešič (<i>Carabus caelatus</i>)	25
Sl. 11: Pogled na Krim z Ljubljanskega barja	27
Sl. 12: Gnezdilnica na eni izmed lokacij na območju raziskave	31
Sl. 13: Vzmetna past za vzorčenje malih sesalcev	32
Sl. 14: Talna past za krešiče	33
Sl. 15: Razporeditev gnezditvenih teritorijev na Krimu	42
Sl. 16: Razlike med gnezditvenimi teritoriji glede na nadmorsko višino.....	43
Sl. 17: Diskriminacijska analiza razlik med gnezditvenimi teritoriji glede na favno ptic, malih sesalcev in krešičev	45
Sl. 18: Primerjava frekvence malih sesalcev med tremi različnimi skupinami gnezditvenih teritorijev	46
Sl. 19: Primerjava biomase malih sesalcev med tremi različnimi skupinami gnezditvenih teritorijev	47
Sl. 20: Primerjava diverzitete malih sesalcev med tremi različnimi skupinami gnezditvenih teritorijev	47
Sl. 21: Primerjava frekvence gozdnih miši (<i>Apodemus</i> sp.) in gozdnih voluharic (<i>Myodes glareolus</i>) med tremi različnimi skupinami gnezditvenih teritorijev	48
Sl. 22: Primerjava biomase gozdnih miši (<i>Apodemus</i> sp.) in gozdnih voluharic (<i>Myodes glareolus</i>) med tremi različnimi skupinami gnezditvenih teritorijev	48
Sl. 23: Primerjava frekvence gozdnih miši (<i>Apodemus</i> sp.) med tremi različnimi skupinami gnezditvenih teritorijev	49
Sl. 24: Primerjava frekvence polhov (<i>Glis glis</i>) med tremi različnimi skupinami gnezditvenih teritorijev.....	49
Sl. 25: Primerjava frekvence ptic med tremi različnimi skupinami gnezditvenih teritorijev	50

Sl. 26: Primerjava biomase ptic med tremi različnimi skupinami gnezditvenih teritorijev	50
Sl. 27: Primerjava diverzitete ptic med tremi različnimi skupinami gnezditvenih teritorijev	51
Sl. 28: Primerjava frekvence krešičev (Carabidae: Coleoptera) med tremi različnimi skupinami gnezditvenih teritorijev	51
Sl. 29: Primerjava diverzitete krešičev (Carabidae: Coleoptera) med tremi različnimi skupinami gnezditvenih teritorijev	52
Sl. 30: Primerjava frekvence krešičev iz rodu <i>Carabus</i> (Carabidae: Coleoptera) med tremi različnimi skupinami gnezditvenih teritorijev	52
Sl. 31: Primerjava diverzitete krešičev iz rodu <i>Carabus</i> (Carabidae: Coleoptera) med tremi različnimi skupinami gnezditvenih teritorijev	53
Sl. 32: Primerjava frekvence najštevilčnejše vrste krešiča <i>Aptinus bombarda</i> (Carabidae: Coleoptera) med tremi različnimi skupinami gnezditvenih teritorijev.....	53

1 UVOD

"The value of biodiversity is more than the sum of its parts."

- Byran G. Norton

V današnjem svetu, ki je podrejen interesom peščice posameznikov, je treba izdatno opozarjati na pomen biotske pestrosti. Ljudje pogosto preveč antropocentrično gledamo na naravo in hitro pozabimo, da smo tako kot ostali organizmi del nje. Skupaj z ostalimi organizmi predstavljamo biotsko pestrost (angl. *biodiversity*), ki je popolna pestrost živih organizmov, vključno s pestrostjo ekoloških kompleksov, v katerih živijo.

Mnoge študije se zaradi hitrega izgubljanja biotske pestrosti osredotočajo na raziskave, ki bi pripomogle k boljšemu razumevanju komponent narave in posledično učinkovitejšemu načrtovanju aktivnega varstva narave. Vsekakor je smiselno zavarovati območja z višjo biotsko pestrostjo, zato so se nedavne raziskave usmerile v čim boljše in učinkovitejše opredeljevanje »vročih točk« biotske pestrosti. Eden izmed načinov so tudi končni plenilci kot indikatorji višje biotske pestrosti. Raziskave so namreč pokazale, da je biotska pestrost na območjih, ki jih zasedajo končni plenilci, med katere sodijo tudi sove, višja kot pa na območjih, kjer so končni plenilci odsotni (Sergio in sod., 2005).

V našo raziskavo smo vključili dva plenilca, kozačo (*Strix uralensis*) in lesno sovo (*Strix aluco*). Vrsti sta sicer ozko sorodni, a ekološko različni (Vrezec in Tome, 2004a). Lesna sova je prehranski generalist in sodi med t.i. mezopredatorje (Sunde in sod., 2001; Sergio in sod., 2007), medtem ko je kozača prehransko bolj specializirana (Korpimäki in Sulkava, 1987) in spada med končne plenilce (Morosinotto in sod., 2012). Zaradi agresivnega vedenja proti nekaterim manjšim plenilcem, predvsem mezopredatorskim vrstam (Halme in sod., 2004; Vrezec in Tome, 2004a; Pakkala in sod., 2006), ima na združbe precej večji vpliv kot lesna sova. Končni plenilci lahko tako na svojem gnezditvenem teritoriju zmanjšujejo populacije nekaterih vrst, ki jih plenijo, posledično pa tudi povečujejo populacije drugih, ki so bodisi plen bodisi tekmeci plenskih vrst (Quinn in Ueta, 2008; Morosinotto in sod., 2012).

V varstvu narave so končni plenilci pomembni, saj zaradi svoje karizmatičnosti pri ljudeh dvigujejo naravovarstveno zavest in omogočajo lažje pridobivanje financ za izboljšanje njihovih življenjskih prostorov (Sergio in sod., 2006). Ko varujemo njihove habitate, varujemo življenjske prostore mnogih drugih vrst, ki za širšo javnost niso tako atraktivne, lahko pa so za delovanje ekosistema ključnega pomena. S tem pa se vrnemo na začetni citat, ki poduari, kar je ljudem pogosto nepredstavljivo. V naravi ni pomemben zgolj seštevek vrst, temveč je poleg vrstne pestrosti enakovredno pomembna popolna kompleksnost procesov, ki v naravi potekajo.

1.1 NAMEN NALOGE

V nalogi smo se osredotočili na razlike med gnezditvenimi teritoriji dveh plenilcev v gozdnem prostoru. Izbrana plenilca, lesna sova in kozača, sta prehransko različno usmerjena, med njima pa poteka kompeticija (Mikkola, 1983). Kozača velja za specializiranega plenilca (Korpimäki in Sulkava, 1987), medtem ko je lesna sova prehranski generalist (Sunde in sod., 2001).

Na Krimu, območju raziskave, so bili od leta 2005 naprej zbirani podatki o gnezdenju lesne sove in kozače v umetnih gnezdilnicah. Ti podatki so nam služili za razlikovanje, katere teritorije vrsti selektivno izbirata. Nato smo na podlagi frekvence, diverzitete in biomase izbranih živalskih skupin skušali raziskati, ali se gnezditveni teritoriji obravnavanih vrst plenilcev razlikujejo v biotski pestrosti. Glede na nedavne objave v literaturi smo želeli še preveriti, ali bi lahko kozača kot končni plenilec služila kot indikator višje biotske pestrosti.

1.2 HIPOTEZE

V nalogi smo zastavili naslednji hipotezi:

- Kozača je bolj specializiran plenilec (Korpimäki in Sulkava, 1987) kot lesna sova in je kompetitivno lesni sovi nadrejena (Vrezec in Tome, 2004b). Pričakujemo, da izbira gnezdišča z boljšimi prehranskimi pogoji kot lesna sova, torej z višjimi frekvencami glavnih vrst plena, predvsem voluharic in miši. Lesna sova, ki je generalist (Sunde in sod., 2001), pa na istem območju zaseda teritorije s slabšimi prehranskimi pogoji, kar kompenzira s svojim prehranskim generalizmom.
- Iz literature je znano, da so končni plenilci indikatorji višje biotske pestrosti (Sergio in sod., 2005). Pričakujemo, da je na gnezditvenih teritorijih kozača, ki je na višjem trofičnem nivoju in spada med končne plenilce (Morosinotto in sod., 2012), višja biotska pestrost kot pa na gnezditvenih teritorijih lesne sove, ki spada med mezopredatorske vrste (Sergio in sod., 2007).

2 PREGLED OBJAV

2.1 ODNOSI MED VRSTAMI

Odnosi med vrstami so kompleksni. V okviru naše naloge smo se osredotočili na vpliv dveh plenilcev na biotsko pestrost. Pri tem imata osrednjo vlogo dva procesa, plenilstvo in kompeticija, ki potekata med dvema populacijama različnih vrst (Tome, 2006).

Združbe so sestavljene iz populacij mnogih vrst, ki so med seboj neposredno in posredno povezane. V kompleksnih združbah z več trofičnimi nivoji je plenilstvo dominantna interakcija, medtem ko je v preprostejših združbah vpliv kompeticije močnejši (Menge in Sutherland, 1976). Plenilstvo zmanjšuje kompeticijski pritisk v združbah, saj zmanjšuje gostote vrst, ki tekmujejo, kar vodi v večjo biotsko pestrost. Kjer so plenilci odsotni, pa na združbe bolj vpliva kompeticija (Holt, 1977).

V našem primeru smo preučevali vpliv plenjenja dveh plenilcev na združbe, in sicer imata izbrana plenilca različne preference do plena. Kozača je bolj specializirana (Korpimäki in Sulkava, 1987), uvrščamo pa jo med t.i. končne plenilce, saj zavzema najvišji trofični nivo v združbi (Ritchie in Johnson, 2009). Lesna sova pa je mezopredatorska vrsta (Sergio in sod., 2007) in zavzema trofične nivoje pod končnimi plenilci (Ritchie in Johnson, 2009). V nadaljevanju se posvečam predvsem plenilstvu in s tem povezani biotski pestrosti.

2.2 PLENILSTVO

Tome (2006) je definiral plenilstvo kot odnos med dvema vrstama, v katerem ena vrsta (plenilec) drugo vrsto (plen) napade in konzumira v celoti ali le deloma. V tem odnosu ima plen škodo, ki se kaže v zmanjšani stopnji rodnosti, v krajšem obdobju preživetja ali kot smrt. Begon in sod. (2006) so definiciji dodali še, da je plen v času napada plenilca živ. S tem so iz definicije plenilstva izključili detritivore kot plenilce.

Plenilci se ločijo po številu različnih vrst plena na prehranjevalne specialiste (le ena ali nekaj vrst plena) in prehranjevalne generaliste (veliko vrst plena) (Tome, 2006). Plenilski vrsti, obravnavani v naši raziskavi, sodita vsaka v svojo skupino – torej kozača med prehranjevalne specialiste (Korpimäki in Sulkava, 1987), lesna sova pa med prehranske generaliste (Sunde in sod., 2001).

Iz literature je znano, da imajo sove, ki so plenilci na višjih trofičnih nivojih, določen vpliv na populacije plena (Sergio in sod., 2007). Kot plenilci imajo pomembno vlogo pri vzdrževanju ravnovesja v ekosistemih in vplivajo na biotsko pestrost (Ritchie in Johnson, 2009).

2.2.1 Vpliv plenjenja na strukturo združb

Plenilci lahko vplivajo na posamične osebkke ali na združbe direktno z uplenitvijo, kjer je plen konzumiran, ali posredno preko interakcij, kjer se v izogib uplenitvi pri določenih osebkkih ali v celotnih združbah pojavijo določene vedenjske prilagoditve, kot npr. izogibanje območij z večjo verjetnostjo uplenitve (Cresswell, 2008).

Obstajata dva tipa direktnega vpliva plenjenja: uplenitev, kjer je žrtev ubita in konzumirana, ter medvrstna uplenitev, kjer žrtev ni ubita zaradi hrane, temveč zaradi drugih razlogov, npr. zaradi odstranitve kompetitorja (Ritchie in Johnson, 2009).

Posredni vplivi plenjenja na združbe imajo pomemben vpliv na razporeditev plenskih vrst in vrst, ki ne predstavljajo direktnega plena plenilcem (Cresswell, 2008). Prisotnost plenilca močno vpliva na razporeditev vrst v prostoru, med drugim vpliva tudi na učinkovitost iskanja hrane pri plenskih vrstah (Cresswell, 2008).

Ceh je skupina vrst v združbi, ki iste vire izkorišča na podoben način (Root, 1967; cit. v Tome, 2006). Če dva plenilca spadata v isti ceh, lahko med njima prihaja do znotrajcehovskega plenjenja (Sergio in sod., 2007). Dolgoročno se odnos med plenilcem in znotrajcehovskim plenom oblikuje tako, da se plen plenilcu izogiba. Ko je razporeditev plenilca razpršena, se plen izogne znotrajcehovskemu plenjenju z izbiranjem mest, ki so čim bolj oddaljena od plenilca. Ko so gostote plenilca visoke in je v okolju zelo malo refugijev, kjer bi bil plen varen pred plenilcem, pa se plen izogne plenilcu z izogibanjem habitatov, ki predstavljajo veliko verjetnost uplenitve (Sergio in sod., 2007). Kakšen bo

izid znotrajcehovske interakcije med dvema plenilcema, je odvisno od dostopnosti virov v okolju, kompleksnosti habitata in strukture združb plena (Ritchie in Johnson, 2009).

V okolju, kjer so prisotni posredni vplivi plenilca, je povečana raznolikost habitata. Večji plenilski pritisk naj bi bil tudi pozitivno povezan z biotsko pestrostjo v prostoru (Cresswell, 2008). Na primer, ko se znotrajcehovski plen izogiba večjemu plenilcu, nastanejo prazne niše, kar omogoča drugim vrstam naselitev v bližini plenilca. Slednje pa dviguje biotsko pestrost v združbah (Sergio in sod., 2007).

2.2.2 Odstranitev končnega plenilca in vpliv na prehranjevalne verige

Vrste medsebojno vplivajo druga na drugo s spodnjih trofičnih nivojev (nadzor od spodaj gor), torej od primarnih proizvajalcev proti končnim plenilcem. Pri tem je glavni biotski dejavnik kompeticija za osnovne vire. Vpliv se lahko prenaša tudi v obratni smeri, torej z zgornjih trofičnih nivojev (nadzor od zgoraj dol), pri tem pa je plenjenje glavni biotski dejavnik, ki oblikuje združbo (Tome, 2006).

Odstranitev vrste (naravno, iz upravljalškega vidika ali eksperimentalno) predstavlja močno orodje za vpogled v delovanje prehranjevalnih spletov. Če je iz spleta odstranjen plenilec, se načeloma gostota plena poveča, enako velja za odstranitev tekmeca. Če so v prehranjevalnem spletu posredni učinki povezav med trofičnimi nivoji močnejši kot pa direkten vpliv plenilca ali tekmeca, je lahko rezultat obraten (Courchamp in sod., 1999; Begon in sod., 2006). Slednje potrjuje model, ki so ga razvili Courchamp in sod. (1999). Na novozelandskem otoku Stewart Island so zaradi plenilskega pritiska pobeglih domačih mačk (v tem primeru končnih plenilcev) populacije ptic pred izumrtjem (posebno kakapa, *Strigops habroptilus*, neleteča vrsta papige). Vendar ptice niso glavni plen mačk, temveč invazivne vrste podgan. Torej vmesni člen, mezopredatorji, so podgane, ki tekmujejo s pticami in jih tudi plenijo. Model predvideva, da bi se ob odstranitvi domačih mačk vpliv podgan povečal do te mere, da bi populacije ptic iztrebile, saj končni plenilec v tem primeru vzdržuje populacijo mezopredatorjev pod nadzorom (Courchamp in sod., 1999; Begon in sod., 2006).

Končni plenilci so pogosto tudi ključne vrste, ki imajo preko prehranjevalnih verig vpliv na strukture združb in biotsko pestrost (Sergio in sod., 2006). Odstranitev ali doselitev ključne vrste lahko vpliva na številne druge vrste in spremeni celotno združbo (spremembe gostote ali celo izumrtje vrst). Zato imajo ključne vrste zelo pomembno vlogo pri ohranjanju narave (Begon in sod., 2006; Tome, 2006). Prehranjevalna ali trofična kaskada je prenos sprememb na ravni populacij z ene na več stopenj oddaljene ravni prehranjevalne verige. Ravno ključne vrste so tiste, ki načeloma povzročajo trofične kaskade (Tome, 2006).

Upad ključnih plenilcev v kombinaciji s fragmentacijo habitata lahko vpliva na biotsko pestrost (Crooks in Soule, 1999). Na primer, v prehranjevalni verigi s štirimi povezavami lahko končni plenilec zmanjša populacijo mezopredatorja. To poveča abundanco

rastlinojedov, ti pa zmanjšajo gostoto rastlin (Begon in sod., 2006; Sergio in sod., 2008). Znan pa je tudi primer iz Kalifornije, kjer so zaradi odstranitve kojota (*Canis latrans*) hitro izginile ptice pevke, ki gnezdijo v grmičevju. Namnožile so se namreč mnoge domorodne (rakun *Procyon lotor*, progasti skunk *Mephitis mephitis*, lisica *Urocyon cinereoargenteus*) in tujerodne (oposum *Didelphis virginiana*, domača mačka) vrste mezopredatorjev (Crooks in Soule, 1999).

2.2.3 Odnos med končnimi plenilci in mezopredatorskimi vrstami

Ritchie in Johnson (2009) definirata končne plenilce kot vrste, ki zavzemajo najvišje trofične nivoje v združbah. Ti so pogosto večjih telesnih dimenzij in bolj specializirani plenilci. Mezopredatorji zavzemajo trofične nivoje pod končnimi plenilci. Ob tem je treba poudariti, da so definicije končnih plenilcev in mezopredatorjev odvisne od konteksta, ki opisuje ta odnos. Ista avtorja navajata, da število končnih plenilcev v svetovnem merilu upada zaradi izgube in fragmentacije habitata, iztrebljanja in neposrednega preganjanja s strani ljudi. Tovrstni upadi številčnosti imajo lahko direkten vpliv na dinamiko trofičnih nivojev v združbah. Pomanjkanje končnih plenilcev lahko olajša širjenje invazivnih vrst mezopredatorjev ali pa povzroči povečanje populacij domorodnih mezopredatorjev (Ritchie in Johnson, 2009).

Ritchie in Johnson (2009) navajata, da več kot 95 % študij potrjuje vpliv končnih plenilcev na mezopredatorske vrste, 86 % študij pa ta odnos opisuje kot negativno korelacijo. Uravnavanje gostot mezopredatorjev zaradi prisotnosti končnega plenilca je v literaturi opisano kot "zatiranje mezopredatorjev" (angl. *mesopredator suppression*). To se kaže kot direktno plenjenje oz. t.i. znotrajcehovsko plenjenje ali kot sprememba v vedenju mezopredatorskih vrst v izogib srečanjem s končnimi plenilci (Sergio in Hiraldo, 2008; Sergio in sod., 2008; Ritchie in Johnson, 2009). Znotraj istega ceha pa se lahko razvije tudi pozitiven odnos. Določene vrste ptic gnezdijo v bližini močnejšega plenilca, ki jim nudi zaščito. Manjši mezopredatorji izbirajo mesta za gnezdenje v bližini večjih in agresivnejših plenilcev v izogib še bolj nevarnim plenilcem, za kar se uporablja izraz "privlačevanje mezopredatorjev" (angl. *mesopredator attraction*) (Morosinotto in sod., 2012). Ob odstranitvi končnega plenilca iz okolja pa lahko pride do izrazitega povečanja populacij mezopredatorjev (angl. *mesopredator release*), kar poveča plenilski pritisk na manjše vrste plena (Courchamp in sod., 1999; Ritchie in Johnson, 2009; Russell in sod., 2009).

Končni plenilci vplivajo na mezopredatorje na dva načina: z direktnim plenjenjem ali z vedenjskimi prilagoditvami v izogib direktnim srečanjem s končnimi plenilci. Izogibanje posledično narekuje prostorsko razporeditev mezopredatorjev (Ritchie in Johnson, 2009). Če se populacije končnih plenilcev močno zmanjšajo, lahko pride do izbruha mezopredatorskih populacij, kar lahko znatno poveča pritisk na skupni plen. Na ta način končni plenilci v znotrajcehovskem plenjenju posredno varujejo skupni plen pred mezopredacijo (Crooks in Soule, 1999; Russell in sod., 2009).

Ritchie in Johnson (2009) navajata, da ima lahko prisotnost končnih plenilcev pozitivne učinke na širok spekter manjših plenskih vrst. Končni plenilci lahko na svojem teritoriju zmanjšujejo populacije nekaterih vrst, ki jih plenijo in hkrati povečujejo populacije drugih, ki so bodisi plen bodisi tekmeci plenskih vrst (Quinn in Ueta, 2008; Morosinotto in sod., 2012). To se kaže predvsem pri vrstah z velikimi teritoriji, ki plenijo osebkke, večje od njih samih. Zaradi velikih teritorijev so njihove populacijske gostote nizke, ker pa so specializirani na prehranjevanje s plenom večjih dimenzij, imajo manjši vpliv na manjše vrste plena (Ritchie in Johnson, 2009). Prisotnost končnih plenilcev, pa čeprav v manjših gostotah, lahko koristi manjšim vrstam plena, saj vzdržujejo številčnost in vedenje mezopredatorskih vrst in vplivajo na manjšo intenziteto plenjenja (Ritchie in Johnson, 2009).

2.3 ZDRUŽBE IN BIOTSKA PESTROST

Gaston (1996, cit. po Tome, 2006) je razliko med vrstno pestrostjo (angl. *species richness*) in biotsko pestrostjo (angl. *biodiversity*) definiral takole: vrstna pestrost je število različnih vrst na določenem prostoru, biodiverzitetna pa je popolna pestrost živih organizmov, vključno s pestrostjo ekoloških kompleksov, v katerih živijo. Biotska pestrost je definirana na treh glavnih ravneh: genetski, vrstni in ekosistemski. Iz tega sledi, da biotska pestrost ni samo število vrst v prostoru, temveč je pomembno število osebkov posamezne vrste, število interakcij med vrstami in podobno (Tome, 2006).

Biotsko pestrost nekega območja težko opišemo do potankosti, zato so se nekatere raziskave osredotočile na posamezne vrste, ki bi služile kot biodiverzitetni indikatorji. To pomeni, da bi na podlagi teh vrst lahko sklepali o prisotnosti drugih, manj znanih vrst (Caro in sod., 2004). Pogosto te vrste označujemo kot karizmatične vrste, ker dvigujejo naravovarstveno zavest pri ljudeh in s tem pripomorejo k zaščiti habitata ostalih, manj prepoznavnih vrst. Označujemo jih tudi kot krovne vrste, saj zaradi svojih velikih teritorijev z varstvom teh vrst pripomoremo k varstvu ostalih vrst, ki živijo znotraj njihovega območja razširjenosti (Caro in sod., 2004). Včasih se za eno vrsto uporabljata oba izraza kot sinonima, kar pa ne drži nujno (Caro in sod., 2004). Plenilca v naši raziskavi, kozača in lesna sova, bi lahko uvrstili med krovne vrste, mogoče tudi med karizmatične.

V prihodnje Ritchie in Johnson (2009) predlagata več raziskav na področju kompleksnosti interakcij med vrstami v združbah, kjer je prisotnih več plenilcev. Prav tako bi bilo treba oceniti, kolikšen vpliv na interakcije med vrstami imajo procesi od spodaj gor, torej primarna produkcija, in celokupen vpliv teh procesov na biotsko pestrost.

2.3.1 Vpliv končnih plenilcev na biotsko pestrost

Povezava med končnimi plenilci in višjo biotsko pestrostjo se kaže na več nivojih. Sergio in sod. (2006) celo navajajo, da končni plenilci aktivno izbirajo območja z višjo biotsko pestrostjo, saj so odvisni od produktivnosti ekosistema. Dostopnost hrane narekuje produktivnost ekosistema, kar pa je v neposredni povezavi z biotsko pestrostjo (Sergio in sod., 2006). Kot omenjeno, so končni plenilci pogosto tudi ključne vrste, ki imajo preko prehranjevalnih verig vpliv na strukture združb in biotsko pestrost, hkrati pa tudi pozitiven vpliv na številčnost vrst (Sergio in sod., 2006). Kot krovne vrste zaradi njihovih velikih teritorijev ščitijo mnoge vrste z manjšimi teritoriji, nanje pa imajo velik vpliv motnje v okolju (Sergio in sod., 2006). Njihovo prehrano sestavlja nekaj glavnih vrst plena, ob pomanjkanju pa se preusmerijo na več vrst alternativnega plena – kar nakazuje na kompleksnost habitatov ob prisotnosti končnih plenilcev. Določenim vrstam pa lahko izbira gnezdišč v njihovi bližini predstavlja refugij pred njihovimi plenilci (Sergio in sod., 2006).

Ker so končni plenilci povezani s številnimi funkcijami ekosistema, imajo lahko naravovarstvene usmeritve v ohranjanje končnih plenilcev številne koristne posledice za ohranjanje biotske pestrosti ekosistemov (Sergio in sod., 2008a). Zato se končne plenilce pogosto obravnava kot ključne, krovne, karizmatične in bioindikatorske vrste.

Vendar pa se vsi raziskovalci ne strinjajo o neposredni pozitivni povezavi med končnimi plenilci in višji biotski pestrosti. Ozaki in sod. (2006) navajajo, da se v njihovi študiji ni pokazala vidna povezava med biotsko pestrostjo in končnimi plenilci. Nekateri avtorji navajajo, da usmeritve v varstvo krovnih in karizmatičnih vrst končnih plenilcev lahko nesorazmerno razporejajo sredstva financiranja in s tem ne prinašajo širše koristi za ohranjanje biotske pestrosti, saj je ohranjanje končnih plenilcev pogosto kompleksno, oteženo in drago (Caro in sod., 2004; Sergio in sod., 2006). Končni plenilci so bili kot orodja za ohranjanje biotske pestrosti ovrednoteni v večini na podlagi karnivorih sesalcev, medtem ko je bilo na podlagi ujed in sov narejenih zelo malo študij. Sergio in sod. (2008) tudi opozarjajo, da naj se v varstveni biologiji končni plenilci uporabljajo previdno ter v odvisnosti od konteksta varstvenih strategij.

Končni plenilci lahko pozitivno vplivajo na biotsko pestrost preko uravnavanja populacij mezopredatorjev in njihovega vpliva na plen, vendar pa je za tovrstne potreben raziskave potreben ekosistemski pristop (Ritchie in Johnson, 2009). V raziskavi Sergia in sod. (2006) se je pokazalo, da je bila biotska pestrost višja na teritorijih končnih plenilcev kot pa na kontrolnih območjih, kjer končni plenilci niso bili prisotni. Prav tako so bile na lokacijah s teritoriji končnih plenilcev višje gostote ptic in metuljev. Po drugi strani sta Roth in Weber (2008) ugotovila, da se v njuni študiji izbrani končni plenilci niso izkazali kot indikatorji višje biotske pestrosti pri vseh obravnavanih skupinah. Za ptice in rastline so bili dobri indikatorji, za metulje pa ne. V nasprotju s pričakovanji se je se je taksonomska skupina sinic (*Parus* spp.), ki so vrste nižjega trofičnega nivoja, v njuni raziskavi izkazala kot učinkovit indikator višje biotske pestrosti pri vseh obravnavanih skupinah organizmov (Roth in Weber, 2008). Kljub nekaterim kritikam (Cabeza in sod., 2008; Roth in Weber, 2008) raziskave Sergio in sod. (2008b) zatrjujejo, da bi morali več študij narediti na lokalnem nivoju, da se teorija o uporabnosti končnih plenilcev kot biodiverzitetnih indikatorjev (Sergio in sod., 2006) lahko sploši na vsa območja.

Nekaj raziskav je bilo narejenih tudi na podlagi vedenja končnih plenilcev. Gnezditve v bližini agresivnejše vrste v izogib uplenitvi je v živalskem svetu pogosta. Pri tej zvezi blizu gnezdeča vrsta izkorišča obrambno vedenje agresivnejše vrste, zaradi katere ima zmanjšano stopnjo plenjenja v času gnezditve (Quinn in Ueta, 2008). Poleg tega se v takšni navezi pojavljajo še druge, nekoliko bolj nenavadne koristi gnezdenja v bližini agresivnejše vrste: zgodnje opozorilo agresivnejše vrste pred morebitnim plenilcem, odrasli osebki in mladiči gnezdeče vrste imajo nižjo stopnjo parazitizma, gnezdeča vrsta ima večjo stabilnost gnezdenja in celo višji paritveni uspeh (Quinn in Ueta, 2008). Cena, ki jo gnezdeča vrsta v taki zvezi plača, je lahko uplenitev (ali uplenitev mladičev) s strani

agresivnejše vrste ali pa jih ta prežene iz gnezda. Gnezdeče vrste zato tehtajo med koristjo in ceno takšne zveze. Veliko raziskav navaja, da si vrste same aktivno izberejo za gnezdenje bližino agresivnejše vrste in da tovrstna izpostavitve ni posledica izbire podobnega habitata (Quinn in Ueta, 2008).

Häkkinä in sod. (2011) so poskusili najti povezavo med nihanjem hrane v okolju in plenjenjem umetnih gnezd s strani plenilcev gnezd na različnih razdaljah od gnezdišč kozače (*Strix uralensis*). Kozača agresivno brani svoj teritorij in redko pleni manjše ptice pevke (Korpimäki in Sulkava, 1987; Kontiainen in sod., 2009). Kot končni plenilec naj bi imela pozitiven vpliv na uspešnost gnezdenja manjših vrst ptic, ki gnezdiijo na tleh. V letih nizkih gostot voluharic, njenega glavnega plena, kozača lovi večinoma alternativni plen. V teh letih je bila tudi stopnja plenjenja umetnih talnih gnezd majhna. Čeprav se kozača načeloma ne prehranjuje z večjimi sesalci, ki plenijo gnezda, je lahko razlog za manjše plenjenje gnezd v kozačini agresivni obrambi lastnega gnezda, kar pozitivno vpliva na gnezda okoliških ptic. Prav tako se plenilci gnezd izognejo kozači še posebno, ko je hrane v okolju malo, saj bi na tak način po nepotrebnem porabljali energijo v primeru srečanja (Häkkinä in sod., 2011).

Podobno so ugotovili Halme in sod. (2004). Čeprav glavni plen kozače predstavljajo voluharice, kozača pleni tudi ptice (npr. vrane Corvidae) in celo podlasice (*Mustella nivalis*) – predvsem v letih pomanjkanja glavnega plena. Ko so raziskovalci nadaljevali umetna gnezda v bližino gnezd kozače, je stopnja plenjenja umetnih gnezd s strani plenilcev gnezd naraščala z oddaljevanjem od kozačinih gnezd. Iz tega so sklepali, da kozača pozitivno vpliva na gnezdenje določenih vrst ptic z direktnim plenjenjem njihovih plenilcev ali pa posredno z agresivno zaščito svojega gnezda.

V nasprotju z zgoraj omenjenimi raziskavami so Morosinotto in sod. (2012) ugotovili, da je bila stopnja plenjenja gnezd črnoglavega muharja (*Ficedula hypoleuca*) višja na gnezditvenih teritorijih kozače kot pa na kontrolnih mestih, kjer kozača ni gnezдила. To celo nakazuje na privlačenje mezopredatorjev. Morosinotto in sod. (2012) sklepajo, da gnezdenje v bližini končnih plenilcev lahko vodi v škodo zaradi povečanega plenjenja in ne prinaša koristi. Häkkinä in sod. (2011) so v študiji uporabili umetna talna gnezda, kar lahko privede do pristranskosti rezultatov. Talna gnezda so tudi bolj podvržena plenjenju večjih mezopredatorjev, kot je npr. lisica (*Vulpes vulpes*) ali rakunasti pes (*Nyctereutes procyonoides*). Do teh je kozača bolj agresivna zaradi obrambe njenih še neletečih mladičev, ko zapustijo gnezda. Glavni plenilci gnezd črnoglavega muharja so bili veverica (*Sciurus vulgaris*), kune in ptice (detli in šoje), ki v večini (razen večjih kun) ne plenijo talnih gnezd. Morosinotto in sod. (2012) so v študiji uporabili umetne gnezdilnice za črnoglavega muharja, ki so najboljši približek naravnim gnezd in se z njimi lahko spremlja tudi gnezditven uspešnost, po drugi strani pa lahko povečajo gostote plena za potencialne plenilce in prav tako vplivajo na rezultate raziskave.

3 OPIS OBRAVNAVANIH SKUPIN ORGANIZMOV

3.1 CILJNI PLENILSKI VRSTI

Za ciljni plenilski vrsti v naši raziskavi smo izbrali lesno sovo (*Strix aluco*) in kozačo (*Strix uralensis*). Vrsti sta ozko sorodni, vendar pa se ekološko nekoliko razlikujeta. Kozača je prehranski specialist (Korpimäki in Sulkava, 1987), medtem ko lesna sova spada med prehranske generaliste (Sunde in sod., 2001).

3.1.1 Kozača (*Strix uralensis*, Pallas 1771)

Kozača pripada sibirskemu favnističnemu tipu. Razširjena je transpalearktično od srednje in severne Evrope do Japonske. Njen areal je sklenjen (Slika 1), izjema sta disjunktne populaciji v srednji in južni Evropi (podvrsta *S. u. macroura*) ter na Kitajskem (podvrsta *S. u. davidi*). Obe populaciji sta relikti glacialnega obdobja (Mikkola, 1983; König in Weick, 2008).



Slika 1: Razširjenost kozače (*Strix uralensis*) (povzeto po König in Weick, 2008, str. 330).

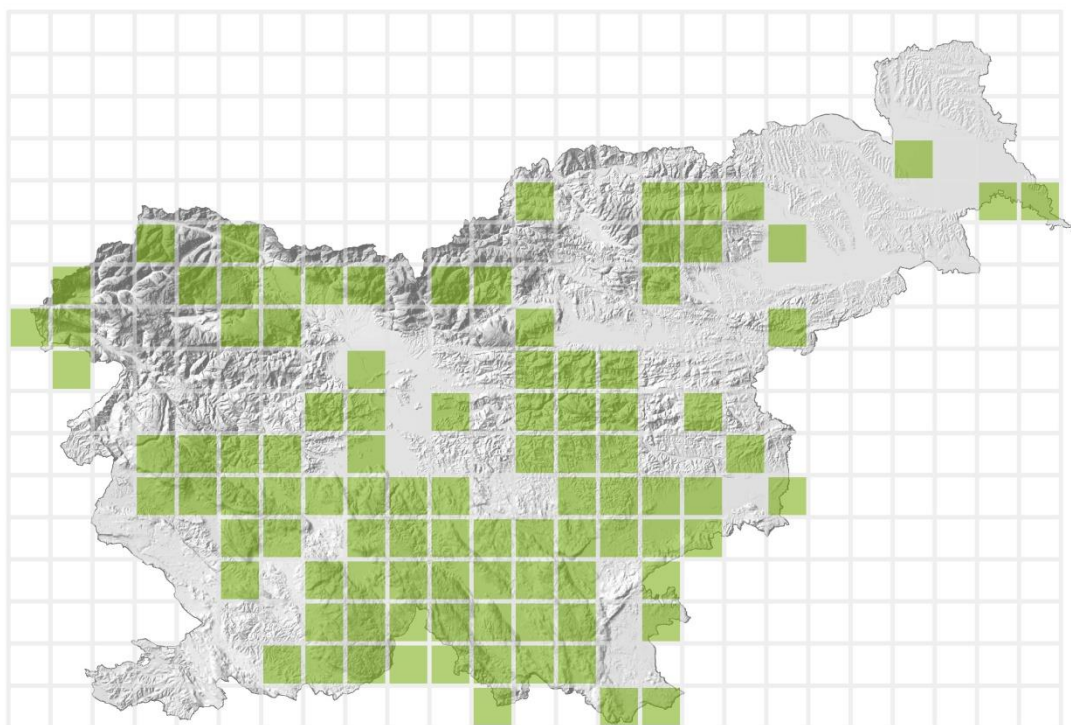
V Evropi so znane tri podvrste: *S. u. uralensis*, *S. u. liturata* in *S. u. macroura*. V Sloveniji živi podvrsta *Strix uralensis macroura* (Mikkola, 1983; Slika 2).



Slika 2: Kozača (*Strix uralensis*). Foto: Miha Krofel (2011)

Evropska populacija kozače je ocenjena od 53.000 do 140.000 parov, kar predstavlja od pet do 24 % celotne svetovne populacije (BirdLife International, 2004). Ocene populacijskih trendov v obdobjih 1970–1990 ter 1990–2000 kažejo, da je njena populacija v Evropi stabilna (BirdLife International, 2004; Burfield, 2008), dosega pa od 0,9 do 13,4 parov na 10 km² (Vrezec in Mihelič, 2012).

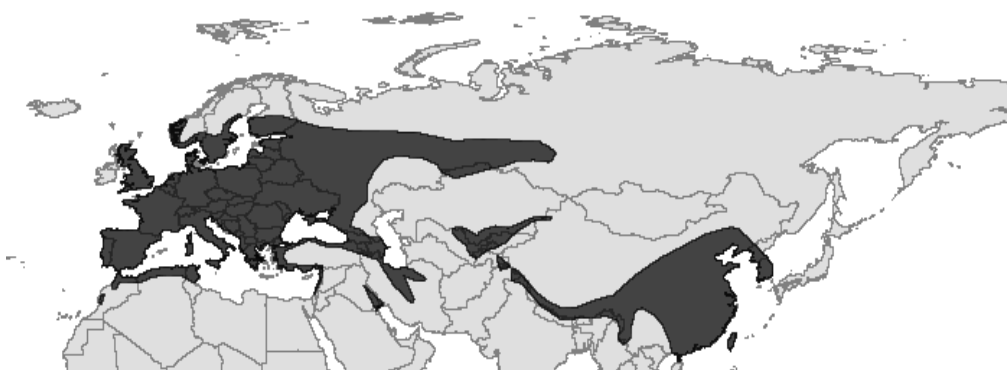
V Sloveniji je kozača včasih veljala za redko vrsto (Geister, 1995), vendar je bila to najverjetneje posledica pomanjkanja raziskav. Dandanes v Sloveniji gnezdi od 400 do 700 parov kozač (Vrezec in Mihelič, 2012; Slika 3). Na jugu, kjer se raztezajo obširni dinarski gozdovi, dosega visoke gostote, in sicer od enega do 13,4 parov na 10 km². Na severu Slovenije, kjer prevladuje alpski svet, pa so gostote nekoliko nižje, in sicer od 0,9 do 4,6 parov na 10 km² (Vrezec in Mihelič, 2012). Na območju raziskave, na Krinskem hribovju, Mihelič in sod. (2000) navajajo gostote od dva do tri pare/10 km². Podobne gostote za kozačo na Krimu navaja Vrh (2005). V letih 2003, 2004 in 2005 je ugotovila od 2,9 do 4,1 pare/10 km².



Slika 3: Razširjenost kozače (*Strix uralensis*) v Sloveniji v gnezditvenem obdobju (Portal NOAGS ..., 2015).

3.1.2 Lesna sova (*Strix aluco*, Linnaeus 1758)

Lesna sova pripada palearktičnemu favnističnemu tipu. Njen areal se deli na dva dela: zahodni ali evropski, ki obsega Evropo, severno Afriko (Maroko, Tunizija in Alžirija) in zahodni del Azije (Iran in zahodna Sibirija); in vzhodni, kitajsko-himalajski del (Mikkola, 1983; Slika 4).



Slika 4: Razširjenost lesne sove (*Strix aluco*) (povzeto po König in Weick, 2008, str. 130).

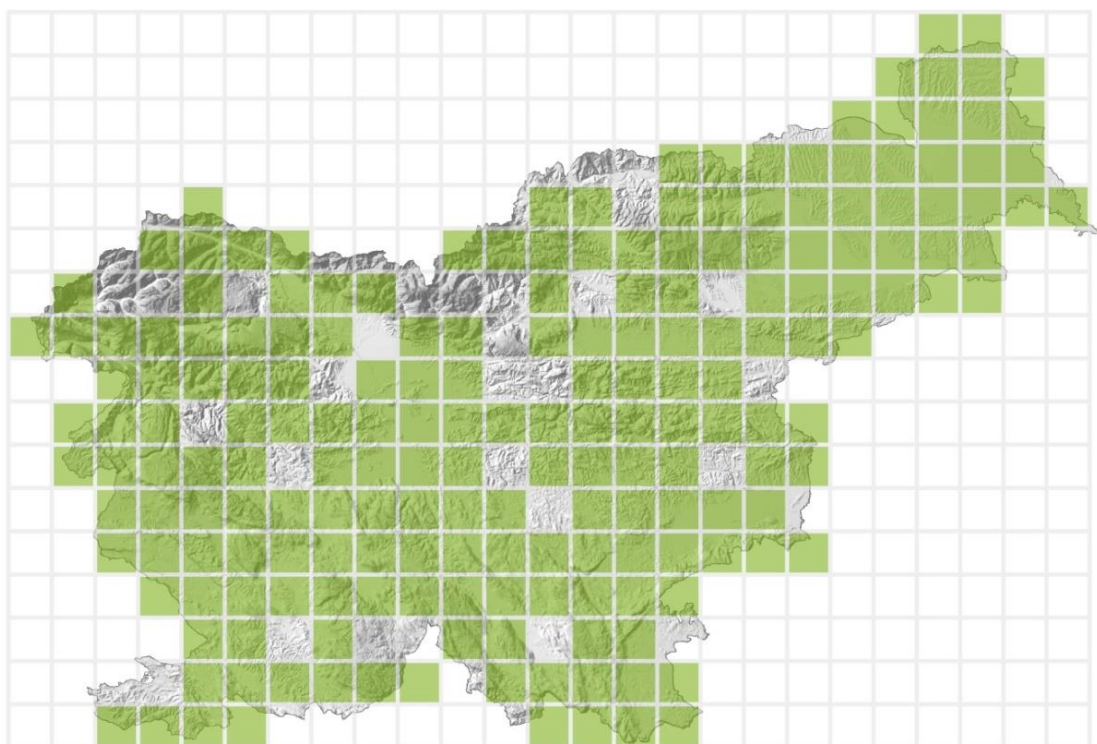
Znanih je šest podvrst: *S. a. sanctinicolae*, *S. a. sylvatica*, *S. a. wilkenskii*, *S. a. mauretanica*, *S. a. siberiae* in *S. a. aluco*. Slednja živi tudi v Sloveniji (Mikkola, 1983; Slika 5).



Slika 5: Lesna sova (*Strix aluco*). Foto: Matej Kovačič (2014)

Evropska populacija lesne sove je bila ocenjena od 480.000 do 1.000.000 parov, kar predstavlja več kot 50 % svetovne populacije (BirdLife International, 2004; Burfield, 2008). Njeni populacijski trendi so bili med letoma 1970–1990 in 1990–2000 stabilni (Burfield, 2008).

V Sloveniji je lesna sova najpogostejša in najbolj razširjena vrsta sove (Geister, 1995). Po ocenah BirdLife International (2004) pri nas gnezdi od 1000 do 5000 parov (Slika 6). Populacijske gostote na celotnem območju Slovenije so bile do raziskave Vrezca (2003) ocenjene na 0,7 parov na 10 km², kar je izjemno nizko, saj v Evropi gostote nihajo med 0,2–25 parov na 10 km² (Vrezec, 2003). Po drugi strani je Ambrožičeva (2002) na območju Trnovskega gozda ugotovila visoke gostote, in sicer od 4,9 do 7,4 pare na 10 km². Za Krimsko hribovje se je izkazalo, da gostota populacije dosega štiri pare na 10 km² (Vrezec, 2003), kar je v primerjavi z evropskim povprečjem še vedno nizko. V kasnejši raziskavi je Vrh (2005) ugotovila, da so bile gostote lesne sove na Krimu v letih 2003, 2004 in 2005 med 3,1 in 6,1 parov/10 km².



Slika 6: Razširjenost lesne sove (*Strix aluco*) v Sloveniji v gnezditvenem obdobju (Portal NOAGS ..., 2015).

3.1.3 Primerjava ekologije med kozačo in lesno sovo

3.1.3.1 Izbira habitata

Obe sovi sta značilni za gozd. Lesna sova je razširjena od gora do zmernih, borealnih, mediteranskih in stepskih klimatskih pasov (Mikkola, 1983; Zuberogitia in Martinez Climent, 2000). Prisotna je na gozdnih, ruralnih in urbanih predelih od nižin do celo 3800 m nadmorske višine (Tome, 1996). Nasprotno je kozača vezana predvsem na starejše razvojne faze gozda, kjer je zanjo več ustreznih gnezdišč, izven gnezditvene sezone pa jo lahko opazujemo tudi med lovom v nižinskih predelih odprte krajine (Mikkola, 1983; Mihelič in sod., 2000).

V gnezditvenem obdobju kozača zaseda višje nadmorske višine (50 % populacije 660-1100 m n. v.), medtem ko se v negnezditvenem obdobju spusti nižje (50 % populacije 300-850 m n. v.) (Mihelič in sod., 2000). Lesna sova v povprečju zaseda nižje nadmorske višine kot kozača (50 % populacije 410-610 m n. v.) (Tome, 1996; Vrezec, 2003). Razloge za to sta podala Vrezec in Tome (2004a; b) v raziskavah na Krimskem hribovju, območju naše raziskave. Lesna sova tukaj živi simpatrično s kozačo. Iz višjih nadmorskih višin jo kozača izrine zaradi intenzivne medvrstne kompeticije, saj je močnejša kozača dominantna nad lesno sovo (Vrezec in Tome, 2004b), na Krimu pa ji očitno usteza habitat na višji nadmorski višini. Kjer lesna sova živi alopatrično glede na kozačo (npr. SV Slovenija, Pohorje), pa zaradi odsotnosti kozače zaseda tudi višje nadmorske višine (Vrezec in Tome,

2004b). Kozača je bolj kot od nadmorske višine odvisna od ustreznosti habitata (Tome, 1996; Mihelič in sod., 2000). Za kozačo je pomembna količina dreves v starejši razvojni fazi ter večje sklenjene gozdne površine z manjšo gostoto krošenj, prav tako k izbiri habitata prispeva večja oddaljenost od naselij in od gozdnega roba (Vrezec in Tome, 2004a; Kocijančič, 2014; Kajtoch in sod., 2015).

3.1.3.2 Vzdrževanje teritorija

Sove so zelo teritorialne živali, teritorij aktivno vzdržujejo z oglašanjem in petjem (Mikkola, 1983). V raziskavi na Krimu se je pokazalo, da je odziv kozače na posnetek petja lesne sove močan, kar odraža visoko stopnjo medvrstne teritorialnosti s strani kozače (Vrh in Vrezec, 2006), medtem ko lesna sova do kozače ni bila teritorialna (Novak, 2013). Za lesno sovo se domneva, da prilagodi njeno aktivnost oglašanja glede na oglašanje njenega znotrajcehovskega plenilca in s tem zmanjša verjetnost, da bi jo plenilec našel (Lourenço in sod., 2013).

Velikost teritorija kozače je približno trikrat večja kot pri lesni sovi (König in Weick, 2008). Mikkola (1983) navaja, da je pri kozači povprečna velikost teritorija 450 ha, medtem ko pri lesni sovi znaša od 12 do 102 ha na par, odvisno od habitata in gostote plena.

Obe vrsti ostajata znotraj svojega gnezditvenega teritorija celo leto (tudi v letih nizkih populacijskih gostot malih sesalcev). Pri obeh vrstah par ostane skupaj doživljenjsko. Pri kozači je v obdobju od jeseni do spomladi teritorialna aktivnost manjša, medtem ko so pari lesne sove aktivni skozi celotno leto (Mikkola, 1983).

3.1.3.3 Izbira gnezditvenega prostora in gnezditvena biologija

Obe vrsti gnezdi v naravnih duplih ali polduplih, v umetnih gnezdilnicah, na vrhovih odlomljenih dreves ali v starih gnezdih drugih vrst (Mikkola, 1983; Mihelič in sod., 2000; König in Weick, 2008). Lesna sova je pri izbiri gnezdišč manj zahtevna, občasno gnezdi tudi v bližini človekovih bivališč, predvsem v parkih in urbanih vrtovih z lesno vegetacijo (Mikkola, 1983; Polak, 2000). Kozača se naseljem izogiba (Mihelič in sod., 2000). Na nižjih nadmorskih višinah ne gnezdi zaradi pomanjkanja gnezdišč, kar je posledica intenzivnega gospodarjenja z gozdom. Če so v določeni sezoni na voljo boljše gnezdišča, kozača znotraj svojega teritorija ne izbere vedno istega mesta za gnezdenje (Mikkola, 1983; Vrezec, 1996; Mihelič in sod., 2000).

Iz literature so znani podatki, da kjer se lesna sova in kozača pojavljata simpatrično, med njima poteka kompeticija za gnezdišča. Agresivnejša kozača lesno sovo, ki zaide na njen teritorij, ali ubije ali prežene (Mikkola, 1983; Vrezec in Tome, 2004b). Po drugi strani pa obstajajo tudi podatki (čeprav manj pogosto), kjer vrsti sobivata. Mikkola (1983) navaja,

da je medvrstna agresivnost posledica pomanjkanja gnezdišč in ne posledica pomanjkanja drugih virov, npr. hrane.

Stopnja agresivnosti pri obrambi gnezd samic kozače je precej raznolika od osebkov do osebkov, hkrati pa tesno povezana z dostopnostjo hrane v okolju in časom gnezdenja. Agresivnejše samice so izlegale jajca bolj zgodaj in so imele večje zarode, agresivnost je naraščala z naraščanjem populacij malih sesalcev. Bolj agresivne samice imajo višjo uspešnost gnezdenja in višjo stopnjo preživetja mladičev, zato se tovrstna vedenjska lastnost pri kozači ohranja skozi generacije (Kontiainen in sod., 2009). Tudi pri lesni sovi je znana agresivnost, ki je pozitivno povezana z velikostjo zaroda in starostjo mladičev. Agresivnost je bila večja pri parih, ki so z gnezditevijo začeli bolj zgodaj. Samice z večjo telesno maso so agresivnejše (Wallin, 1987). Glavni vzrok za smrtnost mladičev pri lesni sovi je pljenje s strani sesalcev (npr. lisice *Vulpes vulpes*), saj mladiči zapustijo gnezda, ko še ne letijo (Sunde, 2005).

Lesna sova ima navadno eno leglo na leto. V povprečju izleže tri do pet (2–9) jajc v intervalih od dva do tri dni (König in Weick, 2008). Velikost zaroda na Finskem znaša v povprečju tri izvaljene mladiče na gnezdo (Mikkola, 1983). Po treh mesecih so mladiči samostojni in začno dispergirati. Pri kozači znaša povprečna velikost legla od tri do štiri (1–6) jajca, izleže jih v dvodnevni intervalih. Pri obeh vrstah mladiči spolno dozori v prvem letu starosti (König in Weick, 2008).

3.1.3.4 Prehrana

Tako kozača kot lesna sova v splošnem veljata za prehranska generalista, kar se kaže predvsem v letih, ko v okolju primanjkuje njunega glavnega plena. Takrat oportunistično plenita tudi ptice, dvoživke, nevretenčarje in druge sesalce (Korpimäki in Sulkava, 1987; Sotenšek, 2012).

Kljub temu kozača velja za bolj specializiranega plenilca. Od 60 do 90 odstotkov njene prehrane sestavljajo voluharice, prav tako pleni večje sesalce do velikosti manjših zajcev in ptice do velikosti gozdnega jereba (*Bonasa bonasia*) (König in Weick, 2008). Iz literature je znano, da upleni tudi lesno sovo (Mikkola, 1983).

Lesna sova je v primerjavi s kozačo prehranski generalist (König in Weick, 2008). Med sesalci so največji plen podgane (*Rattus* sp.), veverice (Sciuridae) in hrčki (Cricetidae), med ptici pa je bila zabeležena tudi liska (*Fulica atra*), različne vrste golobov (Columbidae), vran (Crovidae), manjših vrst sov (Strigiformes) in celo ujed (Accipitriformes) (König in Weick, 2008).

Sotenšek (2012) je ugotovila, da so bili na Krimu mali sesalci glavni plen kozače in lesne sove v gnezditvenem obdobju, in sicer belonoge miši (*Apodemus* sp.) in gozdne voluharice (*Myodes glareolus*). Več kot 50 odstotkov posameznih enot plena so sestavljale miši (Muridae), ki so bile pri kozači nekoliko bolj zastopane. Vrsti plenita tudi voluharice

(Arvicolidae), in sicer pri obeh vrstah predstavljata okrog 25 odstotkov plena. Polhi (Grilidae) so bili nekoliko bolj zastopani med plenskimi vrstami lesne sove (kar 11,3 %), pri kozači pa so predstavljali pet odstotkov plena. Po drugi strani Vrezec in Mihelič (2012) navajata, da lahko pri kozači polhi predstavljajo pomemben delež v prehrani predvsem v post-gnezditvenem obdobju, in sicer kar 58,8 % posameznih enot plena. Rovke (Soricidae) so pri obeh vrstah manj številčno zastopane, saj predstavljajo 1,4 % plena (Sotenšek, 2012). Skupno sesalci pri kozači predstavljajo 90,4 % posameznih enot plena, pri lesni sovi pa nekoliko manj, in sicer 88,4 % (Sotenšek, 2012).

V raziskavi Sotenškove (2012) so bile pri lesni sovi ostale živalske skupine kot alternativni plen bolj pestro zastopane kot pri kozači. Ptichi (Aves) so pri lesni sovi predstavljali tri odstotke plena, pri kozači pa zgolj 0,8 %. Dvoživke (Amphibia) in plazilci (Reptilia) so pri lesni sovi predstavljali dva odstotka plena, pri kozači pa 1,1 %. Nevretenčarji (Invertebrata) so bili v nekoliko višjem deležu zastopani pri kozači (7,7 %), pri lesni sovi pa s 6,5 %, vendar gre tukaj za številčnost posameznih enot plena – z vidika biomase plena predstavljajo nevretenčarji zgolj 0,3 % pri kozači in 0,2 % pri lesni sovi.

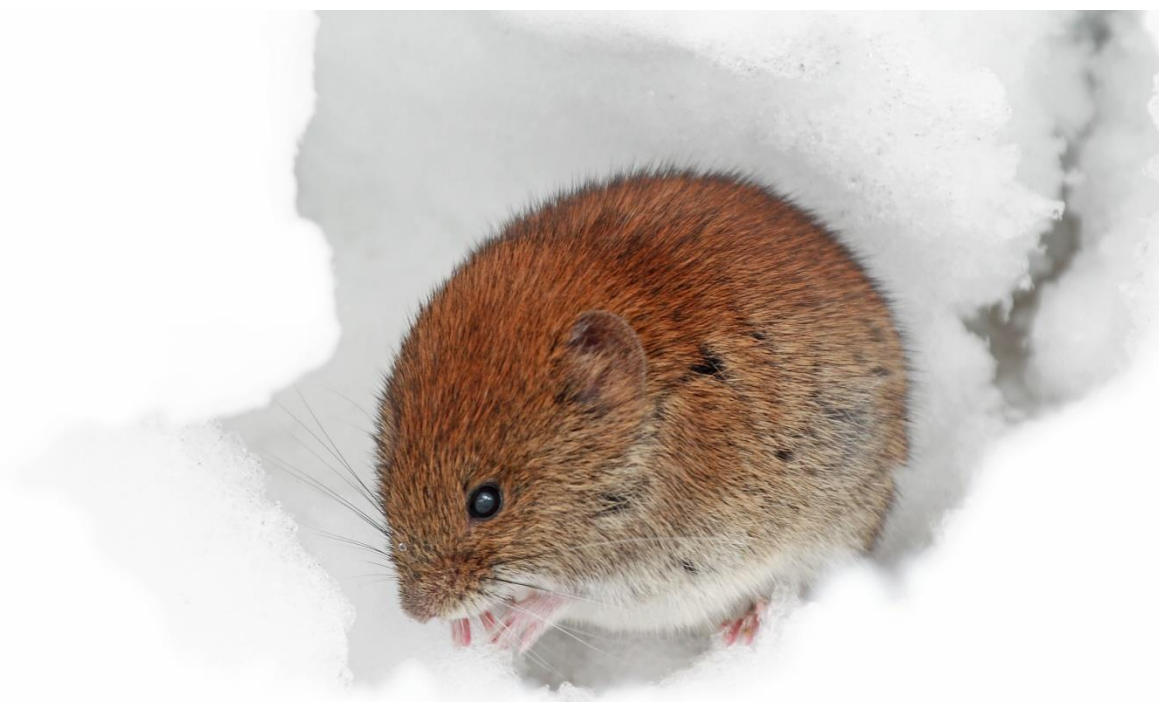
Prehranski niši kozače in lesne sove se razlikujeta v spreminjanju številčnosti glavnega plena v okolju in v spreminjanju sestave in deleža njunega alternativnega plena (Sotenšek, 2012). Pri kozači razpoložljivost plena v okolju bolj vpliva na spremembo rodnosti, saj v letih, ko je glavnega plena v okolju malo, ne gnezdi (Korpimäki in Sulkava, 1987). Pri lesni sovi je vpliv na rodnost manjši, saj v letih pomanjkanja glavnega plena veliko bolj izkoristi alternativni plen (Mikkola, 1983).

3.2 MALI SESALCI

Mali sesalci (Micromammalia) so nesistematska skupina sesalcev, za katere je značilna njihova majhnost (Kryštufek, 1985). Vključuje dva redova: žužkojede (Insectivora) in glodavce (Rodentia) (Kryštufek, 1985). Združbe malih sesalcev nam lahko dajo vpogled v biotsko pestrost nekega območja (Chase in sod., 2000), torej jih lahko obravnavamo kot indikatorske vrste – na ravni individualnega osebk ali na ravni združbe.

3.2.1 Voluharice, miši in rovke

Laine in Henttonen (1983) navajata, da so glavni vzroki za ciklične upade populacij malih sesalcev kvalitativne in kvantitativne spremembe v zalogah hrane. Te spremembe so posledica cikličnih obrodov rastlin. Rezultati njune raziskave kažejo, da se ciklični obrodi rastlin ujemajo s fazo naraščanja številčnosti glodavcev. Na populacije malih sesalcev vpliva tudi plenjenje, predvsem s strani specializiranih plenilcev. Številčnost plenilcev naraste v poletjih, ko se pojavijo viški (angl. *peak phase*) populacij glodavcev. Posledično se poveča poveča plenilski pritisk. Dodaten vpliv na cikle imajo patogeni, za katere so mali sesalci zaradi visokih gostot bolj dovzetni (Laine in Henttonen, 1983; Slika 7).



Slika 7: Med male sesalce spada tudi gozdna voluharica (*Myodes glareolus*). Foto: Miha Krofel (2008)

Hanski in sod. (1991) so s pomočjo modela plen-plenilec pokazali, da se z upadanjem geografske širine v Evropi cikli populacij malih sesalcev vedno krajš. Laine in Henttonen (1983) sta v modelu ciklov malih sesalcev ugotovila, da lahko rastline s severa proti jugu zaradi naraščajočega gradienta toplote le-to hitreje in učinkovitejše izrabljajo in

akumulirajo rezervne snovi za razmnoževanje. To se kaže v krajšanju intervalov povečanega obroda rastlin (ali pa ti celo izginejo). Tako so na severu Finske prisotni petletni cikli nihanj populacij malih sesalcev, proti jugu se ti cikli zmanjšajo na tri leta, drugod po Evropi in v Severni Ameriki pa so cikli pogosto neenakomerni ali pa je njihova amplituda zelo majhna (Hanski in sod., 1991).

Z upadanjem geografske širine se večja tudi število vrst in gostota generalističnih plenilcev. Povečana stopnja plenjenja s strani generalističnih plenilcev zmanjšuje trajanje in amplitudo cikličnih nihanj malih sesalcev. Pri dovolj visokih gostotah generalističnih plenilcev se cikli stabilizirajo v ravnovesje brez nihanj (Hanski in sod., 1991).

Plenilci, ki so specializirani na plenjenje malih sesalcev, sledijo višjim gostotam plena v okolju in na mestih večjih gostot povečajo plenilski pritisk. Na ta način stabilizirajo populacije malih sesalcev (Hanski in sod., 1991). Ko številčnost malih sesalcev upade, zaradi slabšega gnezditvenega uspeha upade tudi številčnost plenilcev. Pri določenih vrstah se upad številčnosti pokaže leto kasneje (Hanski in sod., 1991). Generalistični plenilci se prilagajajo nihanjem razpoložljivosti hrane v okolju in povečajo stopnjo plenjenja v letih, ko je gostota plena višja (Hanski in sod., 1991).

Pri skandinavskih populacijah voluharic so bila potrjena ciklična nihanja populacij na tri do pet let, kar se je pokazalo na gnezditvenem uspehu plenilskih vrst ptic, ki se prehranjujejo z voluharicami (Sundell in sod., 2004). Nihanje populacij glavnega plena vpliva na populacijsko dinamiko določenih vrst sov in ujed. V raziskavi na Finskem se je pokazalo, da voluharice iz rodu *Microtus* pomembno vplivajo na nihanje populacij, velikost legla in številčnost zaroda male uharice (*Asio otus*), močvirske uharice (*Asio flammeus*), postovke (*Falco tinnunculus*) in pepelastega lunja (*Circus cyaneus*). Voluharice so namreč energetsko pomemben glavni plen. V obdobjih, ko so voluharice v okolju maloštevilne, pa se v prehrani ujed in sov poveča delež rovk kot alternativnega plena (Korpimäki, 1984).

Malo raziskav se je osredotočilo na primerjavo vpliva plenjenja iz Fenoskandinavskih raziskav z drugimi območji. Pri fenoskandinavskih populacijah voluharic so bila opažena redna nihanja, ki so bila spremljana na daljše časovno obdobje. Enako velja za populacije voluharic s Hokkaida na Japonskem ter iz Velike Britanije (Takashi in sod., 1999). Lambin in sod. (2006) so redne cikle potrdili tudi v SZ Franciji, prav tako so redna nihanja prisotna v zahodni, srednji in vzhodni Evropi. Mnogi avtorji se pri razlagi tovrstnih ciklov opirajo na vpliv geografske širine (Laine in Henttonen, 1983; Hanski in sod., 1991; Sundell in sod., 2004). Ker so cikli prisotni tudi izven Fenoskandinavije, pa Lambin in sod. (2006) predlagajo splošno obrazložitev dinamike ciklov malih sesalcev na podlagi ekoloških zakonitosti. Zaenkrat še ni splošnih hipotez o vplivu specializiranih plenilcev na populacije malih sesalcev, ki bi jih lahko uporabili izven območja Fenoskandinavije (Lambin in sod., 2006).

Da na populacije malih sesalcev vpliva dostopnost hrane, je potrdil tudi Trilar (1991). Njegova raziskava je zajela dve zelo različni zimi z vidika dostopnosti hrane. V letu z velikim obrodом bukve so populacijske gostote malih sesalcev močno narasle, kar je bilo razvidno iz povečane stopnje razmnoževanja *Apodemus flavicollis* in *Myodes glareolus*. Leto kasneje, ko je popustil kompeticijski pritisk *A. flavicollis* in *M. glareolus*, pa je narasla populacija *Sorex araneus* (Trilar, 1991). Takashi in sod. (1999) so v 30-letni študiji primerjali tri simpatrične vrste glodavcev: voluharico *Myodes rufocanus* ter dve vrsti gozdnih miši *Apodemus speciosus* in *A. argenteus*. Gozdne miši se prehranjujejo z bolj raznolikimi viri hrane, zato nanje povečan obrod semen bolj vpliva kot pa na voluharice, ki se prehranjujejo pretežno z rastlinsko hrano (Kryštufek, 1991).

3.2.2 Polhi

Navadni polh (*Glis glis*) je arborikolni nočno aktiven glodavec, ki se pojavlja v zmernih gozdovih srednje in južne Evrope (Slika 8). Je hibernator, ki shranjuje maščobne zaloge za preživetje med zimskim spanjem. Hibernacija navadno traja od septembra do junija (Sailer in Fietz, 2009). Samci se začnejo pojavljati v drugi polovici maja in v juniju, samice pa pričnejo z aktivnostjo julija (Bieber in Ruf, 2009). V času aktivnosti se morajo obilno hraniti, da nadomestijo energijo, ki jo vložijo v reprodukcijo, ter tvoriti maščobne zaloge za preživetje v obdobju hibernacije. Pred hibernacijo lahko povečajo maso telesa za 80 do 100 % (Sailer in Fietz, 2009).



Slika 8: Navadni polh (*Glis glis*). Foto: Tomaž Berce (2015)

V bukovih gozdovih zmerne pasu polhi povečajo svoj reproduktivni uspeh tako, da uskladijo obdobja povečane reprodukcije z energijsko bogatimi obrodi bukve, medtem ko se ne razmnožujejo v letih, ko bukovih plodov primanjkuje (Bieber in Ruf, 2009). Torej v določeni meri lahko prilagodijo razmnoževalne cikle dostopnosti hrane v okolju (Ruf in sod., 2006; Bieber in Ruf, 2009). Zaradi visokega energijskega vložka imajo odrasli polhi po reprodukcijsko uspešnih letih zmanjšano verjetnost preživetja v primerjavi z leti, ko razmnoževanja ni bilo (Ruf in sod., 2006).

Nekateri avtorji navajajo, da polhi predstavljajo pomemben delež v prehrani lesne sove (Marchesi in sod., 2006; Sergio in sod., 2007) ter kozače (Vrezec in Kohek, 2002; Vrezec in Mihelič, 2012), vendar je to odvisno od habitata, v katerem živita vrsti, in obdobja gnezditvene sezone (Marchesi in sod., 2006).

3.3 PTICE

Ptice so dobri bioindikatorji, saj zavzemajo višje trofične nivoje in odražajo spremembe okolja na nižjih trofičnih nivojih (BirdLife International, 2004). Poleg tega se pojavljajo v raznolikih ekosistemih, so razmeroma enostavne za določanje, njihovo teritorialno vedenje (petje in razkazovanje) pa omogoča popisovanje v gnezditveni sezoni (BirdLife International, 2004; Slika 9).

Združbe ptic severne poloble sestavljajo tako ptice selivke kot stalnice (Mönkkönen in Forsman, 2002). Mnoge vrste ptic pevk več sezon zapored uporabljajo iste gnezditvene teritorije. Na izbiro gnezdišč vpliva več faktorjev, med njimi tip in struktura habitata, vegetacija, zaloga hrane in tekmeči (Mönkkönen in Forsman, 2002). Dodaten vpliv na izbiro gnezditvenega habitata imajo interakcije z drugimi vrstami, te so lahko pozitivne ali negativne (Mönkkönen in Forsman, 2002).



Slika 9: Grivar (*Columba palumbus*) je ena izmed pogostejših vrst, ki smo jih zaznali med transektnim popisom ptic na Krimu. Foto: Matej Kovačič (2015)

Pavey in Smyth (1998) sta preučevala interakcije gozdnih vrst ptic z avstralsko vrsto sove, *Ninox strenua*, ki je nočno aktiven plenilec gozdnih ptic. Sove ne lovijo tekom dneva, temveč zvečer, zgodaj zjutraj in ponoči, v kolikor preženejo ptice iz prenočišč. Kljub temu, da se je dnevna aktivnost plenilca in plena zelo malo prekrivala, so bile gozdne ptice ena izmed glavnih vrst plena pri sovah. Gozdne ptice so izvajale načrtno preganjanje (angl. *mobbing*) sov, kjer sta Pavey in Smyth (1998) ugotovila, da so bile vrste ptic, ki so preganjale plenilca, manjkrat uplenjene, kot pa vrste, ki preganjanja niso izvajale. Na ta način so imele višjo gnezditveno uspešnost in manjšo verjetnost uplenitve.

Sotenškova (2012) je ugotovila, da obe obravnavani sovi v naši raziskavi plenita tudi ptice, s tem da lesna sova v nekoliko večjem deležu. Predvidevamo, da imata kot končna plenilca tudi določen vpliv na populacije ptic. Raziskave kažejo, da v večini primerov prisotnost plenilcev vpliva na populacije ptic preko posrednih vplivov plenjenja, kot je npr. zmanjšanje prehranjevalne aktivnosti v izogib uplenitvi, in občasno preko direktnih, torej z uplenitvijo (Cresswell, 2008, 2011). Po drugi strani prisotnost plenilcev vedno vpliva na medvrstno in znotrajvrstno kompeticijo in s tem na populacijsko dinamiko plena (Cresswell, 2011). Da ptice predstavljajo značilen delež v prehrani lesne sove predvsem v gnezditvenem obdobju, je potrdil tudi Kirk (1992).

3.4 KREŠIČI

Krešiči (Coleoptera: Carabidae) so bili na podlagi mnogih študij razširjenosti posameznih vrst, njihovih značilnosti in biomase prepoznani kot dobri indikatorski in modelni organizmi (Polak, 2004; Koivula, 2011). So raznoliki, ekološko in taksonomsko dobro poznani ter enostavni za vzorčenje v zadostnih količinah za statistično obdelavo podatkov. Na njihovih populacijah se odražajo spremembe v ekosistemih, kot so npr. vplivi pesticidov in težkih kovin. Na podlagi razširjenosti določenih vrst lahko krešiči služijo kot kazalci klimatskih sprememb, motenj s strani človeka in načina upravljanja območja (Koivula, 2011).

Krešiči so ena najbolj raziskanih skupin žuželk (Kotze in sod., 2011). Ta vrstno bogata družina hroščev se pojavlja v večini kopenskih habitatov, tako v talni vegetaciji kot v krošnjah dreves. Hitro disperzijo jim omogoča pestra morfologija kril in raznoliki življenjski cikli (Kotze in sod., 2011). Lorenz (2005, cit. po Kotze in sod., 2011) je v letu 2005 objavil seznam več kot 35.000 vrst krešičev, vsako leto pa je opisanih približno 100 novih vrst (Slika 10).



Slika 10: Med krešiče spada tudi hrapavi krešič (*Carabus caelatus*). Foto: Al Vrezec (2011)

Na življenjske cikle krešičev najbolj vplivajo spremembe v temperaturi in količini padavin. Kombinacija obeh dejavnikov je pomembna za razvoj jajčec. Prav tako je pomembna dostopnost hrane, ki vpliva na reprodukcijo. Vrste, ki se razmnožujejo spomladi, prezimujejo kot odrasli osebk, vrste, ki se razmnožujejo jeseni, pa prezimujejo večinoma kot ličinke (Kotze in sod., 2011).

V splošnem so krešiči vsejedi plenilci (Kotze in sod., 2011). Vir rastlinske hrane jim predstavljajo listi, sadeži, pelod in visoko-energijska semena, dodatni vir so tudi glive. Živalski plen predstavljajo deževniki (Lumbricidae), polži (Gastropoda), skakači (Collembola) in mravlje (Formicidae) (Kotze in sod., 2011). Nihanja v obrodu bukovo-jelovih gozdov pomembno vplivajo tudi na populacije krešičev, saj pomemben delež njihove prehrane predstavljajo semena (Lobo in Millar, 2013), poleg tega so plenilci krešičev predvsem glodavci (Rodentia) (Parmenter in MacMahon, 1988).

Sotenškova (2012) je ugotovila, da prehrano lesne sove in kozače sestavljajo tudi nevretenčarji, med njimi tudi krešiči. Vendar so te vrednosti zanemarljive, saj ne predstavljajo niti 0,5 % biomase celotne prehrane. Zanemarljive vrednosti nevretenčarjev v prehrani lesne sove je ugotovil tudi Kirk (1992).

4 OPIS OBRAVNAVANEGA OBMOČJA IN METODE

4.1 OPIS OBMOČJA

4.1.1 Geografske značilnosti

Krimsko hribovje je po naravnogeografski regionalizaciji del Dinarskega sveta, in sicer del mezoregije Krimsko hribovje in Menišija. Gre za visoko dinarsko planoto, na kateri prevladuje apneniški in dolomitni kraški relief (Fridl in sod., 2001) in se po Meliku imenuje Velika notranjska planota (Perko in Orožen Adamič, 1999).

Krimsko hribovje in Menišijo obdajajo doline in podolja – na severu se dviguje nad ravnino Ljubljanskega barja, na vzhodu je Dolenjsko podolje, na jugovzhodu Velikolaščanska pokrajina, na jugozahodu Notranjsko podolje; Menišija pa se vzdolž Krimskega hribovja razteza od Blok na jugovzhodu proti Rovtarskemu hribovju na severovzhodu (Slika 11). Poleg najvišjega vrha, Krima (1107 m n. v.), se med višjimi vrhovi dvigujejo še Mokrec (1059 m n. v.), Ljubljanski vrh (819 m n. v.) in Logaška planota (650 m n. v.) (Perko in Orožen Adamič, 1999; Mihelič in sod., 2000).



Slika 11: Pogled na Krim z Ljubljanskega barja. Foto: Janez Tarman (2015)

Krimsko hribovje in Menišijo v večini sestavljajo karbonatne kamnine, in sicer apnenci iz srednje in spodnje jure ter dolomiti iz zgornjega triasa. Krim ima značilno obliko podaljšane planote z več globoko vrezanimi dolinami, ki so nastale kot posledica delovanja površinskih potokov (Iška, Borovniščica, Zala). Na uravnanih kopastih območjih so se razvile številne kraške oblike, predvsem vrtače in kraške jame (npr. Velika Pasica, Brezno pod Koblakom, Kevderc pri Planinci) (Perko in Orožen Adamič, 1999; Fridl in sod., 2001).

Več kot polovica površja ima naklon nad 12° in četrtnina med šest in 12°, kar močno omejuje možnosti za kmetijstvo. Večina pokrajine je v nadmorskih višinah med 500 in 1000 m, s tem da so slemena in uravnave v višinah okoli 800 m (Perko in Orožen Adamič,

1999). Povprečna letna višina padavin znaša med 1600 in 1700 mm, povprečna letna temperatura zraka se giblje med osem in 10 °C, na višjih legah od šest do osem °C. Je del zmernega celinskega podnebja (Fridl in sod., 2001).

Območje raziskave (v nadaljevanju Krim; 45° 56' N, 14° 27' E) je v večini obsegalo severni in osrednji del Krimskega hribovja, manjši del lokacij pa je vključeval še vzhodni del Menišije (Slika 15). Krim zajema približno 140 km², nadmorske višine lokacij raziskav pa segajo od 397 do 1050 m. (Vrezec, 2003; Vrezec in Tome, 2004a).

4.1.2 Rastje

Glede na fitogeografsko razdelitev Slovenije po M. Wrabru spada Krim v dinarsko območje (Martinčič in sod., 1999). Gozd, ki pripada združbi dinarskega bukovega gozda z jelko *Omphalodo-Fagetum* s. lat. in se pojavlja v različnih podzdržbah, pokriva 77 % obravnavanega območja. Ostalih 20 % predstavljajo naravna in antropogena ne-gozdnata območja, tri odstotke pa urbane površine, ki so večinoma na nižjih nadmorskih višinah. Med gozdnimi površinami je v največji meri zastopan mešani gozd (76 %), nato listnati (19 %) in iglasti gozd (5 %) (Mihelič in sod., 2000; Vrezec in Tome, 2004b; Sotenšek, 2012; Novak, 2013).

Večina gozda je v starejši razvojni fazi, premer drevesnih debel v višini prsi presega 30 cm (razvojna faza debeljaka). Dominantni drevesni vrsti sta bukev (*Fagus sylvatica*) in jelka (*Abies alba*), v manjšem obsegu pa se pojavljajo še smreka (*Picea abies*) – večinoma na nižjih nadmorskih višinah kot posledica intenzivnega gospodarjenja z gozdom, gorski brest (*Ulmus glabra*), gorski javor (*Acer pseudoplatanus*), rdeči bor (*Pinus sylvestris*), črni bor (*Pinus nigra*), črna jelša (*Alnus glutinosa*), črni gaber (*Ostrya carpinifolia*), beli gaber (*Carpinus betulus*), lipovec (*Tilia cordata*), lipa (*Tilia platyphyllos*), mali jesen (*Fraxinus ornus*), graden (*Quercus petraea*) in puhasti hrast (*Quercus pubescens*) (Furlan, 1988; Vrezec in Tome, 2004b; Sotenšek, 2012).

4.1.3 Živalstvo

Glede na zoogeografsko razdelitev Slovenije po Carneluttiju in Mršiču spada Krim v kraško (dinarsko) regijo, nadalje pa po Mršiču spada v kraško-predpanonsko podregijo (Mršič, 1997). Po Habitatni direktivi spada Krim pod pSCI Krmsko hribovje-Menišija (Uredba o posebnih varstvenih ..., 2014). V nadaljevanju se bom osredotočila predvsem na raziskanost skupin, ki smo jih obravnavali v pričujoči raziskavi.

Furlanova (1988) je na Krimu preučevala **favno krešičev** (Coleoptera: Carabidae) v sezoni leta 1986 na nadmorski višini 950 m. V pasti se je ujelo 25 različnih vrst krešičev. Prevladovala so južноеvropske dinarske vrste *Carabus catenulatus*, *C. germari*, *C. croaticus*, *Nebria dahli* in *Molops plitvicensis*; montanske vrste: *C. creutzeri*, *C. nemoralis*, *C. irregularis*, *C. coriaceus* in *Leistus piceus*; in vrste, ki so razširjene po vsej Evropi. Nekatere izmed najdenih vrst so bile izrazito termofilne, npr. *Aptinus bombardae*, *Molops*

piceus, *Molops elatus* in *Pterostichus burmeisteri*, nekatere pa hidrofilne, npr. *Carabus creutzeri*, *Nebria dahli* in *Leistus piceus*.

Izmed vseh zaznanih vrst so bile na raziskovanem območju dominantne vrste *Aptinus bombardia*, *Abax ovalis*, *Nebria dahli* in *Pterostichus burmeisteri*, v določenih podzdržbah pa tudi *Abax parallelepipedus* in *Molops striolatus*. Furlanova (1988) je ugotovila, da sta za krešiče bolj pomembna lega in mikroklimatski pogoji kot pa rastlinske podzdržbe.

Na Krimu je bilo zabeleženih 54 vrst **ptic**, med njimi je 50 gnezdilk (Vrezec, 2000a). Med pticami pevkami (Passeriformes) so najpogostejše vrste ščinkavec (*Fringilla coelebs*), črnoglavka (*Sylvia atricapilla*), menišek (*Periparus ater*), cikovt (*Turdus philomelos*), kos (*Turdus merula*) in taščica (*Erithacus rubecula*), pogosta pa sta še grivar (*Columba palumbus*) in v spomladanskem času kukavica (*Cuculus canorus*) (Vrezec, 2000a).

Od ujed na Krimu gnezdiijo skobec (*Accipiter nisus*), kragulj (*Accipiter gentilis*), kanja (*Buteo buteo*), škrjančar (*Falco subbuteo*), sršenar (*Pernis apivorus*) (Kocijančič, 2014), kot občasni gost pa se pojavlja tudi planinski orel (*Aquila chrysaetos*) (Vrezec, 2000b). Poleg lesne sove in kozače med sovami gnezdiijo še koconogi čuk (*Aegolius funereus*), mali skovik (*Glaucidium passerinum*), mala uharica (*Asio otus*) in velika uharica (*Bubo bubo*) (Vrezec, 2000b; Kocijančič, 2014).

Z vidika gnezdišč za obravnavani vrsti sov so pomembni še plezalci (Picidae) kot primarni duplarji. Na Krimu gnezdiijo črna žolna (*Dryocopus martius*), zelena žolna (*Picus viridis*), pivka (*Picus canus*) in veliki detel (*Dendrocops major*). Kot sekundarna duplarja pa gnezdiita tudi grivar (*Columba palumbus*) in duplar (*Columba oenas*) (Vrezec, 2000b).

Seznam **malih sesalcev**, ki so z vidika ekologije sov zelo pomembni, je na Krimu precej obširen in pester. Če primerjamo prehrano kozače in lesne sove na Krimu, ki jo je Sotenšek (2012) analizirala med letoma 2005 in 2009, z ugotovitvami Kryštufka (1982) v raziskavi dinarskih gozdov nad Ljubljanskim barjem, lahko potegnemo določene vzporednice. Sotenšek (2012) je ugotovila, da so se poleg zgoraj omenjenih vrst malih sesalcev v prehrani sov iz družine miši (Muridae) poleg rodu *Apodemus* pojavljale v manjši meri še podgane (*Rattus*), Kryštufek (1982) pa je v svoji raziskavi ugotovil, da je na Krimu pogosta rumenogrta miš (*Apodemus flavicollis*), redkeje pa se pojavljata še belonoga miš (*Apodemus sylvaticus*) in črna podgana (*Rattus rattus*). Iz družine voluharic (Arvicolidae) je Sotenškova (2012) poleg najpogostejše gozdne voluharice (*Myodes glareolus*) zabeležila v manjši meri še velikega voluharja (*Arvicola terrestris*), vrtno voluharico (*Microtus subterraneus*), travniško voluharico (*M. agrestis*) in poljsko voluharico (*M. arvalis*). Kryštufek (1982) pa je ugotovil, da je gozdna voluharica dominantna vrsta. Iz družine polhov (Gliridae) so se v obeh raziskavah pojavljale tri vrste polhov, in sicer navadni polh (*Glis glis*), drevesni polh (*Dryomys nitedula*) in podlessek (*Muscardinus avellanarius*), s

tem da je navadni polh v raziskavi Sotenškove (2012) precej izstopal (še posebno pri lesni sovi z 11,8 % biomase plena). Če primerjamo družino rovk (Soricidae), se je v raziskavi Kryštufka (1982) pokazalo, da je tudi gozdna rovka (*Sorex araneus*) dominantna vrsta, redkeje pa se pojavljata še gorska (*Sorex alpinus*) in mala rovka (*S. minutus*). Sotenškova (2012) pa je ugotovila, da je zgolj pri kozači v prehrani izstopala gozdna rovka (*S. araneus*), v manjši meri pa so bile zastopane še mala rovka (*S. minutus*), gorska rovka (*S. alpinus*), močvirska rovka (*Neomys anomalus*), vrtna rovka (*Crocidura suaveolens*) in poljska rovka (*C. leucodon*); ter navadni krt (*Talpa europaea*), ki je bil še posebno pri kozači zastopan v večji meri (13,4 %).

4.2 METODE DELA

4.2.1 Terensko delo

4.2.1.1 Spremljanje gnezditvene aktivnosti lesne sove in kozače

Na Krimu so bile v okviru raziskave Nacionalnega inštituta za biologijo na 30 različnih lokacijah postavljene umetne lesene gnezdilnice dimenzij 35x35x70 cm na nadmorskih višinah med 397 in 1050 m (Slika 12). V gnezditvenem obdobju med letoma 2004 in 2014 so raziskovalci spremljali gnezditveno uspešnost lesne sove in kozače – število gnezdečih parov, velikost legla (število jajc) in velikost zaroda (število izvaljenih mladičev).



Slika 12: Gnezdilnica na eni izmed lokacij na območju raziskave. Foto: Ana Fortič (2014)

4.2.1.2 Popis obravnavanih živalskih skupin v okolici gnezditvenih teritorijev

Male sesalce smo vzorčili z vzmetnimi mrtvolovnimi pastmi (Slika 13). Vzorčenje malih sesalcev smo izvedli v juniju in juliju 2014, ker je populacija malih sesalcev v letu 2013 dosegla zlom. Na vsaki lokaciji smo pred sončnim zahodom postavili 30 vzmetnih pasti v ravni liniji, in sicer na razdalji približno 10 metrov. Pustili smo jih čez noč in naslednji dan zgodaj zjutraj pobrali. Če se na lokaciji v pasti ni ujela nobena žival, smo vzorčenje ponavljali tako dolgo, dokler se ni ujel vsaj en osebek. Za vabo smo uporabili zmes ovsenih kosmičev in sardin. Na terenu smo živali stehali ter določili spol.



Slika 13: Vzmetna past za vzorčenje malih sesalcev. Foto: Ana Fortič (2014)

Populacijo polhov (*Glis glis*) smo v okolici gnezdilnic popisali s točkovno metodo popisa. Samci polhov se začnejo pojavljati v drugi polovici maja in v juniju, samice pa pričnejo z aktivnostjo julija (Bieber in Ruf, 2009). Popise smo opravili v višku aktivnosti, torej v drugi polovici julija. Po prihodu na točko smo pet minut poslušali, poskušali locirati oglašajoče se osebkke in po koncu popisa določili število osebkov, ki so se oglašali v času poslušanja. Popis smo ponovili trikrat in upoštevali najvišje slišano število osebkov na popisni točki.

Avifavno smo popisali s transektno metodo popisa (Bibby in sod., 2005). V bližini gnezdilnic smo izbrali 500 m dolge transekte, kjer smo šteli pojoče teritorialne samce. Ob tem smo beležili čas trajanja popisa. Zaradi natančnejšega ocenjevanja frekvenc smo zaznane ptice uvrstili v dva pasova: notranji (do 30 m od linije popisovalca na vsako stran) in zunanji pas (nad 30 m od linije popisovalca na vsako stran). Vsak transekt smo popisali dvakrat: prvič v aprilu in maju 2013 (na začetku gnezditvenega obdobja), drugič pa v juniju 2013 (da bi zajeli pozno gnezdeče vrste). Prvi in drugi popis sta bila v minimalnem razmiku dveh tednov. Popisovati smo začeli takoj po sončnem vzhodu ter popisovali najdlje do 8.30. ure, ko se aktivnost ptic zmanjša.

Z vzorčenjem **krešičev** (*Coleoptera: Carabidae*) smo pričeli v višku aktivnosti večine vrst krešičev, in sicer junija 2013. Na vsaki lokaciji smo postavili 10 Barberjevih talnih pasti na razdalji cca. 10 metrov med dvema pastema (Slika 14). To so talne pasti, sestavljene iz 3 dl velikega plastičnega lončka, vkopanega do roba v zemljo, v katerega

smo nalili približno 1 dl 4 % vinskega kisa (služil je kot vaba in kot fiksativ). Pokrili smo jih s strehico (odlomljeno lubje, široke veje, večji kamni), da nam v primeru dežja pasti ni zalilo (Furlan, 1988; Vrezec in Kapla, 2007). Pasti smo pustili aktivne sedem noči. Material smo obdelali v laboratoriju. Če so se v pasti ujele rovke in polži, smo jih na terenu shranili posebej v plastične vrečke (rovke) ali zavrgli (polži).



Slika 14: Talna past za krešiče. Na vrh smo dodali še streho iz lesa ali lubja, ki je preprečevala zalitje pasti v primeru dežja. Foto: Andrej Kapla (2011)

4.2.2 Laboratorijsko delo

Vzorci malih sesalcev in krešičev smo nadalje določali v laboratoriju.

Vzorci nevretenčarjev smo najprej presortirali, nato pa smo krešiče (Carabidae) v večini določili do vrste. Kjer je bilo možno, smo določili tudi število samcev in samic. Pri določanju smo si pomagali z določevalnimi ključi (Trautner in Geigenmüller, 1987; Freude in sod., 2006).

Male sesalce smo določili s pomočjo določevalnega ključa Kryštufek in Janžekovič (1999).

4.2.3 Obdelava podatkov

4.2.3.1 Aktivnost, delež zasedenosti in produktivnost gnezdilnic

Gnezdilnice so bile na Krimu postavljene od leta 2004, nekatere tudi manj. Iz teh podatkov smo izračunali aktivnost gnezdilnic, torej skupen čas aktivnosti posamezne gnezdilnice.

Ocenili smo, v kakšnem deležu so bile gnezdilnice zasedene bodisi z lesno sovo bodisi s kozačo:

$$\text{Delež zasedenosti [\%]} = \frac{\text{Št. let zasedenosti z vrsto}}{\text{Št. let aktivnosti gnezdilnice}} \times 100 \quad \dots (1)$$

Produktivnost posamezne gnezdilnice smo ocenili s številom jajc, ki jih je posamezna sova izvalila v času aktivnosti gnezdilnice.

4.2.3.2 Ocena relativne frekvenca malih sesalcev

Frekvenco malih sesalcev (belonogih miši *Apodemus* sp., gozdne voluharice *Myodes glareolus* in rovk Soricidae) smo prikazali na enoto desetih lovnihi noči. Ena lovna noč izraža število pasti in časovni interval vzorčenja, torej ulov ene pasti v eni noči. Zaradi jasnejšega prikaza podatkov smo relativne frekvence prikazali na enoto desetih lovnihi noči:

$$f_{\text{malih sesalcev}} = (\text{št. osebkov} \times 10) / (\text{št. pasti} \times \text{št. noči}) \quad \dots (2)$$

Relativno abundanco za populacijo polhov smo izrazili kot maksimalno število zabeleženih osebkov v treh ponovitvah na eni lokaciji.

4.2.3.3 Ocena relativne frekvenca ptic

Frekvenco ptic smo prikazali z relativno frekvenco v parih (f_{ptic}) glede na čas trajanja obeh popisov ter izraženo na 10 minut popisa. Ob tem predpostavljamo, da smo vsak transekt popisovali z enakomerno hojo. Pri vsaki vrsti smo sešteli maksimalno število zabeleženih parov v notranjem in zunanjem pasu izmed obeh ponovitev:

$$f_{\text{ptic}} = \frac{(N_{\text{not max}} + N_{\text{zun max}})}{(t_{\text{prvi}} + t_{\text{drugi}})} \times 10 \text{ min} \quad \dots (3)$$

kjer je $N_{\text{not max}}$ – maksimalno število zabeleženih parov v notranjem pasu izmed obeh popisov, $N_{\text{zun max}}$ – maksimalno število zabeleženih parov v zunanjem pasu izmed obeh popisov, t_{prvi} – čas trajanja prvega popisa, t_{drugi} – čas trajanja drugega popisa.

4.2.3.4 Ocena relativne frekvence krešičev

Frekvenco krešičev smo prikazali s številom osebkov na enoto desetih lovnihi noči. Število pasti in časovni interval izražata enoto lovne noči, ki pomeni ulov ene pasti v eni noči (Vrezec in Kapla, 2007):

$$f_{krešičev} = (\text{št. osebkov} \times 10) / (\text{št. pasti} \times \text{št. noči}) \quad \dots (4)$$

4.2.3.5 Ugotavljanje diverzitete združbe

Shannon-Wienerjev diverzitetni indeks vrstne pestrosti združb razlikuje po abundanci posameznih vrst (Tarman, 1992). Izračunali smo ga po enačbi:

$$H = - \sum P_i \times \ln P_i \quad \dots (5)$$

kjer je P_i – verjetnost prisotnosti posamezne vrste $[n_i/N]$, n_i – število osebkov vrste i , N – število osebkov vseh vrst v vzorcu.

4.2.3.6 Biomasa malih sesalcev in ptic

Biomasa imenujemo maso vse snovi, ki je v telesih živih organizmov (Tome, 2006). Biomaso obravnavanih skupin organizmov smo izračunali po enačbi:

$$B = N \times T \quad \dots (6)$$

kjer je N število osebkov posameznega taksona in T povprečna masa osebkov posameznega taksona v gramih. Povprečne mase smo povzeli po literaturi, in sicer za ptice po Bauerju in sod. (2005) ter za male sesalce po Kryštufku in Janžekoviču (1999). Za krešiče biomase nismo izračunali, saj so podatki o biomasi vrst, zaznanih v pričujoči raziskavi, težko dostopni.

4.2.3.7 Korelacija izračunanih parametrov z nadmorsko višino

Za preverjanje korelacije z nadmorsko višino smo uporabili neparametrično Spearmanovo korelacijo. Lahko jo uporabljamo pri meritvah na ordinalni ali intervalni merski skali, zapisanih v obliki deležev, indeksov ali štetij (Fowler in sod., 1998).

Preverili smo korelacijo z nadmorsko višino znotraj posameznih skupin organizmov, torej ptic, malih sesalcev in krešičev. Pri pticah in krešičih korelacijo nismo testirali pri tistih vrstah, ki so bile zabeležene na manj kot petih lokacijah. Spearmanov koeficient smo izračunali tako na nivoju frekvence posameznih vrst kot na nivoju obravnavanih skupin organizmov (frekvenca, biomasa, diverziteteta).

Prav tako smo preverili korelacijo z nadmorsko višino izbranih parametrov obravnavanih skupin organizmov med posameznimi skupinami gnezditvenih teritorijev (teritoriji lesne

sove – SA, teritoriji kozače – SU in teritoriji, kjer ni gnezdila nobena izmed obravnavanih vrst sov – NULL), da smo lahko nadaljevali s primerjavo med gnezditvenimi teritoriji.

Parametrov, ki so statistično značilno korelirali z nadmorsko višino, v nadaljnje analize nismo vključevali, saj sta vpliv nadmorske višine na izbor habitata pri lesni sovi in kozači potrdila že Vrezec in Tome (2004a).

Korelacijo smo računali s programom PAST (Hammer in sod., 2001).

4.2.3.8 Primerjava favne na gnezditvenih teritorijih z uspešnostjo gnezdenja lesne sove in kozače

Favno na gnezditvenih teritorijev smo obravnavali na dva načina: z multivariatno diskriminacijsko analizo in z univariatnim Mann-Whitneyevim U-testom.

Favno gnezditvenih teritorijev smo ovrednotili z naslednjimi spremenljivkami: relativno frekvenco, biomaso in diverzitetno (Shannon-Wienerjev diverzitetni indeks) obravnavanih organizmov (malih sesalcev, ptic in krešičev). Te spremenljivke smo nato primerjali med tremi vrstami gnezditvenih teritorijev (skupin):

- kjer je gnezdila lesna sova (SA),
- kjer je gnezdila kozača (SU) ali
- kjer ni gnezdila nobena sova (NULL).

Dodatno vrednost (obtežbo) smo teritorijem pripisali s celokupnim številom jajc, ki so jih sove izvalile v času aktivnosti gnezdilnic (produktivnost gnezdilnic).

Nato smo v programu STATISTICA z diskriminacijsko analizo po metodi Forward Stepwise gnezditvene teritorije oz. zgoraj omenjene skupine primerjali med seboj glede na vključene spremenljivke. Diskriminacijska analiza napove, po katerih spremenljivkah se skupine najbolj razlikujejo med seboj (Kastelec in Košmelj, 2008). Da smo dobili prostorsko predstavo, kako se tri skupine teritorijev razlikujejo med seboj, pa smo upoštevali Mahalanobisove razdalje med centriidi (D^2). Namreč razlike med centriidi predstavljajo razlike med skupinami, te pa merimo z Mahalanobisovimi razdaljami (D^2) (Kastelec in Košmelj, 2008).

Z Mann-Whitneyevim U-testom smo v programu PAST primerjali, kakšne so razlike med izbranimi spremenljivkami, ki so bile vključene v analizo.

5 REZULTATI

5.1 OPIS ZDRUŽBE NA KRIMU

5.1.1 Favna malih sesalcev

Na območju Krima smo popisali štiri vrste malih sesalcev (Preglednica 1). Ugotovili smo, da frekvenca in biomasa sesalcev značilno upadeta z nadmorsko višino (Preglednica 2). Značilno z nadmorsko višino upada tudi frekvenca polhov (*Glis glis*) (Preglednica 1).

Preglednica 1: Seznam vrst malih sesalcev na gnezditvenih teritorijih na Krimu z velikostjo vzorca (n), s pregledom relativnih frekvenc in višinske razširjenosti ter Spearmanovo korelacijo med njima za lokacije, kjer so bile vrste prisotne. Prazne lokacije so izločene iz prikaza. Za vsak podatek so podani minimumi (Min), maksimumi (Max), prvi (Q1) in tretji (Q3) kvartil ter mediana (Med).

Ime vrste	n	Relativna frekvenca [št. osebkov/10 lovnih noči]			Nadmorska višina [m]			Spearmanova korelacija	
		Min - Max	Q1 - Q3	Med	Min - Max	Q1 - Q3	Med	r _s	p
<i>Apodemus</i> sp.	88	0,17 - 3,00	0,66 - 1,33	1,00	398 - 937	534 - 792	621	- 0,34	ns
<i>Myodes glareolus</i>	10	0,17 - 0,33	0,33 - 0,33	0,33	410 - 1050	620 - 792	762	0,09	ns
<i>Sorex</i> sp.	25	0,14 - 0,57	0,14 - 0,33	0,29	426 - 1050	537 - 804	666	0,06	ns
<i>Glis glis</i>	163	1,00 - 10,00	5,00 - 6,75	6,00	398 - 1050	544 - 801	668	- 0,42	p < 0,05

Preglednica 2: Podatki o diverziteti (Shannon-Wienerjev indeks), relativni frekvenci in biomasi malih sesalcev na vseh gnezditvenih teritorijih skupaj na Krimu. Za vsak podatek so podani minimumi (Min), maksimumi (Max), prvi (Q1) in tretji (Q3) kvartil ter mediana (Med), prav tako je preverjena Spearmanova korelacija (r_s) z nadmorsko višino (NMV).

	Korelacija z NMV				
	Min - Max	Q1 - Q3	Med	r _s	p
Diverzitet skupaj	0,5 - 1,2	0,7 - 1,0	0,9	- 0,08	ns
Frekvenca skupaj [št. os./10 lovnih noči]	1,3 - 10,8	5,5 - 8,0	7,1	- 0,47	p < 0,01
Biomasa skupaj [g/10 lovnih noči]	57,9 - 1563,4	781,4 - 1065,7	937,0	- 0,48	p < 0,01

5.1.2 Favna ptic

Na območju Krima smo s transektno metodo popisali 38 vrst ptic (Preglednica 3). Ugotovili smo, da je biomasa ptic v statistično značilni negativni povezavi z nadmorsko višino (Preglednica 4). Statistično značilna negativna povezava med nadmorsko višino in frekvenco se je pokazala pri kratkoprstem plezalčku (*Certhia brachydactyla*), grivarju (*Columba palumbus*), šoji (*Garrulus glandarius*), veliki sinici (*Parus major*) in brglezu (*Sitta europaea*), pozitivna korelacija frekvence z nadmorsko višino pa le pri cararju (*Turdus viscivorus*) (Preglednica 3).

Preglednica 3: Seznam vrst ptic na gnezditvenih teritorijih na Krimu z velikostjo vzorca (n), s pregledom relativnih frekvenc in višinske razširjenosti ter Spearmanovo korelacijo med njima za lokacije, kjer so bile vrste prisotne. Prazne lokacije so izločene iz prikaza. Za vsak podatek so podani minimumi (Min), maksimumi (Max), prvi (Q1) in tretji (Q3) kvartil ter mediana (Med).

Ime vrste	n	Relativna frekvenca [št. osebkov/10 min popisa]			Nadmorska višina [m]			Spearmanova korelacija	
		Min - Max	Q1 - Q3	Med	Min - Max	Q1 - Q3	Med	r _s	p
<i>Fringilla coelebs</i>	60	0,97 - 4,58	1,51 - 2,92	2,20	398 - 1050	544 - 801	668	0,16	ns
<i>Sylvia atricapilla</i>	59	0,65 - 3,04	1,29 - 1,98	1,57	398 - 1050	544 - 801	668	- 0,10	ns
<i>Turdus philomelos</i>	45	0,36 - 2,26	0,63 - 1,35	1,03	398 - 1050	537 - 804	669	- 0,02	ns
<i>Poecile palustris</i>	42	0,27 - 2,22	0,59 - 1,35	0,97	398 - 1050	555 - 795	668	- 0,16	ns
<i>Turdus merula</i>	56	0,37 - 2,00	0,55 - 1,33	0,90	398 - 1050	544 - 801	668	0,02	ns
<i>Anthus trivialis</i>	5	0,29 - 1,15	0,39 - 1,08	0,73	621 - 1050	734 - 932	833	-	-
<i>Phylloscopus collybita</i>	31	0,32 - 2,11	0,42 - 0,83	0,67	398 - 1050	512 - 788	620	- 0,16	ns
<i>Periparus ater</i>	36	0,29 - 1,33	0,45 - 0,76	0,65	398 - 1050	544 - 801	692	- 0,03	ns
<i>Erithacus rubecula</i>	50	0,29 - 2,00	0,50 - 1,05	0,65	398 - 1050	563 - 804	669	- 0,22	ns
<i>Cuculus canorus</i>	30	0,28 - 1,50	0,34 - 0,83	0,63	398 - 1050	557 - 795	668	0	ns
<i>Regulus regulus</i>	28	0,32 - 1,67	0,50 - 0,85	0,59	398 - 950	501 - 814	621	- 0,10	ns
<i>Garrulus glandarius</i>	24	0,32 - 2,59	0,42 - 0,97	0,59	398 - 950	530 - 791	620	- 0,48	p < 0,01
<i>Parus major</i>	23	0,32 - 1,54	0,43 - 0,83	0,56	398 - 1050	530 - 788	666	- 0,38	p < 0,05
<i>Certhia familiaris</i>	33	0,27 - 1,50	0,38 - 0,72	0,54	398 - 950	532 - 801	621	- 0,18	ns
<i>Columba palumbus</i>	30	0,27 - 1,00	0,35 - 0,75	0,50	398 - 937	521 - 778	620	- 0,56	p < 0,01
<i>Regulus ignicapilla</i>	26	0,32 - 1,18	0,38 - 0,65	0,50	398 - 950	576 - 798	762	0,23	ns
<i>Troglodytes troglodytes</i>	12	0,17 - 0,83	0,32 - 0,53	0,43	398 - 950	491 - 809	636	- 0,07	ns
<i>Turdus viscivorus</i>	8	0,32 - 1,60	0,37 - 0,55	0,43	791 - 1050	818 - 940	878	0,71	p < 0,001
<i>Prunella modularis</i>	2	0,42 - 0,43	0,42 - 0,43	0,43	762 - 1050	834 - 978	906	-	-
<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	9	0,17 - 0,87	0,32 - 0,42	0,40	398 - 792	426 - 788	666	- 0,23	ns
<i>Lophophanes cristatus</i>	8	0,27 - 1,00	0,33 - 0,65	0,39	398 - 830	531 - 663	699	- 0,22	ns
<i>Carduelis chloris</i>	2	0,37 - 0,42	0,38 - 0,41	0,39	410 - 426	414 - 422	418	-	-

se nadaljuje

Nadaljevanje Preglednice 3: Seznam vrst ptic na gnezditvenih teritorijih na Krimu z velikostjo vzorca (n), s pregledom relativnih frekvenc in višinske razširjenosti ter Spearmanovo korelacijo med njima za lokacije, kjer so bile vrste prisotne. Prazne lokacije so izločene iz prikaza. Za vsak podatek so podani minimumi (Min), maksimumi (Max), prvi (Q1) in tretji (Q3) kvartil ter mediana (Med).

Vrsta	n	Relativna frekvenca [št. osebkov/10 min popisa]			Nadmorska višina [m]			Spearmanova korelacija	
		Min - Max	Q1 - Q3	Med	Min - Max	Q1 - Q3	Med	r _s	p
<i>Sitta europaea</i>	17	0,27 - 1,11	0,32 - 0,48	0,38	398 - 823	452 - 621	585	- 0,51	p < 0,01
<i>Loxia curvirostra</i>	3	0,32 - 0,67	0,35 - 0,53	0,38	537 - 792	572 - 699	792	-	-
<i>Certhia brachydactyla</i>	5	0,32 - 0,87	0,34 - 0,50	0,37	398 - 804	410 - 530	426	- 0,40	p < 0,05
<i>Picus canus</i>	5	0,32 - 0,53	0,33 - 0,42	0,37	426 - 621	563 - 606	588	- 0,29	ns
<i>Dryocopus martius</i>	8	0,32 - 0,53	0,33 - 0,43	0,35	563 - 937	602 - 795	692	0,10	ns
<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	8	0,29 - 0,65	0,32 - 0,42	0,33	489 - 830	684 - 808	791	0,19	ns
<i>Sylvia curruca</i>	1	0,32 - 0,32	0,32 - 0,32	0,32	830 - 830	830 - 830	830	-	-
<i>Columba oenas</i>	2	0,32 - 0,32	0,32 - 0,32	0,32	582 - 582	582 - 582	582	-	-
<i>Cyanistes caeruleus</i>	1	0,32 - 0,32	0,32 - 0,32	0,32	582 - 582	582 - 582	582	-	-
<i>Dendrocopos major</i>	11	0,17 - 0,53	0,32 - 0,42	0,32	398 - 823	530 - 772	606	- 0,24	ns
<i>Muscicapa striata</i>	1	0,32 - 0,32	0,32 - 0,32	0,32	563 - 563	563 - 563	563	-	-
<i>Nucifraga caryocatactes</i>	3	0,17 - 0,50	0,25 - 0,41	0,32	398 - 950	595 - 871	937	-	-
<i>Oriolus oriolus</i>	1	0,32 - 0,32	0,32 - 0,32	0,32	792 - 792	792 - 792	792	-	-
<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	2	0,17 - 0,33	0,21 - 0,29	0,25	398 - 937	533 - 802	668	-	-
<i>Poecile montanus</i>	2	0,17 - 0,32	0,21 - 0,29	0,25	398 - 792	497 - 694	595	-	-
<i>Picus viridis</i>	2	0,17 - 0,28	0,20 - 0,25	0,23	398 - 512	427 - 484	455	-	-

Preglednica 4: Podatki o diverziteti (Shannon-Wienerjev indeks), relativni frekvenci in biomasi ptic na vseh gnezditvenih teritorijih skupaj na Krimu. Za vsak podatek so podani minimumi (Min), maksimumi (Max), prvi (Q1) in tretji (Q3) kvartil ter mediana (Med), prav tako je preverjena Spearmanova korelacija (r_s) z nadmorsko višino (NMV).

	Korelacija z NMV				
	Min - Max	Q1 - Q3	Med	r _s	p
Diverziteti	2,3 - 3,0	2,4 - 2,7	2,6	- 0,30	ns
Frekvenca [št. os./10 min popisa]	8,8 - 22,6	11,0 - 16,6	13,0	- 0,18	ns
Biomasa [g/10 min popisa]	359,4 - 1410,4	629,2 - 1099,2	791,5	- 0,37	p < 0,05

5.1.3 Favna krešičev

Z vzorčenjem s talnimi pastmi smo v času raziskave na 30 gnezditvenih teritorijih zabeležili 28 različnih vrst krešičev (Carabidae) (Preglednica 5). Ugotovljene frekvence krešičev so bile med 1,1 in 53,8 osebkov/10 lovnihi noči, diverzitetni indeks pa med 0,2 do 2,0. Pri rodu *Carabus* se je pokazala statistično značilna pozitivna povezava med diverzitetno in frekvenco z nadmorsko višino (Preglednica 6). Frekvenca se je značilno povečevala z nadmorsko višino pri vrstah *Carabus croaticus*, *C. germari* in *Pterostichus burmeisteri* (Preglednica 5).

Preglednica 5: Seznam vrst krešičev (Carabidae) na gnezditvenih teritorijih na Krimu z velikostjo vzorca (n), s pregledom relativnih frekvenc in višinske razširjenosti ter Spearmanovo korelacijo med njima za lokacije, kjer so bile vrste prisotne. Prazne lokacije so izločene iz prikaza. Za vsak podatek so podani minimumi (Min), maksimumi (Max), prvi (Q1) in tretji (Q3) kvartil ter mediana (Med).

Ime vrste	n	Relativna frekvenca [št. osebkov/10 lovnihi noči]			Nadmorska višina [m]			Spearmanova korelacija	
		Min - Max	Q1 - Q3	Med	Min - Max	Q1 - Q3	Med	r _s	p
<i>Aptinus bombardia</i>	2472	0,43 - 47,33	4,00 - 16,14	9,43	398 - 1050	537 - 804	669	0,26	ns
<i>Abax parallelepipedus</i>	187	0,14 - 4,00	0,48 - 1,85	1,21	398 - 1050	568 - 828	770	0,33	ns
<i>Nebria dahli</i>	44	0,16 - 1,71	0,37 - 1,18	0,82	489 - 937	732 - 846	790	0,25	ns
<i>Carabus croaticus</i>	79	0,18 - 1,86	0,36 - 1,11	0,81	669 - 1050	777 - 886	814	0,82	p < 0,001
<i>Carabus catenulatus</i>	87	0,14 - 2,00	0,29 - 1,27	0,71	426 - 1050	606 - 830	788	0,33	ns
<i>Carabus caelatus</i>	95	0,14 - 2,14	0,29 - 0,86	0,57	410 - 1050	588 - 792	762	0,32	ns
<i>Molops striolatus</i>	104	0,14 - 2,29	0,32 - 0,84	0,50	410 - 1050	544 - 815	719	0,16	ns
<i>Abax ovalis</i>	73	0,14 - 1,29	0,18 - 0,71	0,43	398 - 950	530 - 823	621	- 0,11	ns
<i>Carabus germari</i>	54	0,14 - 2,24	0,23 - 1,00	0,43	489 - 1050	721 - 915	823	0,58	p < 0,001
<i>Harpalus marginellus</i>	11	0,14 - 0,61	0,16 - 0,43	0,43	410 - 791	426 - 563	512	- 0,35	ns
<i>Carabus creutzeri</i>	12	0,14 - 1,00	0,25 - 0,57	0,36	512 - 1050	704 - 975	859	-	-
<i>Cychrus attenuatus</i>	10	0,14 - 0,43	0,14 - 0,43	0,32	489 - 893	588 - 830	768	0,09	ns
<i>Abax parallelus</i>	11	0,14 - 0,43	0,18 - 0,31	0,29	410 - 830	495 - 758	591	- 0,19	ns
<i>Carabus coriaceus</i>	34	0,14 - 0,63	0,29 - 0,48	0,29	410 - 893	597 - 814	788	0,25	ns
<i>Pterostichus burmeisteri</i>	31	0,14 - 0,63	0,15 - 0,42	0,29	563 - 1050	767 - 847	792	0,70	p < 0,001
<i>Molops ovipennis</i>	3	0,14 - 0,29	0,18 - 0,25	0,21	863 - 937	882 - 919	900	-	-
<i>Carabus nemoralis</i>	2	0,16 - 0,18	0,16 - 0,17	0,17	792 - 830	802 - 821	811	-	-
<i>Molops elatus</i>	2	0,14 - 0,18	0,15 - 0,17	0,16	410 - 621	463 - 568	516	-	-

se nadaljuje

Nadaljevanje Preglednice 5: Seznam vrst krešičev (Carabidae) pastmi na gnezditvenih teritorijih sov na Krimu z velikostjo vzorca (n), s pregledom relativnih frekvenc in višinske razširjenosti ter Spearmanovo korelacijo med njima za lokacije, kjer so bile vrste prisotne. Prazne lokacije so izločene iz prikaza. Za vsak podatek so podani minimumi (Min), maksimumi (Max), prvi (Q1) in tretji (Q3) kvartil ter mediana (Med).

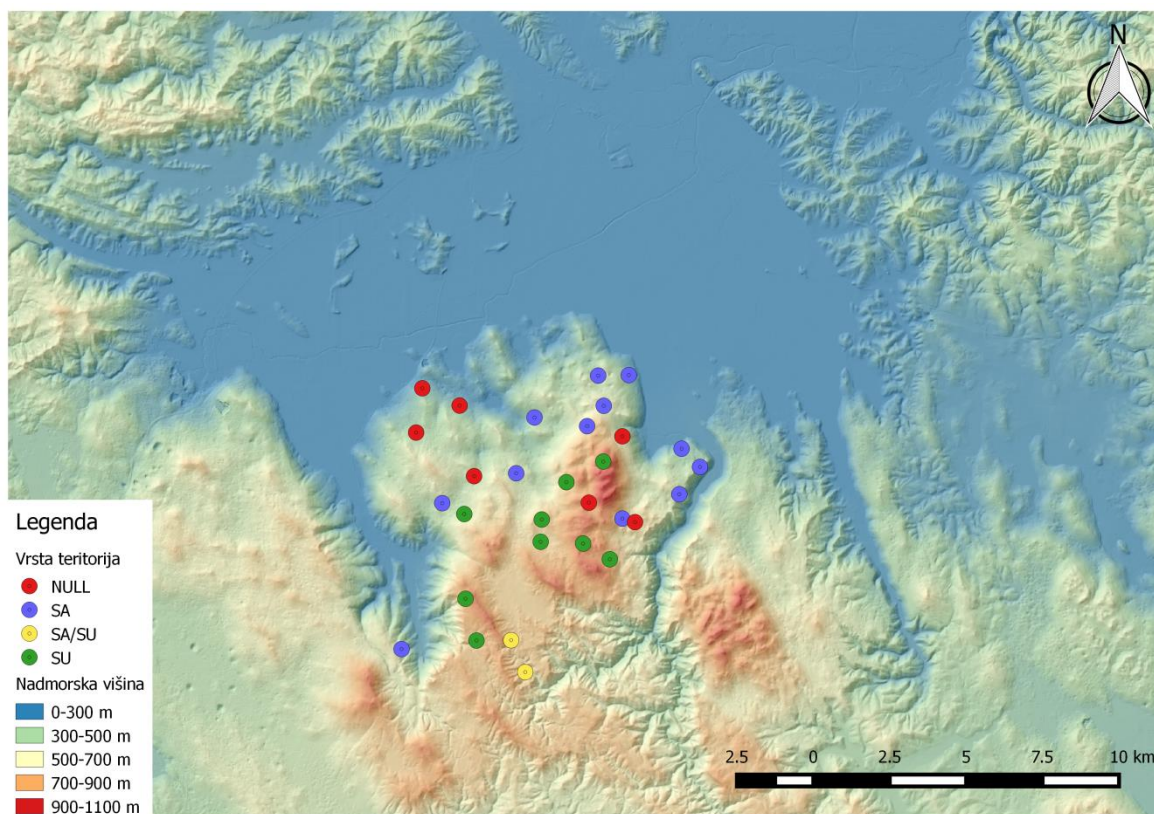
Ime vrste	n	Relativna frekvenca [št. osebkov/10 lovnihi noči]			Nadmorska višina [m]			Spearmanova korelacija	
		Min - Max	Q1 - Q3	Med	Min - Max	Q1 - Q3	Med	r _s	p
<i>Carabus convexus</i>	9	0,14 - 0,86	0,14 - 0,33	0,15	398 - 830	466 - 630	526	-	-
<i>Abax carinatus</i>	11	0,14 - 0,57	0,14 - 0,16	0,14	410 - 893	595 - 795	691	- 0,02	ns
<i>Molops piceus</i>	10	0,14 - 0,29	0,14 - 0,21	0,14	537 - 937	668 - 819	790	0,27	ns
<i>Harpalus atratus</i>	3	0,14 - 0,14	0,14 - 0,14	0,14	582 - 620	585 - 604	588	-	-
<i>Notiophilus biguttatus</i>	2	0,14 - 0,14	0,14 - 0,14	0,14	512 - 823	590 - 745	668	-	-
<i>Notiophilus palustris</i>	1	0,14 - 0,14	0,14 - 0,14	0,14	512 - 512	512 - 512	512	-	-
<i>Carabus irregularis</i>	1	0,14 - 0,14	0,14 - 0,14	0,14	762 - 762	762 - 762	762	-	-
<i>Bembidion lampros</i>	1	0,14 - 0,14	0,14 - 0,14	0,14	512 - 512	512 - 512	512	-	-
<i>Amara</i> sp.	1	0,14 - 0,14	0,14 - 0,14	0,14	563 - 563	563 - 563	563	-	-
<i>Pterostichus transversalis</i>	1	0,14 - 0,14	0,14 - 0,14	0,14	937 - 937	937 - 937	937	-	-

Preglednica 6: Podatki o diverziteti (Shannon-Wienerjev indeks) in frekvenci krešičev na vseh gnezditvenih teritorijih skupaj na Krimu. Ločeno so podani podatki o diverziteti in frekvenci rodu *Carabus*. Za vsak podatek so podani minimumi (Min), maksimumi (Max), prvi (Q1) in tretji (Q3) kvartil ter mediana (Med), prav tako je preverjena Spearmanova korelacija (r_s) korelacija podatkov z nadmorsko višino (NMV).

	Korelacija z NMV				
	Min - Max	Q1 - Q3	Med	r _s	p
Diverziteta	0,2 - 2,0	0,7 - 1,5	1,0	0,31	ns
Frekvenca [št. osebkov/10 lovnihi noči]	1,1 - 53,8	7,3 - 20,6	12,0	0,26	ns
Diverziteta <i>Carabus</i> sp.	0 - 1,5	0,6 - 1,3	0,9	0,66	p < 0,001
Frekvenca <i>Carabus</i> sp. [št. osebkov/10 lovnihi noči]	0 - 6,1	0,6 - 2,9	1,7	0,74	p < 0,001

5.2 GNEZDITVENI TERITORII KOZAČE IN LESNE SOVE

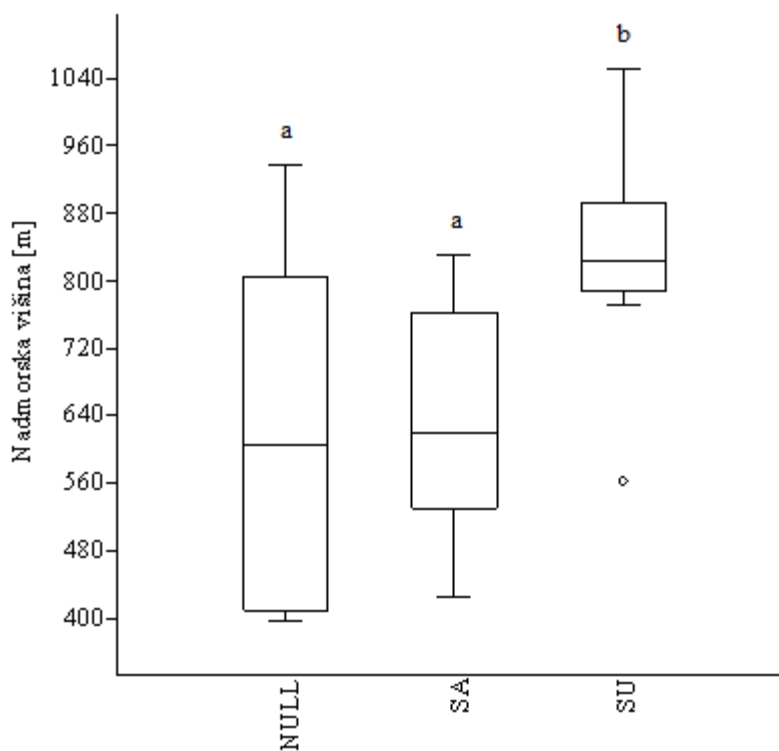
V raziskavo je bilo vključenih 30 lokacij, kjer so bile postavljene gnezdilnice. Razdelili smo jih v tri skupine: teritoriji, kjer je gnezdila lesna sova (SA); teritorije, kjer je gnezdila kozača (SU) ter teritorije, kjer ni gnezdila nobena (NULL). Sedem lokacij je bilo med letoma 2004 in 2014 nezasedenih, 14 lokacij je vsaj enkrat zasedla lesna sova, 11 pa kozača. Na dveh lokacijah sta gnezdili tako lesna sova kot kozača (Slika 15).



Slika 15: Razporeditev gnezditvenih teritorijev na Krimu. SA – teritoriji, kjer je gnezdila lesna sova (*Strix aluco*), SU – teritoriji, kjer je gnezdila kozača (*Strix uralensis*), SA/SU – teritoriji, kjer sta gnezdili tako kozača kot tudi lesna sova, NULL – lokacije, kjer ni gnezdila nobena izmed obravnavanih vrst sov.

Gnezdišča kozač so bila značilno na višjih nadmorskih višinah kot gnezdišča lesne sove ($U = 0,004$; $p < 0,01$) ter kot nezasedeni teritoriji ($U = 0,14$; $p < 0,05$). Nezasedena gnezda so bila pogostejša na nižjih legah, podobno kot gnezda lesne sove ($U = 1$; ns; Slika 16).

Delež gnezdilnic, ki so bile v času raziskave zasedene z lesno sovo, je bil nekoliko višji (mediana = 26 %) kot pa pri kozači (mediana = 18 %).



Slika 16: Razlike med gnezditvenimi teritoriji (SA – lesna sova, SU – kozača, NULL – nezasedeni teritoriji) glede na nadmorsko višino (Kruskal-Wallis ANOVA $H = 10,5$, $p < 0,01$).

5.3 PRIMERJAVA FAVNE NA GNEZDITVENIH TERITORIJAH LESNE SOVE IN KOZAČE

Z diskriminacijsko analizo smo na podlagi obravnavanih živalskih skupin dobro ločili med teritoriji kozače in lesne sove (Wilksova lambda = 0,49; $F(12,132) = 4,66$; $p < 0,001$; Slika 17).

V diskriminacijski analizi smo uporabili naslednje spremenljivke: frekvenca ptic, diverziteta ptic, diverziteta malih sesalcev, frekvenca krešičev, frekvenca najštevilčnejše vrste krešiča, *Aptinus bombarda*, in diverziteta krešičev (Preglednica 7). V analizo nismo vključili spremenljivk, ki so na podlagi Spearmanovega koeficienta korelirale z nadmorsko višino. Program je iz analize izločil frekvenco gozdnih miši (*Apodemus* sp.) in gozdne voluharice (*Myodes glareolus*) skupaj, saj parametra nista veliko prispevala k razločevanju skupin.

Preglednica 7: Spremenljivke, vključene v analizo gnezditvenih teritorijev – frekvenca in diverziteta ptic, frekvenca in diverziteta krešičev, frekvenca *Aptinus bombarda* ter diverziteta sesalcev.

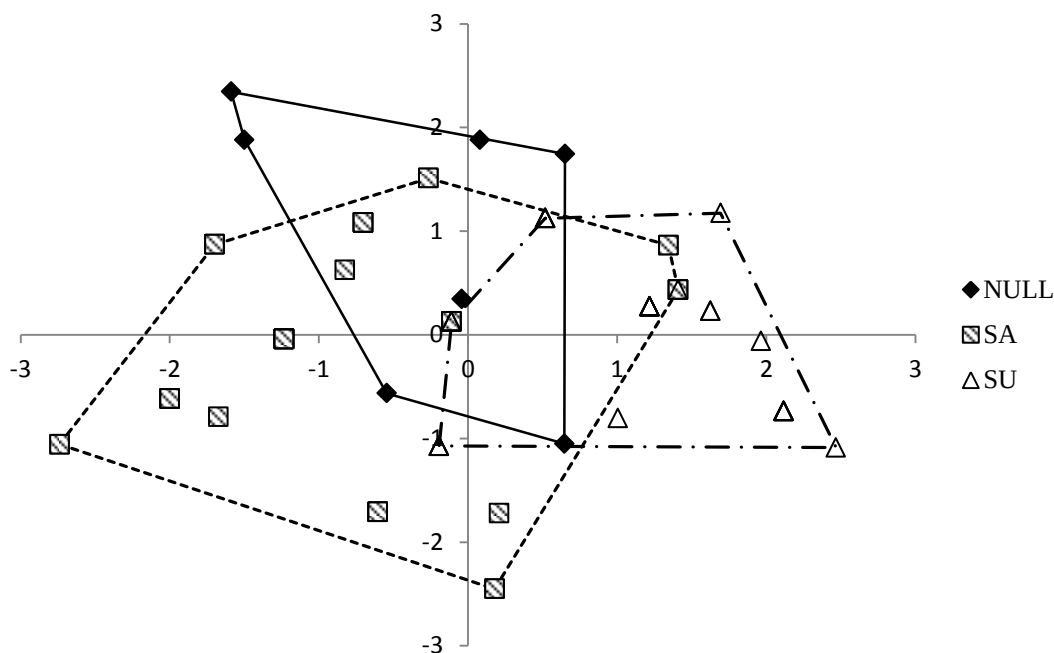
	Wilks' Lambda	Partial Lambda	F-remove (2,66)	p-value
Krešiči diverziteta	0,64	0,78	9,57	p < 0,001
Ptice frekvenca	0,57	0,86	5,25	p < 0,01
Frekvenca <i>Aptinus bombarda</i>	0,53	0,94	2,14	ns
Ptice diverziteta	0,52	0,95	1,83	ns
Sesalci diverziteta	0,51	0,96	1,41	ns
Krešiči frekvenca	0,50	0,98	0,60	ns

Največji delež razlik med teritoriji je pojasnila prva diskriminacijska funkcija, kjer sta največ prispevali frekvenca *Aptinus bombarda* in diverziteta krešičev (Preglednica 8). Po drugi diskriminacijski funkciji, ki je razložila dobrih 10 % razlik, pa je k razločevanju največ prispevala diverziteta ptic.

Preglednica 8: Prispevek različnih spremenljivk pri analizi gnezditvenih teritorijev (Eigenvalue = lastne vrednosti diskriminacijskih funkcij, % of Variance = relativna pomembnost diskriminacijskih funkcij, Cum. Prop. = seštevek prispevka diskriminacijskih funkcij, Root = diskriminacijska funkcija).

	Root 1	Root 2
Frekvenca <i>Aptinus bombarda</i>	1,47	0,34
Krešiči diverziteta	1,10	0,54
Krešiči frekvenca	-0,67	-0,61
Ptice frekvenca	-0,63	-0,62
Sesalci diverziteta	0,33	0,34
Ptice diverziteta	-0,14	0,87
Eigenvalue	0,85	0,10
% of Variance	89,69	10,31
Cum. Prop %	89,69	100

Mahalanobisove razdalje (D^2) so pokazale, da se gnezditveni teritoriji kozače in lesne sove statistično značilno razlikujejo ($D^2 = 3,69$; $p < 0,001$), prav tako so se pokazale statistično značilne razlike med gnezditvenimi teritoriji kozače in teritoriji, kjer ni gnezdila nobena izmed obravnavanih vrst sov ($D^2 = 3,26$; $p < 0,05$; Slika 17). Med gnezditvenimi teritoriji lesne sove in nezasedenimi teritoriji ni bilo značilnih razlik ($D^2 = 1,31$; ns).

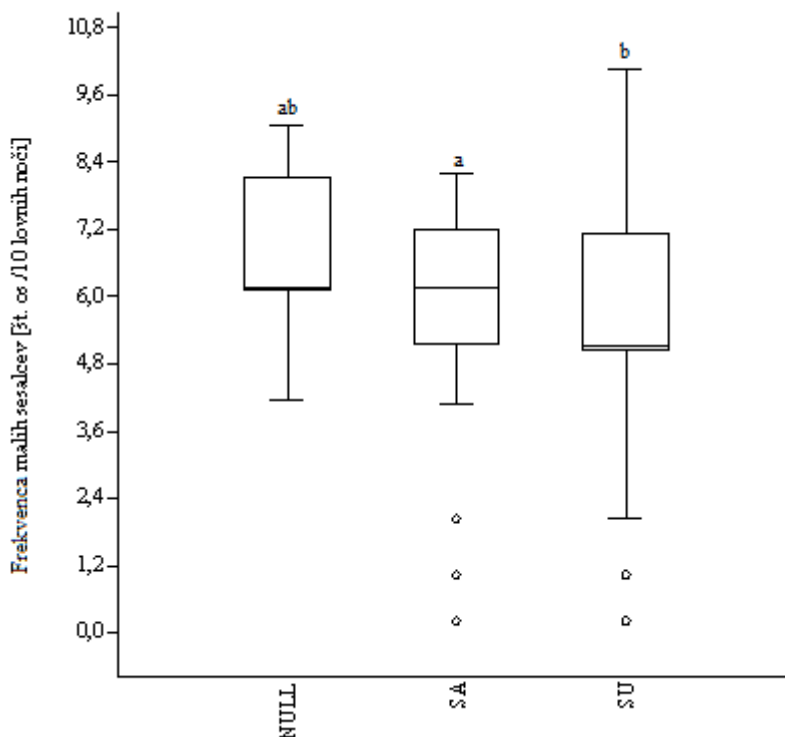


Slika 17: Diskriminacijska analiza razlik med gnezditvenimi teritoriji lesne sove (SA) in kozače (SU) ter lokacijami, kjer ni gnezdila nobena izmed obravnavanih vrst sov (NULL) glede na favno ptic, malih sesalcev in krešičev.

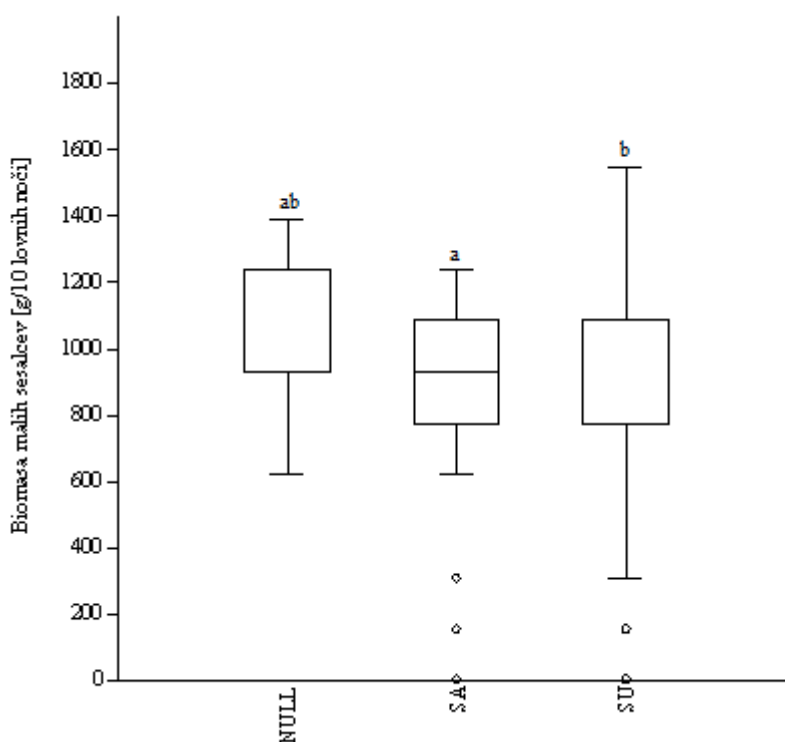
Nezasedeni teritoriji se na podlagi gostote, biomase in diverzitete malih sesalcev niso razlikovali od teritorijev obeh sov (Slika 18, Slika 19, Slika 20). Prav tako diverziteta malih sesalcev ni bila odločujoč dejavnik pri razlikovanju med tremi skupinami teritorijev (Slika 20), enako velja za frekvenco polhov (*Glis glis*) (Slika 24). Frekvenca in biomasa malih sesalcev je bila značilno nižja na teritorijih kozače kot na teritorijih lesne sove (Slika 18, Slika 19). Frekvenca in biomasa gozdnih miši (*Apodemus* sp.) in gozdnih voluharic (*Myodes glareolus*) skupaj ter frekvenca samo gozdnih miši (*Apodemus* sp.) je bila na teritorijih lesne sove značilno višja kot pa na teritorijih kozače ter na nezasedenih teritorijih (Slika 21, Slika 22, Slika 23).

Struktura favne ptic je bila med teritoriji kozače in lesne sove različna, pri čemer je bila na teritorijih kozače nižja frekvenca, biomasa in diverziteta kot na teritorijih lesne sove (Slika 25, Slika 26, Slika 27). Teritoriji kozače so imeli tudi nižjo diverziteto in biomaso ptic kot nezasedeni teritoriji, med teritoriji lesne sove in nezasedenimi teritoriji pa ni bilo razlik (Slika 26, Slika 27).

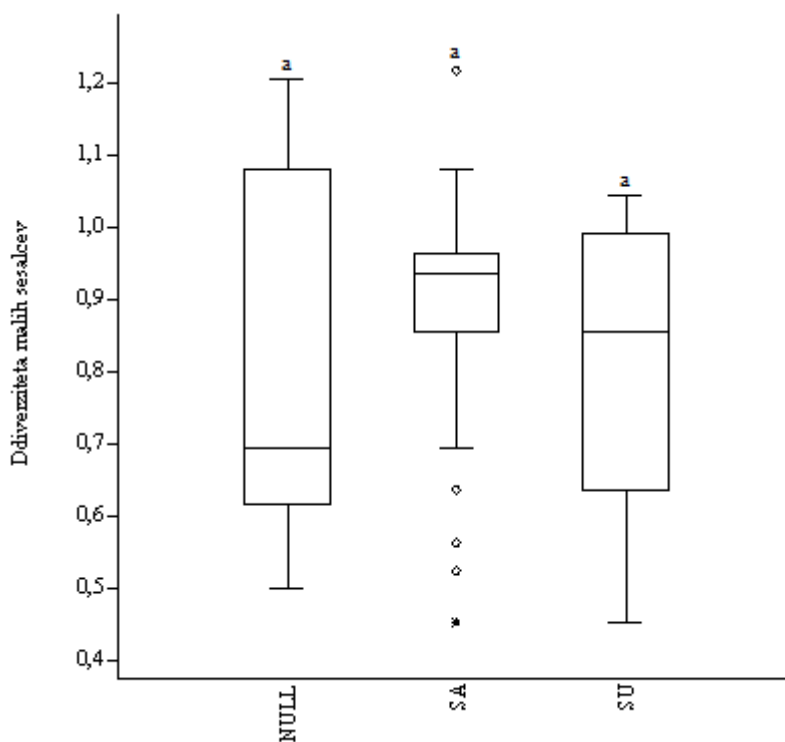
Glede na krešiče so bile na teritorijih kozače vrednosti skoraj vseh parametrov (frekvenca krešičev, frekvenca rodu *Carabus*, diverziteta rodu *Carabus*, frekvenca *Aptinus bombardus*) značilno višje kot na teritorijih lesne sove in na nezasedenih teritorijih (Slika 28, Slika 30, Slika 31, Slika 32). Le diverziteta krešičev je bila značilno višja samo na teritorijih kozače v primerjavi s teritoriji lesne sove, nezasedeni teritoriji pa niso bili značilno različni od teritorijev obeh sov (Slika 29).



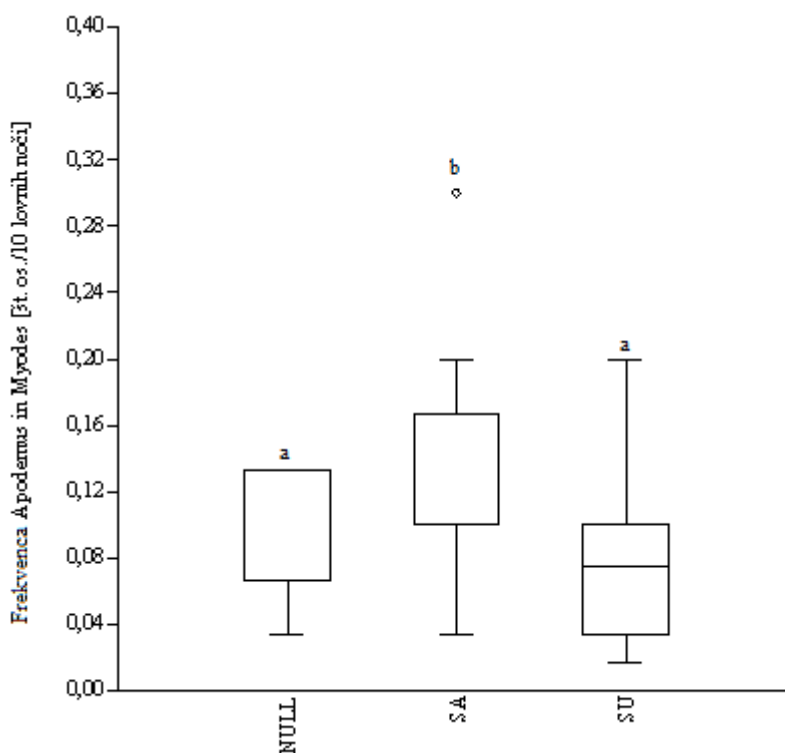
Slika 18: Primerjava frekvence malih sesalcev med tremi različnimi skupinami gnezditvenih teritorijev: SA – lesne sove, SU – kozače, NULL – nezasedenimi teritoriji (Kruskal-Wallis ANOVA $H = 8,3$, $p < 0,05$).



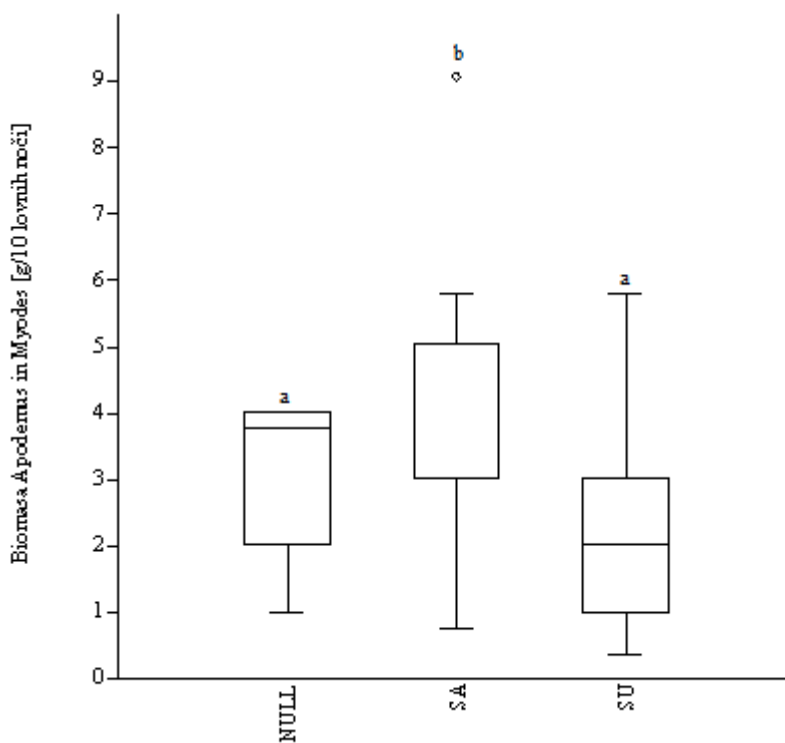
Slika 19: Primerjava biomase malih sesalcev med tremi različnimi skupinami gnezditvenih teritorijev: SA – lesne sove, SU – kozače, NULL – nezasedenimi teritoriji (Kruskal-Wallis ANOVA $H = 8,7$, $p < 0,05$).



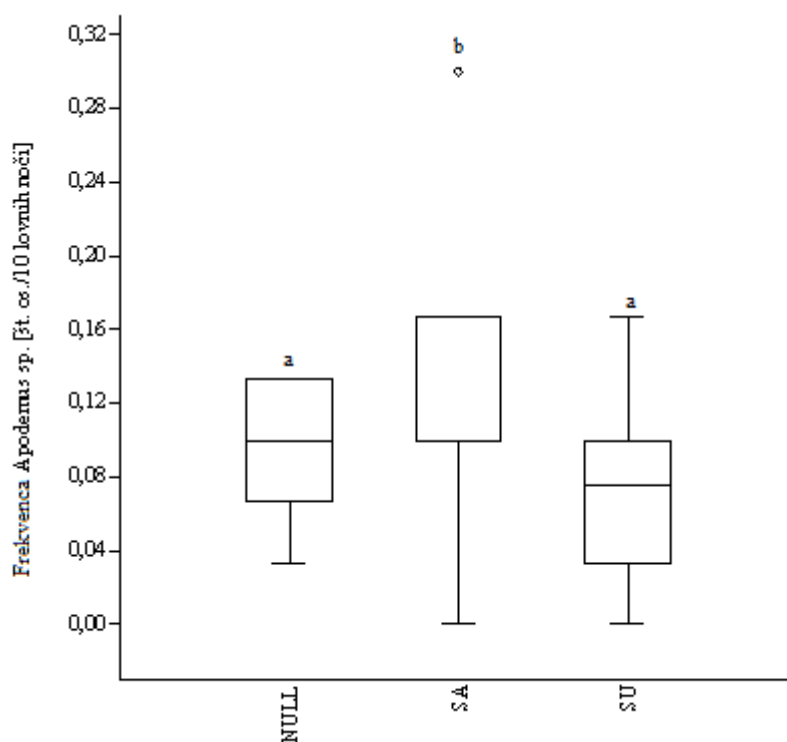
Slika 20: Primerjava diverzitete malih sesalcev med tremi različnimi skupinami gnezditvenih teritorijev: SA – lesne sove, SU – kozače, NULL – nezasedenimi teritoriji (Kruskal-Wallis ANOVA $H = 3,5$, ns).



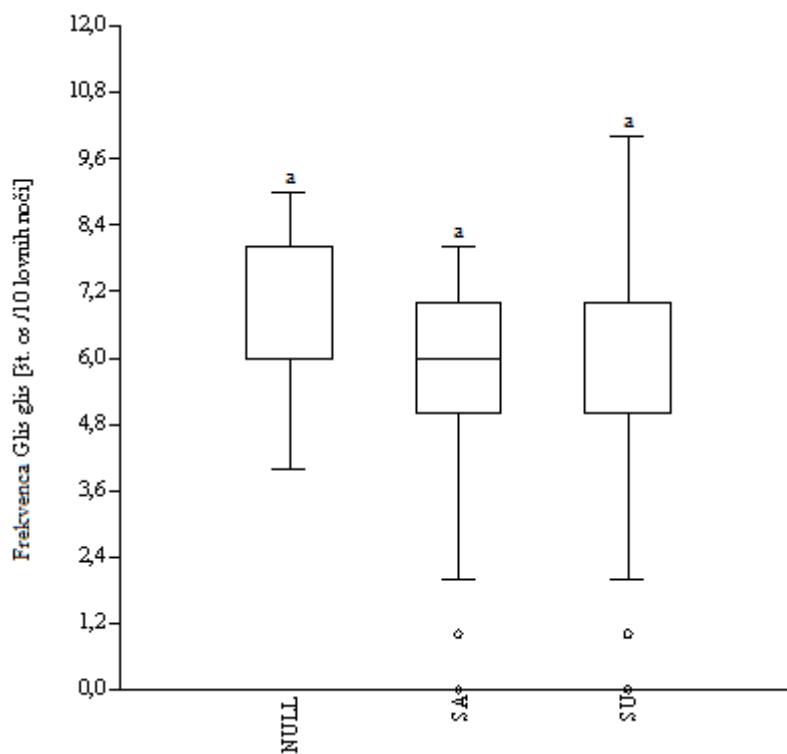
Slika 21: Primerjava frekvence gozdnih miši (*Apodemus* sp.) in gozdnih voluharic (*Myodes glareolus*) med tremi različnimi skupinami gnezditvenih teritorijev: SA – lesne sove, SU – kozače, NULL – nezasedeni teritoriji (Kruskal-Wallis ANOVA $H = 39,2$, $p < 0,001$).



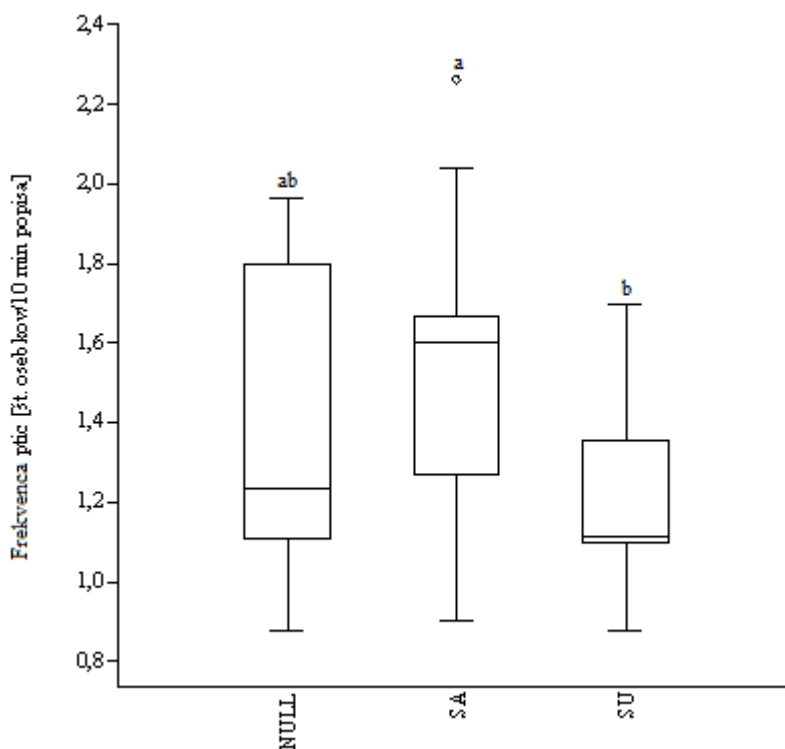
Slika 22: Primerjava biomase gozdnih miši (*Apodemus* sp.) in gozdnih voluharic (*Myodes glareolus*) med tremi različnimi skupinami gnezditvenih teritorijev: SA – lesne sove, SU – kozače, NULL – nezasedeni teritoriji (Kruskal-Wallis ANOVA $H = 44,9$, $p < 0,001$).



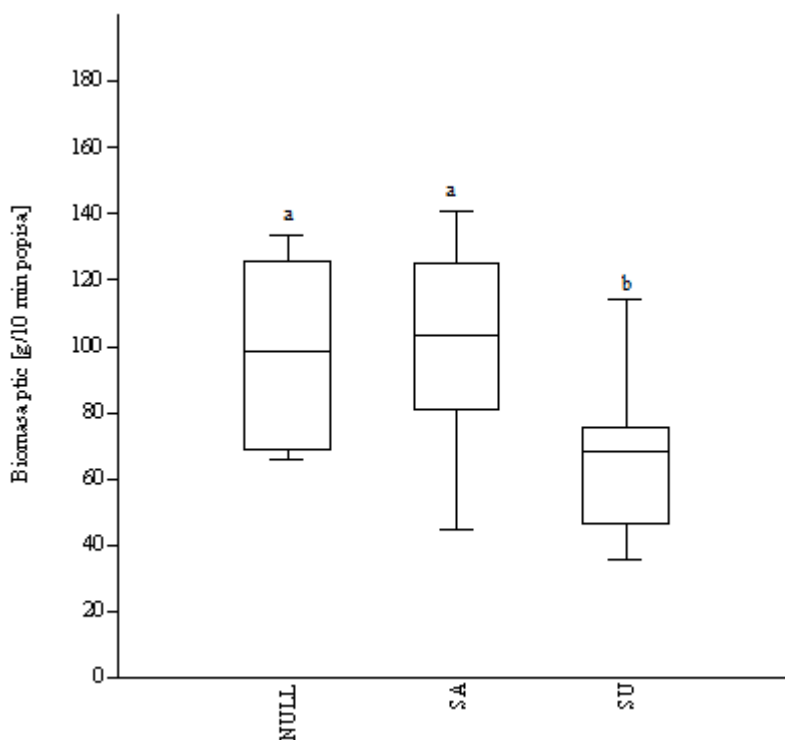
Slika 23: Primerjava frekvence gozdnih miši (*Apodemus* sp.) med tremi različnimi skupinami gnezditvenih teritorijev: SA – lesne sove, SU – kozače, NULL – nezasedenimi teritoriji (Kruskal-Wallis ANOVA $H = 52,2$, $p < 0,001$).



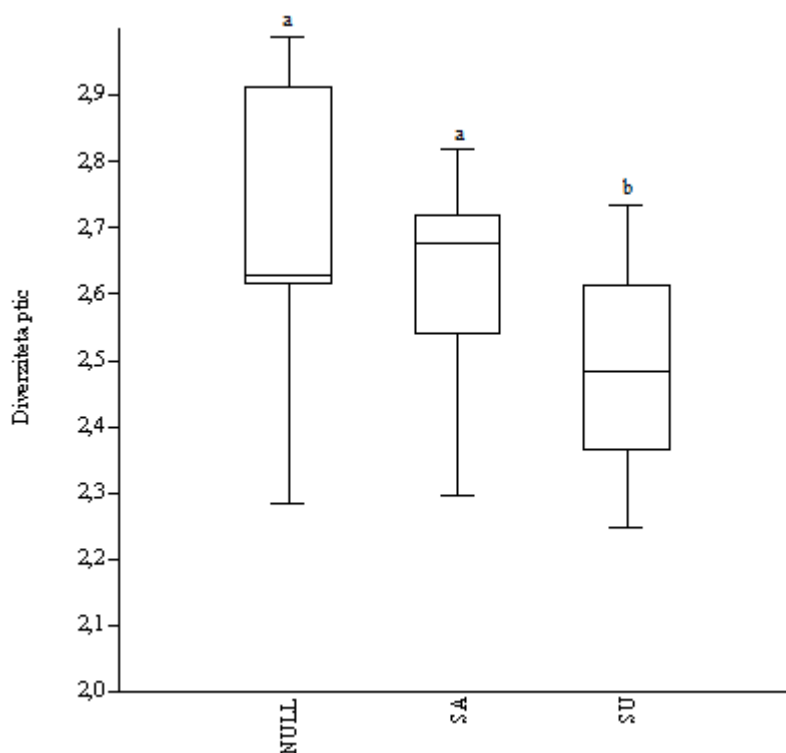
Slika 24: Primerjava frekvence polhov (*Glis glis*) med tremi različnimi skupinami gnezditvenih teritorijev: SA – lesne sove, SU – kozače, NULL – nezasedenimi teritoriji (Kruskal-Wallis ANOVA $H = 3,6$, ns).



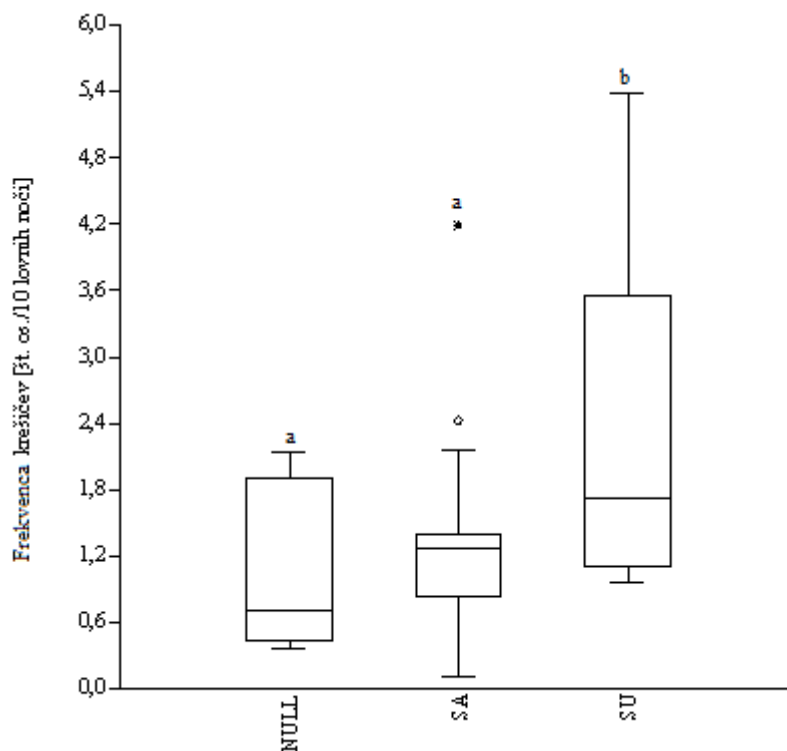
Slika 25: Primerjava frekvence ptic med tremi različnimi skupinami gnezditvenih teritorijev: SA – lesne sove, SU – kozače, NULL – nezasedenimi teritoriji (Kruskal-Wallis ANOVA $H = 41,8$, $p < 0,001$).



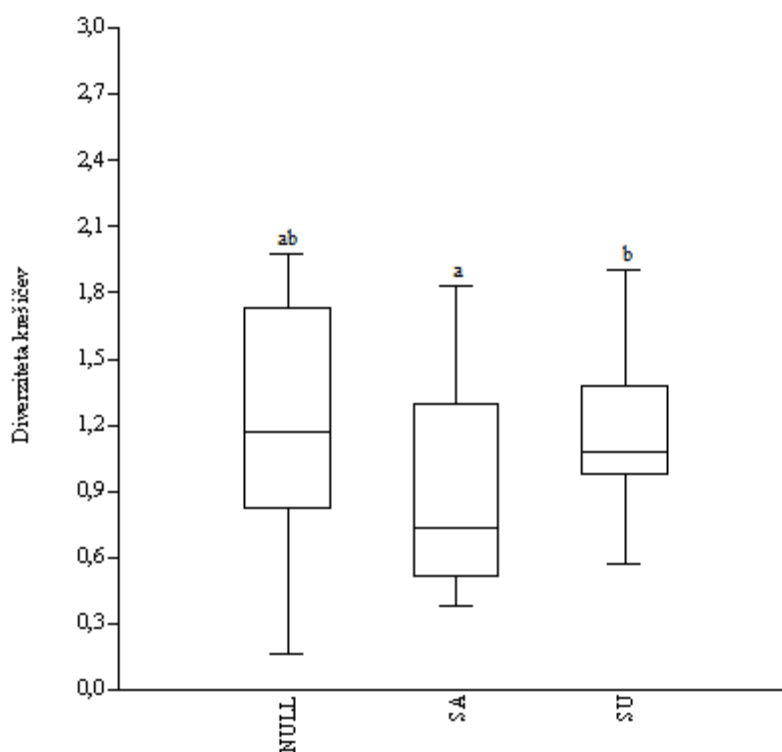
Slika 26: Primerjava biomase ptic med tremi različnimi skupinami gnezditvenih teritorijev: SA – lesne sove, SU – kozače, NULL – nezasedenimi teritoriji (Kruskal-Wallis ANOVA $H = 66,4$, $p < 0,001$).



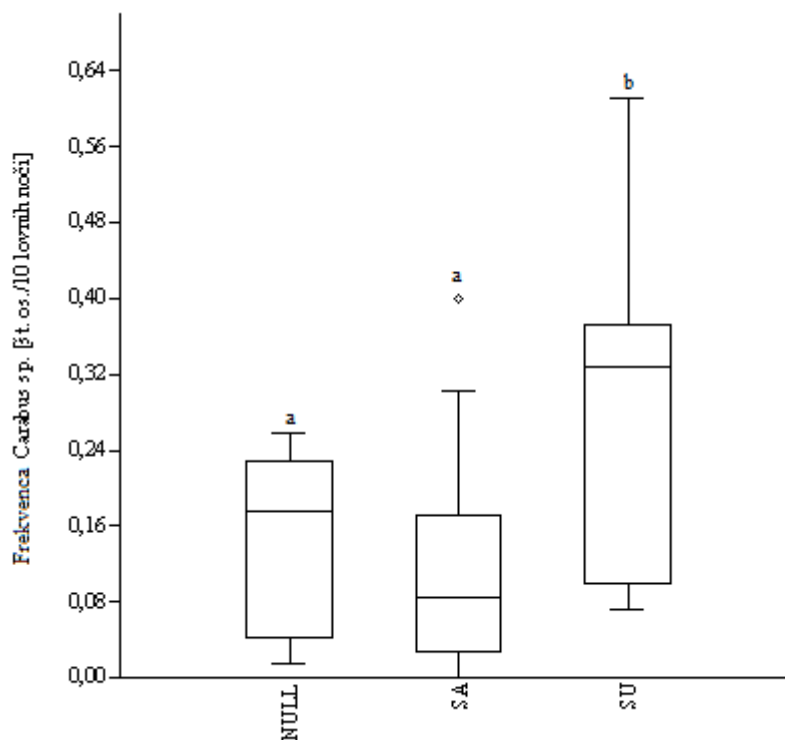
Slika 27: Primerjava diverzitete ptic med tremi različnimi skupinami gnezditvenih teritorijev: SA – lesne sove, SU – kozače, NULL – nezasedenimi teritoriji (Kruskal-Wallis ANOVA $H = 39,9$, $p < 0,001$).



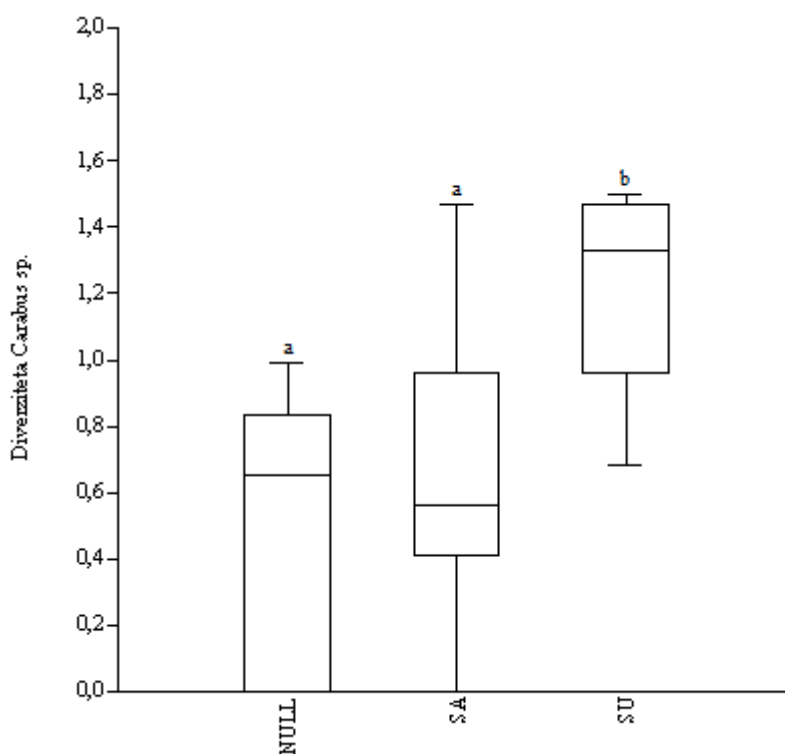
Slika 28: Primerjava frekvence krešičev (Carabidae: Coleoptera) med tremi različnimi skupinami gnezditvenih teritorijev: SA – lesne sove, SU – kozače, NULL – nezasedenimi teritoriji (Kruskal-Wallis ANOVA $H = 13,1$, $p < 0,01$).



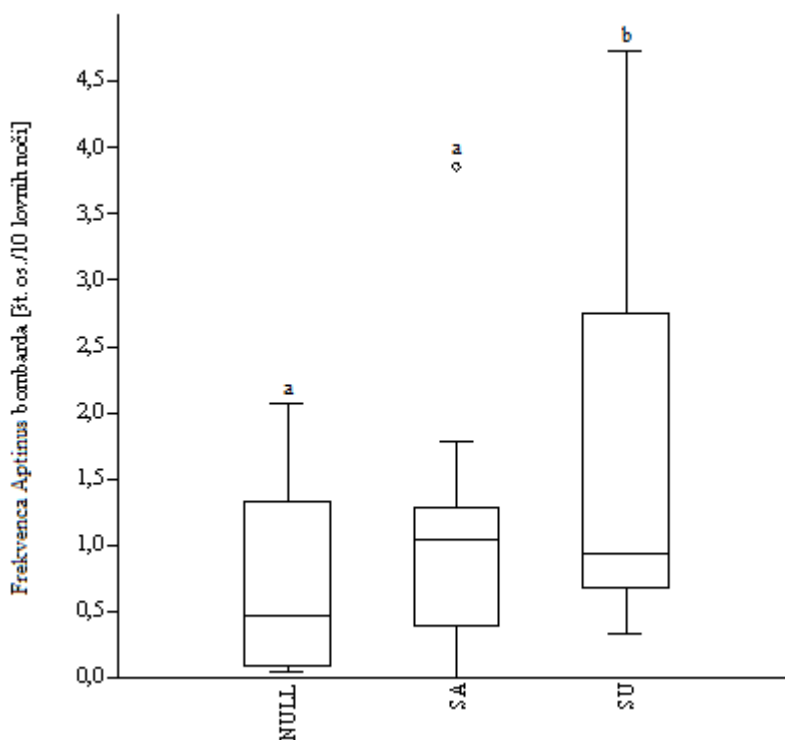
Slika 29: Primerjava diverzitete krešičev (*Carabidae*: *Coleoptera*) med tremi različnimi skupinami gnezditvenih teritorijev: SA – lesne sove, SU – kozače, NULL – nezasedenimi teritoriji (Kruskal-Wallis ANOVA $H = 31,9$, $p < 0,001$).



Slika 30: Primerjava frekvence krešičev iz rodu *Carabus* (*Carabidae*: *Coleoptera*) med tremi različnimi skupinami gnezditvenih teritorijev: SA – lesne sove, SU – kozače, NULL – nezasedenimi teritoriji (Kruskal-Wallis ANOVA $H = 66,6$, $p < 0,001$).



Slika 31: Primerjava diverzitete krešičev iz rodu *Carabus* (Carabidae: Coleoptera) med tremi različnimi skupinami gnezditvenih teritorijev: SA – lesne sove, SU – kozače, NULL – nezasedenimi teritoriji (Kruskal-Wallis ANOVA $H = 76,2$, $p < 0,001$).



Slika 32: Primerjava frekvence najštevilčnejše vrste krešiča *Aptinus bombardus* (Carabidae: Coleoptera) med tremi različnimi skupinami gnezditvenih teritorijev: SA – lesne sove, SU – kozače, NULL – nezasedenimi teritoriji (Kruskal-Wallis ANOVA $H = 6,9$, $p < 0,05$).

6 RAZPRAVA

6.1 OPIS IZBRANIH ELEMENTOV FAVNE NA KRIMU

6.1.1 Mali sesalci

Mali sesalci so z vidika sov najpomembnejša skupina, saj predstavljajo glavni plen (Sotenšek, 2012). Vrste, ki smo jih zaznali v naši raziskavi, spadajo v značilno združbo srednjeevropskih listopadnih in mešanih gozdov (Trilar, 1991).

Glede na srednje vrednosti je po frekvenci prevladoval rod belonogih miši (*Apodemus* sp.). Najvišje frekvence belonogih miših so zabeležili tudi v raziskavi Sotenškove (2012) na Krimu ter Luiselli in Capizzi (1996) v študiji v zrelem gozdnem sestoju v osrednji Italiji. Po frekvencah v naši raziskavi sledi gozdna voluharica (*Myodes glareolus*) in rovke (Soricidae). Podobno je ugotovil Trilar (1991) v triletni študiji malih sesalcev na Snežniku – dominantna vrsta je bila *A. flavicollis* (67,0 %), recedentni vrsti pa sta bili *M. glareolus* (18,2 %) in *Sorex araneus* (10,0 %).

Treba je poudariti, da smo navadnega polha (*Glis glis*) popisovali s točkovno metodo popisa. Ta temelji na oglašanju polhov in ni primerna za ostale vrste polhov (Kryštufek in Flajšman, 2007), ki se še pojavljajo na Krimu. Namreč Sotenškova (2012) je v svoji raziskavi na Krimu poleg navadnega polha v vzmetnih pasteh zabeležila še drevesnega polha (*Dryomys nitedula*), v prehrani lesne sove in kozače pa je bil prisoten tudi podlesek. Mi smo v naši raziskavi ugotovili samo navadnega polha. V raziskavi Trilarja (1991) na Snežniku se je v vzmetnih pasteh konstantno pojavljal podlesek (*Muscardinus avellanarius*), občasno pa tudi navadni polh.

6.1.2 Ptice

Vrste, ki smo jih zaznali pri popisih, spadajo v značilno združbo dinarskih mešanih gozdov (Geister, 1995). Najvišje frekvence smo zabeležili pri ščinkavcu (*Fringilla coelebs*), črnoglavki (*Sylvia atricapilla*) in kosu (*Turdus merula*) ter pri cikovtu (*Turdus philomelos*) in meniščku (*Periparus ater*). V raziskavi na Kozjanskem (Jančar in Trebušak, 2000) sta bili najštevilnejši vrsti v krajini strnjenih gozdov še taščica (*Erithacus rubecula*) in velika sinica (*Parus major*), ki pa v naši raziskavi po frekvencah nista izstopali.

V naši raziskavi smo zabeležili veliko habitatnih specialistov (Geister, 1995), ki kažejo na dobro ohranjenost gozda na Krimu: krekovt (*Nucifraga caryocatactes*), gorska sinica (*Poecile montanus*), duplar (*Columba oenans*), krivokljun (*Loxia curvirostra*), črna žolna (*Dryocopus martius*) in kalin (*Pyrrhula pyrrhula*). Tudi opazovanje gozdnega jereba (*Bonasa bonasia*) na Krimu (Deržič in Berce, 2013) potrjuje dobro ohranjenost gozda, saj gre za ozko specializirano vrsto, ki je vezana na večje gozdne komplekse, podobne primarnemu gozdu. Zabeležili smo še drevesno cipo (*Anthus trivialis*), ki se pojavlja na gozdnih obronkih, jasah ali posekih v gozdovih (Geister, 1995).

Med značilnimi vrstami za gozdno krajino smo zabeležili najvišje frekvence tudi pri kukavici (*Cuculus canorus*), rumenoglavemu (*Regulus regulus*) in rdečeglavemu kraljičku (*R. ignicapilla*) ter pri dolgoprstemu plezalčku (*Certhia familiaris*). Za razliko od raziskave na Kozjanskem (Jančar in Trebušak, 2000) frekvence stržka v naši raziskavi niso bile med višjimi. Pri značilnih vrstah za gozdno krajino (Geister, 1995) velja še omeniti opazovanje čopaste sinice (*Lophophanes cristatus*), kratkoprstega plezalčka (*Certhia brachydactyla*) in brgleza (*Sitta europaea*).

6.1.3 Krešiči

Vrste krešičev, ki smo jih zaznali v naši raziskavi, spadajo v združbo dinarskega montanskega tipa (Vrezec, 2000b). Daleč najvišje frekvence je dosegala vrsta *Aptinus bombardia*, ki je izrazito termofilna vrsta (Furlan, 1988). Sledijo ji južnoevropske dinarske vrste: *Nebria dahli*, *Carabus croaticus* in *Carabus catenulatus* (Furlan, 1988). Podobno je ugotovila Furlanova (1988) v raziskavi na Krimu, le da so bile med dominantnimi vrstami tudi *Abax ovalis* in *Pterostichus burmeisteri*, v določenih podzdržbah pa tudi *Abax parallelepipedus* in *Molops striolatus*. Tudi Pirnatova (2010) je v svoji raziskavi južnih leg po Sloveniji ugotovila visoke relativne abundance pri *A. bombardia* in *C. catenulatus*, poleg tega pa še pri *A. parallelepipedus* in *Carabus caelatus*. Polak (2004) je v svoji raziskavi obravnaval tri različne kraške habitate, in sicer je naša združba še najbolj podobna združbi v gozdu črnega bora (*Pinus nigra*). Prevladovali so *A. ovalis*, *A. bombardia* in *A. parallelepipedus*.

V referenčnih tabelah relativnih abundanc hroščev v Sloveniji (Vrezec in Kapla, 2007) so za Krimsko hribovje navedene najvišje znane vrednosti v Sloveniji pri treh vrstah – *A. bombardia*, *Carabus creutzeri* in *M. striolatus*. Pri vrsti *M. striolatus* smo v naši raziskavi ugotovili še višje vrednosti (2,23 osebk/10 lovni noči) kot so navedene v referenčnih tabelah (1,87 osebk/10 lovni noči). Višje mediane vrednosti relativnih abundanc kot drugod po Sloveniji (Vrezec in Kapla, 2007) smo ugotovili še pri *A. parallelepipedus*, *N. dahli*, *C. croaticus* in *Carabus germari*. Nekoliko nižje mediane vrednosti relativnih abundanc kot drugod (Vrezec in Kapla, 2007) smo ugotovili pri vrstah *Abax carinatus*, *A. parallelus* in *P. burmeisteri*.

V naši raziskavi se je pestrost združbe (H') na 30 lokacijah na Krimu gibala od 0,2 do 2,0. V primerjavi s Pirnatovo (2010), ki je na sedmih lokacijah ugotovila pestrost od 0,9 do 3,1, so ugotovljene vrednosti diverzitete krešičev v naši raziskavi nekoliko nižje. Vendar je treba poudariti, da je sestava združbe krešičev odvisna od same lege in mikroklimatskih pogojev vzorčenega habitata (Furlan, 1988), prav tako pa je pomemben čas vzorčenja glede na fenologijo posameznih vrst (Vrezec, 2000b; Polak, 2004).

6.2 RAZLIKE MED GNEZDITVENIMI TERITORIJI LESNE SOVE IN KOZAČE

V naši raziskavi se je pokazalo, da se na podlagi obravnavanih skupin organizmov teritoriji kozače dobro ločijo od teritorijev lesne sove ($D^2 = 3,69$; $p < 0,001$). Teritoriji kozače se razlikujejo tudi od nezasedenih teritorijev ($D^2 = 3,26$; $p < 0,05$), kar kaže, da so teritoriji kozače z vidika obravnavanih elementov favne drugačni. Že v prejšnjih raziskavah se je pokazalo, da se teritoriji kozače ločijo od teritorijev lesne sove na habitatnem nivoju (Vrezec in Tome, 2004a; Kajtoch in sod., 2015), naša raziskava pa je potrdila ločevanje tudi na nivoju biotske pestrosti favne v okolju. Glede na to, da se teritoriji lesne sove ne razlikujejo od nezasedenih teritorijev, pa lahko sklepamo, da lesna sova ne zaseda biodiverzitetno specifičnih gozdnih prostorov. Slednje lahko povežemo z njenim prehranskim generalizmom (Sunde in sod., 2001).

6.2.1 Razlike glede na favno malih sesalcev

Naši rezultati kažejo, da kozača zaseda slabše teritorije z vidika glavnih plenskih vrst. Namreč glavni plen kozače na Krimu so belonoge miši (*Apodemus* sp.) in gozdne voluharice (*Myodes glareolus*) (Sotenšek, 2012), katerih frekvence niso bile značilno višje na teritorijih kozače, temveč na teritorijih lesne sove. Na teritorijih kozače so bile celo najnižje frekvence belonogih miši in gozdnih voluharic. To zavrača našo hipotezo, saj smo pričakovali, da kozača kot prehranski specialist (Korpimäki in Sulkava, 1987) zaseda teritorije z višjimi gostotami glavnega plena.

Razlagi, da kozača izbira slabše teritorije z vidika gostot glavnih vrst plena, sta lahko dve. Prvič, kozača na nižjih nadmorskih višinah nima dovolj gnezdišč, zato izbira višje ležeče gnezditvene teritorije (Vrezec in Tome, 2004a). Ti so sicer z vidika plena slabši, vendar pa imajo na voljo več ustreznih gnezdišč. Iz literature je namreč znano, da kjer se lesna sova in kozača pojavljata simpatrično, med njima poteka kompeticija za gnezdišča (Mikkola, 1983; Vrezec in Tome, 2004b). Podatki o zasedenosti gnezdilnic iz naše raziskave ter iz preteklih raziskav (Vrezec in Kohek, 2002; Vrezec in Tome, 2004a; Sotenšek, 2012) kažejo, da je na Krimu gnezdišč dovolj, saj bi bile v primeru pomanjkanja vse umetne gnezdilnice zasedene. Tako pa jih je bilo po naših podatkih glede na srednje vrednosti zasedenih 26 % na gnezditvenih teritorijih lesne sove ter 18 % na gnezditvenih teritorijih kozače. Torej pomanjkanje gnezdišč ne more biti razlog za takšno izbiro gnezditvenih teritorijev pri kozači.

Druga razlaga pa je v selektivnosti kozače pri izbiri habitata. V raziskavi Vrezca in Tometa (2004a) se je izkazalo, da so gnezditveni teritoriji kozače na značilno višjih legah kot teritoriji lesne sove, kar potrjuje tudi naša raziskava. Kozača je vezana na starejše gozdne sestoje (Vrezec in sod., 2014), ki so na Krimu na višjih nadmorskih višinah bolje ohranjeni zaradi manjšega vpliva človeka. Pri izbiri gnezdišč se izogiba tudi bližini človekovih bivališč (Mikkola, 1983; Vrezec, 2000a; Kajtoch in sod., 2015), ki so na Krimu pretežno na nižjih nadmorskih višinah (Vrezec in Tome, 2004a). Vrezec in Tome (2004a) sklepata,

da je odsotnost kozače na nižjih nadmorskih višinah v montanskih gozdovih posledica neustrezne strukture habitata. Vendar če primerjamo gostote kozače po Sloveniji, lahko ugotovimo primerljive gostote tudi v nižinskih hrastovih gozdovih (Vrezec in Mihelič, 2012; Vrezec in sod., 2014). Torej nadmorska višina ni tista, ki narekuje izbiro gnezditvenih teritorijev pri kozači, temveč struktura habitata. Za kozačo je pomembna količina dreves v starejši razvojni fazi ter večje sklenjene gozdne površine z manjšo gostoto krošenj, prav tako k izbiri habitata prispeva tudi večja oddaljenost od naselij in gozdnega roba (Vrezec in Tome, 2004a; Kocijančič, 2014; Kajtoch in sod., 2015). Znano je namreč, da se vrste, ki veljajo za habitatne specialiste, veliko bolj odzivajo na strukturno in vegetacijsko sestavo habitata (Mönkkönen in Forsman, 2002). Naši rezultati kažejo, da kozača zaradi ustreznosti habitata lokalno zaseda višje nadmorske višine, ki so z vidika plenskih vrst slabši.

Po drugi strani pa lesna sova kot zelo prilagodljiva vrsta gnezdi tudi v bližini človekovih bivališč (Mikkola, 1983; Ranazzi in sod., 2002; Vrezec in Tome, 2004a) in ta so na Krimu pogostejša na nižjih nadmorskih višinah (Vrezec in Tome, 2004a). V naši raziskavi so bila tudi gnezdišča lesnih sov na značilno nižjih nadmorskih višinah. Če kozača zaradi specifičnih habitatnih zahtev izbira gnezdišča na višjih nadmorskih višinah in če k temu dodamo še značilno višje frekvence belonogih miši in gozdnih voluharic na teritorijih lesne sove, lahko sklepamo, da lesna sova med kozači neustreznimi gnezdišči izbira dobra gnezdišča z vidika prehranskih pogojev. To lahko sklepamo tudi na podlagi višjih frekvenc belonogih miši in gozdnih voluharic na teritorijih lesne sove kot na nezasedenih teritorijih. Namreč tudi prehrana lesne sove je kljub prehranskemu generalizmu sestavljena pretežno iz malih sesalcev (Mikkola, 1983; Sotenšek, 2012).

S temi ugotovitvami smo našo prvo hipotezo ovrgli, saj kozača ne zaseda gnezdišč z boljšimi prehranskimi pogoji z vidika glavnih plenskih vrst. Ravno nasprotno, ti so bili na njenih teritorijih celo najslabši. Kot smo omenili, se je v preteklih raziskavah pokazalo (Vrezec in Tome, 2004b; Kajtoch in sod., 2015), da je pri izbiri teritorija kozače pomembnejša struktura habitata, slabše prehranske razmere na gnezditvenih teritorijih pa bi se lahko poznale na njeni slabši gnezditveni uspešnosti. V naši raziskavi smo ugotovili, da je v povprečju zasedenih zgolj 18 % gnezdilnic, medtem ko so raziskave na Finskem pokazale, da je v letih nizkih gostot voluharic zasedenih 24 % gnezdilnic, v letih viškov gostot voluharic pa kar 76 % gnezdilnic (Pietiainen in sod., 1986). V nadaljevanju predlagamo dodatne raziskave gnezditvene uspešnosti kozače na Krimu v primerjavi z drugimi območji po Sloveniji, predvsem v nižinskih hrastovih gozdovih.

6.2.2 Razlike glede na favno ptic

V naši raziskavi se je pokazalo, da gnezditveni teritoriji kozače posebni tudi z vidika strukture združbe gozdnih ptic. Na teritorijih kozače je bila značilno nižja frekvenca, biomasa in diverzitet ptic kot na teritorijih lesne sove, med teritoriji lesne sove in nezasedenimi teritoriji pa ni bilo razlik v frekvenci, diverziteti in biomasi ptic. To je sicer v nasprotju z našimi pričakovanji. Zaradi kozačine agresivnosti do nekaterih vrst mezopredatorjev (Halme in sod., 2004; Vrezec in Tome, 2004a; Pakkala in sod., 2006) smo pričakovali višje vrednosti ptic na njenih teritorijih. Glede na to, da je lesna sova mezopredator (Sergio in sod., 2007) in pogost plenilec ptic, smo na njenih teritorijih pričakovali nižje frekvence ptic.

Kozača je dominantna nad lesno sovo (Vrezec in Tome, 2004b) in v simpatriji prva izbira gnezdišča, poleg tega ptice ne predstavljajo pomemben delež v njeni prehrani (Sotenšek, 2012). Naši rezultati kažejo, da ptice pri kozači niso pomemben dejavnik pri izbiri gnezdišč.

6.2.3 Razlike glede na favno krešičev

Ker pri nobeni izmed obravnavanih vrst sov krešiči ne predstavljajo pomembnega deleža v prehrani (Mikkola, 1983; Sotenšek, 2012), sklepamo, da sovi ne izbirata svojih teritorijev na podlagi frekvence in diverzitete krešičev v naši raziskavi. Lahko pa vrednosti krešičev nakazujejo na določeno stanje na gnezditvenih teritorijih, kot je npr. višja biotska pestrost (Sergio in sod., 2005), kar bomo podrobneje razložili v naslednjem poglavju.

6.3 GNEZDITVENI TERITORIJI KOZAČE KOT INDIKATORJI BIOTSKE PESTROSTI

Na višjo biotsko pestrost ob prisotnosti končnih plenilcev so opozorile že mnoge raziskave (Halme in sod., 2004; Sergio in sod., 2005, 2006, 2007, 2008a; Quinn in Ueta, 2008; Ritchie in Johnson, 2009; Häkkinen in sod., 2011). Na območjih, ki jih zasedajo končni plenilci, je diverzitetna vrst višja kot na območjih, kjer so prisotne vrste nižjih trofičnih nivojev ali na naključno izbranih območjih (Sergio in sod., 2006). Ker kozača velja za specializiranega končnega plenilca (Morosinotto in sod., 2012) in je na višjem trofičnem nivoju kot lesna sova, smo pričakovali, da bo na njenih teritorijih višja biotska pestrost vseh obravnavanih živalskih skupin. V naši raziskavi pa se je to pokazalo samo na primeru krešičev.

Vse vrednosti krešičev so bile na teritorijih kozače značilno višje, torej frekvenca in diverzitetna krešičev, frekvenca najštevilčnejše vrste krešiča *Aptinus bombardus* ter frekvenca in diverzitetna rodu *Carabus*. Kozačini teritoriji so se glede na krešiče značilno razlikovali od teritorijev lesne sove, večina vrednosti je bila na teritorijih kozače značilno različna tudi od nezasedenih teritorijev. Ker so krešiči ena najštevilčnejših skupin talne favne (Mršić, 1997a), sklepamo, da bi kozača lahko bila dober indikator višje biotske pestrosti talne favne, ki pa je v dinarskih gozdovih ena najbolj bogatih (Mršić, 1997a).

Možni razlagi za višjo biotsko pestrost krešičev na teritorijih kozače bi lahko bili dve. Prvič, kozača pleni ali odganja plenilce krešičev in na ta način dviguje biotsko pestrost. Na to možnost so opozorili že Sergio in sod. (2008a), ki so ugotovili, da je na gnezditvenih teritorijih velike uharice (*Bubo bubo*) v Alpah višja biotska pestrost, saj odganja manjše mezopredatorske plenilce v združbi. Drugič, kozača okolja z višjo biotsko pestrostjo krešičev izbira neodvisno zaradi drugih vzrokov, npr. gozda v starejših razvojnih fazah (Vrezec in Tome, 2004a; Kajtoch in sod., 2015). Še najbolj verjetno pa sta razlagi povezani. Ker kozača zaseda starejše gozdne sestoje (Vrezec in Tome, 2004a; Kajtoch in sod., 2015), je lahko indikacija višje biotske pestrosti krešičev na gnezdiščih kozače posledica njenih ozkih habitatnih zahtev, ki ustrezajo tudi krešičem, dodatno zaščito pa jim nudi kozača s plenjenjem njihovih plenilcev. Namreč Ozaki in sod. (2006) navajajo, da v kolikor imajo končni plenilci specializirane habitatne zahteve, lahko nakazujejo na višjo biotsko pestrost.

Za razliko od naše raziskave so Sergio in sod. (2005) ugotovili, da je bila na območjih, kjer so bili prisotni končni plenilci, višja biotska pestrost in številčnost vseh obravnavanih vrst v njihovi raziskavi, torej ptic, metuljev in drevesnih vrst. Če primerjamo vrednosti ptic in malih sesalcev v naši raziskavi, ugotovimo, da pri teh dveh skupinah frekvenca, biomasa in diverzitetna ni značilno višja na teritorijih kozače. Po drugi strani pa so se na teritorijih kozače kot končnega plenilca pokazale višje vrednosti pri krešičih. Krešiči so ena najbolj pestrih in številčno bogatih skupin (Mršić, 1997a), ptice in mali sesalci predstavljajo znatno manjši delež vrst. Poleg tega so hrošči (Coleoptera) med žuželkami najštevilčnejša

skupina talne favne, krešiči pa druga največja edafska skupina hroščev (Mršić, 1997a). Na podlagi tega sklepamo, da bi kozača lahko bila dober indikator biotske pestrosti za talno favno dinarskih gozdov, ni pa se izkazala kot popoln indikator višje biotske pestrosti za vse živalske skupine, kot navajajo Sergio in sod. (2005) za njihove končne plenilce.

Po objavi raziskave Sergia in sod. (2006) so se pojavile mnoge kritike. Ker so izsledki raziskav, ki so ocenjevale določene vrste kot indikatorje biotske pestrosti, zelo variabilni, Cabeza in sod. (2008) predlagajo, da se vrednosti (npr. gostote, diverziteto) izbrane favne na teritorijih končnih plenilcev raje primerja z različnimi naključnimi deleži habitata (npr. 1, 5, 10 in 20 %) na celotnem območju raziskave in ne samo z isto velikimi območji, kjer so končni plenilci odsotni. Prav tako bi bilo treba zbrati čim bolj podrobne podatke o vseh vrstah, prisotnih na območju, da se kvalitetno oceni biotska pestrost. Po drugi strani Roth in Weber (2008) ter Larsen in sod. (2012) priporočajo, da se pri določanju območij z višjo biotsko pestrostjo uporablja več kot eno indikatorsko vrsto, ki naj bo iz različnih taksonomskih skupin. Namreč hitro lahko pride do posplošenih ugotovitev, ki so le posledica naključja.

V naši raziskavi smo obravnavali zgolj kozačo kot potencialnega indikatorja višje biotske pestrosti, podobno kot so Ozaki in sod. (2006) obravnavali samo kragulja (*Accipiter gentilis*). Kragulj se ni izkazal kot učinkovit indikator višje biotske pestrosti, kozača pa le za talno favno. V raziskavi Sergia in sod. (2006) niso ločili med končnimi plenilci v raziskavi, temveč so na podlagi teritorijev šestih vrst ujed in sov ocenili indikacijo višje biotske pestrosti. Tudi to bi bil lahko razlog za drugačne rezultate, saj predvidevamo, da nevarnost posploševanja rezultatov z več vrstami končnih plenilcev narašča, saj imajo ti raznolike habitatne zahteve, kar lahko vpliva na izid raziskave.

Naša naloga je prispevek k vrednotenju končnih plenilcev kot indikatorjev višje biotske pestrosti. Višje frekvence in diverziteta krešičev delno potrjujejo našo hipotezo. Naši rezultati kažejo, da bi kozača lahko služila kot indikator višje biotske pestrosti talne favne v dinarskih gozdovih. Ob tem je treba poudariti, da je naša raziskava potekala v dinarskem gozdu, ki je precej heterogeno okolje. V nadaljevanju predlagamo podobne raziskave v bolj homogenem okolju, kot so npr. nižinski hrastovi gozdovi. Predlagamo tudi raziskave, ki bi vključevale druge vrste za opredelitev biotske pestrosti, npr. več vrst nižjih trofičnih nivojev. Hkrati bi bilo smiselno posamično preveriti tudi druge vrste končnih plenilcev in narediti primerjavo biotske pestrosti glede na različne prehranske niše teh plenilcev.

Čeprav se v naši raziskavi in nekaterih drugih (Ozaki in sod., 2006; Cabeza in sod., 2008; Roth in Weber, 2008; Larsen in sod., 2012) končni plenilci niso v celoti (za vse obravnavane živalske skupine) izkazali za indikatorje višje biotske pestrosti, je treba poudariti, da je njihovo varovanje smiselno. Te vrste imajo, kot navajajo Sergio in sod. (2006), pogosto velike teritorije in na ta način ščitijo mnoge vrste z manjšimi teritoriji, nanje pa imajo velik vpliv motnje v okolju. Vendar je bolje, da se jih naslavlja kot krovne vrste in ne kot indikatorske vrste.

7 SKLEPI

Ugotovitve na podlagi primerjave biotske pestrosti na gnezditvenih teritorijih lesne sove in kozače na Krimu lahko strnemo v naslednje sklepe:

- Z vidika obravnavanih skupin organizmov se kaže, da so teritoriji kozače s stališča biotske pestrosti drugačni, saj se dobro ločijo od teritorijev lesne sove, prav tako so različni od nezasedenih teritorijev.
- Pri izbiri gnezditvenega teritorija je pri kozači bolj ključna struktura habitata kot pa dejanska gostota glavnih vrst plena.
- Kozača na Krimu ne zaseda gnezdišč z boljšimi prehranskimi pogoji z vidika glavnih plenskih vrst, slabše prehranske razmere pa se poznajo na njeni slabši gnezditveni uspešnosti.
- Kozača bi lahko služila kot indikator višje biotske pestrosti talne favne v dinarskih gozdovih, kar se je pokazalo na primeru združbe krešičev.

8 POVZETEK

Ohranjanje biotske pestrosti je pomembno, saj je od nje odvisno delovanje ekosistemov in zagotavljanje ekosistemskih storitev. Nedavne raziskave so pokazale, da končni plenilci lahko služijo kot dobri indikatorji biotske pestrosti, saj naj bi bila ta višja na njihovih teritorijih.

V raziskavi smo obravnavali dva plenilca, kozačo (*Strix uralensis*) in lesno sovo (*Strix aluco*). Vrsti sta sicer ozko sorodni, vendar glede na plenilsko specializacijo različni. Lesna sova je prehranski generalist in mezopredator, medtem ko je kozača prehransko bolj specializirana in spada med končne plenilce. Vrsti sta kompetitivni.

Na Krimu, območju raziskave, so se od leta 2005 naprej zbirali podatki o gnezdenju lesne sove in kozače v umetnih gnezdilnicah. Ti podatki so nam služili za razlikovanje, katere teritorije vrsti selektivno izbirata. Nato smo v okolici gnezdilnic v sezoni 2013 s transektno metodo popisali ptice, s talnimi pastmi opravili vzorčenje krešičev ter popisali številčnost polhov, v sezoni 2014 pa smo z vzmetnimi pastmi povzorčili še male sesalce. S tem smo dobili vpogled o frekvencah, biomasi in diverziteti favne v okolici gnezdilnic.

Na podlagi frekvence, diverzitete in biomase favne v okolici gnezdilnic smo želeli oceniti, ali se gnezditveni teritoriji dveh obravnavanih vrst plenilcev razlikujejo z vidika biotske pestrosti. Na podlagi izbranih elementov favne v okolici smo preverili, ali je kozača kot končni plenilec ustrezen indikator višje biotske pestrosti. Pričakovali smo, da kozača zaradi dominance nad lesno sovo izbira gnezditvene teritorije z boljšimi pogoji z vidika glavnih plenskih vrst, medtem ko lesna sova zaseda gnezdišča, ki preostanejo.

Naši rezultati kažejo, da so z vidika obravnavanih skupin organizmov teritoriji kozače drugačni, saj se dobro ločijo od teritorijev lesne sove, prav tako pa so različni tudi od nezasedenih teritorijev.

V nasprotju s pričakovanji smo ugotovili, da so na gnezditvenih teritorijih kozače gostote glavnih plenskih vrst nižje kot na teritorijih lesne sove. Sklepamo, da se slabše prehranske razmere na izbranih gnezditvenih teritorijih poznajo na njeni slabši gnezditveni uspešnosti. Glede na pretekle raziskave je pri izbiri teritorija kozače pomembnejša struktura habitata (količina dreves v starejši razvojni fazi, večje sklenjene gozdne površine z manjšo gostoto krošenj, večja oddaljenost od naselij in gozdnega roba) kot dejanska gostota plena.

Lesna sova, ki je zelo prilagodljiva vrsta, izmed teritorijev, ki niso zasedeni s strani kozače, izbira boljše gnezditvene teritorije z vidika glavnih vrst plena. Namreč na teritorijih lesne sove smo ugotovili višje frekvence, biomaso in diverzitetu malih sesalcev in ptic. Vrsta ni tako ostro vezana na habitat pri izbiri gnezdišč.

Naši rezultati kažejo, da bi kozača lahko služila kot indikator višje biotske pestrosti talne favne v dinarskih gozdovih, saj je bila na njenih gnezditvenih teritorijih višja frekvenca in

diverziteta krešičev. V dinarskih gozdovih so krešiči ena najštevilčnejših in najbolj pestrih skupin talne favne, habitat, ki ustreza ozko specializirani kozaču pa ustreza tudi krešičem. V nadaljevanju predlagamo raziskave indikacije višje biotske pestrosti na gnezditvenih teritorijih kozače v bolj homogenih okoljih, vključitev še drugih vrst za opredelitev biotske pestrosti ter podobne raziskave na drugih vrstah končnih plenilcev.

Treba je poudariti, da je varovanje končnih plenilcev kot krovnih vrst smiselno, saj imajo velike teritorije in na ta način ščitijo mnoge vrste z manjšimi teritoriji, nanje pa imajo velik vpliv motnje v okolju.

9 VIRI

- Ambrožič Š. 2002. Sove Trnovskega gozda: gostota, višinska razširjenost in medvrstni odnosi. *Acrocephalus*, 23, 113-114: 129–134
- Bauer H. G., Bezzel E., Fiedler W. 2005. Das Kompendium der Vögel Mitteleuropas. 3 Bände: Alles über Biologie, Gefährdung und Schutz. 2 Auflage. Wiesbaden, Aula-Verlag: 622 str.
- Begon M., Townsend C. R., Harper J. L. 2006. Ecology: From Individuals to Ecosystems. 4th ed. Oxford, Blackwell Publishing Ltd: 738 str.
- Bibby C. J., Burgess N. D., Hill D. A., Mustoe S. H. 2005. Bird Census Techniques. 2nd ed. London, Academic Press: 302 str.
- Bieber C., Ruf T. 2009. Habitat Differences Affect Life History Tactics of a Pulsed Resource Consumer, the Edible Dormouse (*Glis glis*). *Population Ecology*, 51, 4: 481–492
- BirdLife International. 2004. Birds in Europe: Population Estimates, Trends and Conservation Status. Cambridge, BirdLife International: 548 str.
- Burfield I. J. 2008. The Conservation Status and Trends of Raptors and Owls in Europe. *Ambio*, 37, 6: 401–407
- Cabeza M., Arponen A., Van Teeffelen A. 2008. Top Predators: Hot or Not? A Call for Systematic Assessment of Biodiversity Surrogates. *Journal of Applied Ecology*, 45, 3: 976–980
- Caro T., Engilis A., Fitzherbert E., Gardner T. 2004. Preliminary Assessment of the Flagship Species Concept at a Small Scale. *Animal Conservation*, 7, 1: 63–70
- Chase M. K., Kristan W. B. I., Lynam A. J., Price M. V, Rotenberry J. T. 2000. Single Species as Indicators of Coastal Species Sage Richness and Birds Composition in California Scrub Mammals. *Conservation Biology*, 14, 2: 474–487
- Courchamp F., Langlais M., Sugihara G. 1999. Cats Protecting Birds: Modelling The Mesopredator Release Effect. *Journal of Animal Ecology*, 68, 2: 282–292
- Cresswell W. 2008. Review: Non-Lethal Effects of Predation in Birds. *Ibis*, 150: 3–17
- Cresswell W. 2011. Predation in Bird Populations. *Journal of Ornithology*, 152, S1: 251–263
- Crooks K. R., Soule M. E. 1999. Mesopredator Release and Avifaunal Extinctions in a Fragmented System. *Nature*, 400, 563–566

- Deržič M., Berce T. 2013. Gozdni jereb *Tetrastes bonasia*. Iz ornitološke beležnice. *Acrocephalus*, 156/157: 108
- Fowler J., Cohen L., Jarvis P. 1998. Practical Statistics for Field Biology. 2nd ed. West Sussex, John Wiley & Sons: 254 str.
- Freude H., Harde K.-W., Lohse G. A. 2006. Die Käfer Mitteleuropas. Band 2, Adephaga 1, Carabidae (Laufkäfer). 2. Erweit. München, Spektrum Akademischer Verlag, Elsevier GmbH: 521 str.
- Fridl J., Kladnik D., Orožen Adamič M., Perko D., Zupančič J. 2001. Nacionalni atlas Slovenije. Ljubljana, Rokus: 191 str.
- Furlan I. 1988. Primerjalne raziskave zoocenoz karabidov (Carabidae, Coleoptera) v različnih variantah rastlinske združbe *Abieti-Fagetum dinaricum*. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo: 43 str.
- Geister I. 1995. Ornitološki atlas Slovenije. Ljubljana, DZS: 287 str.
- Häkikilä M., Halme P., Koskela E. 2011. Could Fluctuating Prey Availability Change Protective Nesting Associations in Forest Birds? A Hypothesis. *Journal of Ornithology*, 153, 1: 199–203
- Halme P., Häkikilä M., Koskela E. 2004. Do Breeding Ural owls *Strix uralensis* Protect Ground Nests of Birds? An Experiment Using Dummy Nests. *Wildlife Biology*, 10, 2: 145–148
- Hammer Ø., Harper D. A. T., Ryan P. D. 2001. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologica Electronica*, 4, 1: 4–9
- Hanski I., Hansson L., Henttonen H. 1991. Specialist Predators, Generalist Predators and the Microtine Rodent Cycle. *Journal of Animal Ecology*, 60, 1: 353–367
- Holt R. D. 1977. Predation, Apparent Competition and the Structure of Prey Communities. *Theoretical Population Biology*, 12, 2: 197–229
- Jančar T., Trebušak M. 2000. Ptice Kozjanskega regijskega parka. *Acrocephalus*, 21, 100: 107–134
- Kajtoch Ł., Żmihorski M., Wiczorek P. 2015. Habitat Displacement Effect Between Two Competing Owl Species in Fragmented Forests. *Population Ecology*, 57, 3: 517–527
- Kastelec D., Košmelj K. 2008. Diskriminantna analiza in klasifikacija: osnove in primer. *Acta Agriculturae Slovenica*, 91, 1: 167–190

- Kirk D. A. 1992. Diet Changes in Breeding Tawny Owls (*Strix aluco*). Journal of Raptor Research, 26, 4: 239–242
- Kocijančič S. 2014. Vpliv medvrstnih odnosov na prostorsko razporejanje gozdnih ujed in sov. Magistrsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo: 92 str.
- Koivula M. J. 2011. Useful Model Organisms, Indicators, or Both? Ground Beetles (Coleoptera, Carabidae) Reflecting Environmental Conditions. Zookeys, 100: 287–317
- König C., Weick F. 2008. Owls of the World. London, Christopher Helm: 528 str.
- Kontinen P., Pietinen H., Huttunen K., Karell P., Kolunen H., Brommer J. E. 2009. Aggressive Ural Owl Mothers Recruit More Offspring. Behavioral Ecology, 20, 4: 789–796
- Korpimäki E. 1984. Population Dynamics of Birds of Prey in Relation to Fluctuations in Small Mammal Populations in Western Finland. Annales Zoologici Fennici, 21: 287–293
- Korpimäki E., Sulkava S. 1987. Diet and Breeding Performance of Ural Owls *Strix uralensis* Under Fluctuating Food Conditions. Ornis Fennica, 64: 57–66
- Kotze D. J., Brandmayr P., Casale A., Dauffy-Richard E., Dekoninck W., Koivula M. J., Lövei G. L., Mossakowski D., Noordijk J., Paarmann W., Pizzolotto R., Saska P., Schwerk A., Serrano J., Szyszko J., Taboada A., Turin H., Venn S., Vermeulen R., Zetto T. 2011. Forty Years of Carabid Beetle Research in Europe – From Taxonomy, Biology, Ecology and Population Studies to Bioindication, Habitat Assessment and Conservation. Zookeys, 100: 55–148
- Kryštufek B. 1982. Sesalci (Mammalia) Ljubljanskega barja. Biološki Vestnik, 30, 2: 33–56
- Kryštufek B. 1985. Naša rodna zemlja 4: mali sesalci. Ljubljana, Prirodoslovno društvo Slovenije: 29 str.
- Kryštufek B. 1991. Sesalci Slovenije. Ljubljana, Prirodoslovni muzej Slovenije: 294 str.
- Kryštufek B., Flajšman B. 2007. Polh in človek. Ljubljana, Ekološki forum LDS v sodelovanju z Liberalno akademijo: 248 str.
- Kryštufek B., Janžekovič F. 1999. Ključ za določanje vretenčarjev Slovenije. 1. izdaja. Ljubljana, DZS: 544 str.
- Laine K., Henttonen H. 1983. The Role of Plant Production in Northern Fennoscandia. Oikos, 40: 407–418

- Lambin X., Bretagnolle V., Yoccoz N. G. 2006. Vole Population Cycles in Northern and Southern Europe: Is There a Need for Different Explanations for Single Pattern? *Journal of Animal Ecology*, 75: 340–349
- Larsen F. W., Bladt J., Balmford A., Rahbek C. 2012. Birds as Biodiversity Surrogates: Will Supplementing Birds With Other Taxa Improve Effectiveness? *Journal of Applied Ecology*, 49, 2: 349–356
- Lobo N., Millar J. S. 2013. Indirect and Mitigated Effects of Pulsed Resources on the Population Dynamics of a Northern Rodent. *Journal of Animal Ecology*, 82, 4: 814–825
- Lourenço R., Goytre F., del Mar Delgado M., Thornton M., Rabaça J. E., Penteriani V. 2013. Tawny Owl Vocal Activity is Constrained by Predation Risk. *Journal of Avian Biology*, 44: 461–468
- Luiselli L., Capizzi D. 1996. Composition of a Small Mammal Community Studied by Three Comparative Methods. *Acta Theriologica*, 41, 4: 425–431
- Marchesi L., Sergio F., Pedrini P. 2006. Implications of Temporal Changes in Forest Dynamics on Density, Nest-Site Selection, Diet and Productivity of Tawny Owls *Strix aluco* in the Alps. *Bird Study*, 53 3: 310–318
- Martinčič A., Wraber T., Jogan N., Ravnik V., Podobnik A., Turk B., Vreš B. 1999. Mala flora Slovenije: ključ za določanje praprotnic in semenk. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 845 str.
- Menge B. A., Sutherland J. P. 1976. Species Diversity Gradients: Synthesis of the Roles of Predation, Competition, and Temporal Heterogeneity. *The American Naturalist*, 110, 973: 351–369
- Mihelič T., Vrezec A., Perušek M., Svetličič J. 2000. Kozača *Strix uralensis* v Sloveniji. *Acrocephalus*, 21: 9–22
- Mikkola H. 1983. *Owls of Europe*. London, T&AD Poyser: 397 str.
- Mönkkönen M., Forsman J. T. 2002. Heterospecific Attraction Among Forest Birds: A Review. *Ornithological Science*, 1: 41–51
- Morosinotto C., Thomson R. L., Hänninen M., Korpimäki E. 2012. Higher Nest Predation Risk in Association With a Top Predator: Mesopredator Attraction? *Oecologia*, 170, 2: 507–515
- Mršić N. 1997. Biotska raznovrstnost v Sloveniji: Slovenija – “vroča točka” Evrope. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, Uprava RS za varstvo narave: 129 str.

- Mršić N. 1997a. Živali naših tal. Uvod v pedozoologijo – sistematika in ekologija s splošnim pregledom talnih živali. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 416 str.
- Novak D. 2013. Znotrajvrstna in medvrstna teritorialna agresivnost lesne sove. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo: 65 str.
- Ozaki K., Isono M., Kawahara T., Iida S., Kudo T., Fukuyama K. 2006. A Mechanistic Approach to Evaluation of Umbrella Species as Conservation Surrogates. *Conservation Biology*, 20, 5: 1507–1515
- Pakkala T., Kouki J., Tiainen J. 2006. Top Predator and Interference Competition Modify the Occurrence and Breeding Success of a Specialist Species in a Structurally Complex Forest Environment. *Annales Zoologici Fennici*, 43: 137–164
- Parmenter R. R., MacMahon J. A. 1988. Factors Influencing Species Composition and Population Sizes in a Ground Beetle Community (Carabidae): Predation by Rodents. *Oikos*, 52: 350–356
- Pavey C. R., Smyth A. K. 1998. Effects of Avian Mobbing on Roost Use and Diet of Powerful Owls, *Ninox strenua*. *Animal Behavior*, 55, 2: 313–318
- Perko D., Orožen Adamič M. 1999. Slovenija – pokrajine in ljudje. 2. izdaja. Ljubljana, Mladinska knjiga: 735 str.
- Pietiäinen H., Saurola P., Vaisinen R. A. 1986. Parental Investment in Clutch Size and Egg Size in the Ural Owl *Strix uralensis*. *Ornis Scandinavica*, 17, 4: 309–325
- Pirnat A. 2010. Pomen južnih leg za biodiverzitetu krešičev (Carabidae) in kratkokrilcev (Staphylinidae) Slovenije. Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo: 121 str.
- Polak S. 2000. Pojavljanje lesne sove *Strix aluco* v notranjskih in primorskih kraških jamah. *Acrocephalus*, 21: 55–59
- Polak S. 2004. Cenoses and Species Phenology of Carabid Beetles (Coleoptera: Carabidae) in Three Stages of Vegetational Succession in Upper Pivka Karst (SW Slovenia). *Acta Entomologica Slovenica*, 12, 1: 57–72
- Portal NOAGS: Novi ornitološki atlas gnezdil Slovenije. Ljubljana, DOPPS – BirdLife Slovenija.
<http://atlas.ptice.si/atlas/index.php?r=site/page&view=about> (november 2015)
- Quinn J. L., Ueta M. 2008. Protective Nesting Associations in Birds. *Ibis*, 150: 146–167

- Ranazzi L., Manganaro A., Salvati L. 2002. Density Fluctuations in an Urban Population of Tawny Owl *Strix aluco*: A Long-Term Study in Rome, Italy. *Ornis Svecica*, 12: 63–67
- Ritchie E. G., Johnson C. N. 2009. Predator Interactions, Mesopredator Release and Biodiversity Conservation. *Ecology Letters*, 12, 9: 982–998
- Roth T., Weber D. 2008. Top Predators as Indicators for Species Richness? Prey Species are Just as Useful. *Journal of Applied Ecology*, 45: 987–991
- Ruf T., Fietz J., Schlund W., Bieber C. 2006. High Survival in Poor Years: Life History Tactics Adapted to Mast Seeding in the Edible Dormouse. *Ecology*, 87, 2: 372–381
- Russell J. C., Lecomte V., Dumont Y., Le Corre M. 2009. Intraguild Predation and Mesopredator Release Effect on Long-Lived Prey. *Ecological Modelling*, 220, 8: 1098–1104
- Sailer M. M., Fietz J. 2009. Seasonal Differences in the Feeding Ecology and Behavior of Male Edible Dormice (*Glis glis*). *Mammalian Biology*, 74, 2: 114–124
- Sergio F., Caro T., Brown D., Clucas B., Hunter J., Ketchum J., McHugh K., Hiraldo F. 2008a. Top Predators as Conservation Tools: Ecological Rationale, Assumptions, and Efficacy. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 39, 1: 1–19
- Sergio F., Hiraldo F. 2008. Intraguild Predation in Raptor Assemblages: A Review. *Ibis*, 150: 132–145
- Sergio F., Marchesi L., Pedrini P., Penteriani V. 2007. Coexistence of a Generalist Owl With Its Intraguild Predator: Distance-Sensitive or Habitat-Mediated Avoidance? *Animal Behaviour*, 74, 6: 1607–1616
- Sergio F., Newton I., Marchesi L. 2005. Conservation: Top Predators and Biodiversity. *Nature*, 436, 7048: 192
- Sergio F., Newton I., Marchesi L. 2008b. Top Predators and Biodiversity: Much Debate, Few Data. *Journal of Applied Ecology*, 45: 992–999
- Sergio F., Newton I., Marchesi L., Pedrini P. 2006. Ecologically Justified Charisma: Preservation of Top Predators Delivers Biodiversity Conservation. *Journal of Applied Ecology*, 43, 6: 1049–1055
- Sotenšek B. 2012. Prehranski niši simpatričnih vrst sov kozače (*Strix uralensis*) in lesne sove (*Strix aluco*) v gnezditvenem obdobju. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo: 80 str.

- Sunde P. 2005. Predators Control Post-Fledging Mortality in Tawny Owls, *Strix aluco*. *Oikos*, 110: 461–472
- Sunde P., Overskaug K., Bolstad J. P., Ingar I. J. 2001. Living at the Limit: Ecology and Behaviour of Tawny Owls *Strix aluco* in a Northern Edge Population in Central Norway. *Ardea*, 89, 3: 495–508
- Sundell J., Huitu O., Henttonen H., Kaikusalo A., Korpimäki E., Pietiäinen H., Saurola P., Hanski I. 2004. Large-Scale Spatial Dynamics of Vole Populations in Finland Revealed by the Breeding Success of Vole-Eating Avian Predators. *Journal of Animal Ecology*, 73, 1: 167–178
- Takashi S., Ottar N. B., Stenseth N. C. 1999. Density Dependence in Voles and Mice: A Comparative Study. *Ecology*, 80, 2: 638–650
- Tarman K. 1992. Osnove ekologije in ekologija živali. Ljubljana, DZS: 547 str.
- Tome D. 1996. Višinska razširjenost sov v Sloveniji. *Acrocephalus*, 17: 2–3
- Tome D. 2006. Ekologija: organizmi v prostoru in času. 1. izdaja. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 344 str.
- Trautner J., Geigenmüller K. 1987. Tiger Beetles, Ground Beetles. Aichtal, Josef Margraf: 488 str.
- Trilar T. 1991. Populacijska gostota, biomasa in reprodukcija malih sesalcev v Dinarskem bukovo-jelovem gozdu na Snežniku v letih 1988 do 1990. Magistrsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo: 84 str.
- Uredba o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000). 2014. Uradni list Republike Slovenije, št. 3/14: 196
- Vrezec A. 1996. Ali kozača gnezdi na Ljubljanskem barju? *Acrocephalus*, 17: 78–79
- Vrezec A. 2000a. Vpliv nekaterih ekoloških dejavnikov na razširjenost izbranih vrst sov (Strigidae) na Krimu. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo: 94 str.
- Vrezec A. 2000b. Prispevek k poznavanju cenoze krešičev (Coleoptera: Carabidae) na Medvedjaku (Goteniška gora, Slovenija). *Acta Entomologica Slovenica*, 8, 1: 59–67
- Vrezec A. 2003. Breeding Density and Altitudinal Distribution of the Ural, Tawny and Boreal Owls in North Dinaric Alps (Central Slovenia). *Journal of Raptor Research*, 37, 1: 55–62

- Vrezec A., Kapla A. 2007. Kvantitativno vzorčenje hroščev (Coleoptera) v Sloveniji: referenčna študija. *Acta Entomologica Slovenica*, 15, 2: 131–160
- Vrezec A., Kohek K. 2002. Nekaj gnezditvenih navad kozače *Strix uralensis* v Sloveniji. *Acrocephalus*, 23, 115: 179–183
- Vrezec A., Mihelič T. 2012. The Ural Owl, *Strix uralensis macroura*, in Slovenia: An Overview of Current Knowledge on Species Ecology. *Rivista Italiana di Ornitologia*, 82, 1/2: 30–37
- Vrezec A., Tome D. 2004a. Altitudinal Segregation Between Ural Owl *Strix uralensis* and Tawny Owl *S. aluco*: Evidence for Competitive Exclusion in Raptorial Birds. *Bird Study*, 51, 3: 264–269
- Vrezec A., Tome D. 2004b. Habitat Selection and Patterns of Distribution in a Hierarchic Forest Owl Guild. *Ornis Fennica*, 81: 109–118
- Vrezec A., de Groot M., Kobler A., Mihelič T., Čas M., Tome D. 2014. Ekološke značilnosti habitata in potencialna razširjenost izbranih kvalifikacijskih gozdnih vrst ptic (Aves) v okviru omrežja Natura 2000 v Sloveniji: prvi pristop z modeliranjem. *Gozdarski vestnik*, 72, 10: 472–492
- Vrh P. 2005. Medvrstna teritorialnost med kozačo (*Strix uralensis*) in lesno sovo (*Strix aluco*). Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo: 77 str.
- Vrh P., Vrezec A. L. 2006. Interspecific Territorial Vocal Activity of the Ural Owl (*Strix uralensis*) Towards Tawny Owl (*Strix aluco*), Sympatric Owl Competitor: A Playback Experiment. *Razprave IV. razreda SAZU*, 47: 99–105
- Wallin K. 1987. Defence as Parental Care in Tawny Owls (*Strix aluco*). *Behaviour*, 102, 3: 213–230
- Zuberogoitia I., Martinez Climent J. A. 2000. Methods for Surveying Tawny Owl *Strix aluco* Populations in Large Areas. *Biota*, 1, 2: 79–88

ZAHVALA

Najprej bi se zahvalila mentorju, dr. Alu Vrezcu, ki mi je s koristnimi nasveti in usmeritvami pomagal do končnega izdelka. Prav tako hvala za vpeljavo v metodologijo na terenu in za pomoč pri določanju malih sesalcev in hroščev na NIB-u in PMS-ju.

Nato bi se zahvalila recenzentu, dr. Rudiju Verovniku, ki mi je s koristnimi predlogi pomagal k izboljšanju celotnega dela. Hvala tudi predsedniku komisije, dr. Petru Trontlju, za temeljit pregled naloge in zelo koristne napotke.

Zahvalila bi se Andreju Kapli za vso pomoč in tudi popestritev pri določanju hroščev. Hvala ti predvsem za potrpežljivo določitev osebkov, za katere sem te že najmanj petič vprašala, ali je to to. ☺ Hvala še Špeli Ambrožič za koristne namige pri določanju krešičev ter Mojci Jernejc Kodrič za pomoč pri določanju malih sesalcev.

Hvala vsem fotografom, ki ste slikovno obogatili mojo nalogo: dr. Miha Krofel, Matej Kovačič, Janez Tarman, Ana Fortič, dr. Al Vrezec in Andrej Kapla. Prav tako lepa hvala Tomažu Miheliču iz DOPPS za pripravo zemljevidov razširjenosti kozače in lesne sove.

Hvala za pomoč vsem terenskim sodelavcem, ki ste se mi pridružili na Krimu – ni vas bilo malo: Ana Fortič, Erika Gioahin, Janja Turk, Nika Krivec, Katarina Drašler, Andreja Fegeš, Jan Slobodnik, Maja Četojevič, Petra Erjavec, Luka Mrzelj, Tomi Leon, Petra Hladnik, Špela Prelogar Popit, Tjaša Pršin, Matej Domevšček in Sebastijan Lamut. Sebo, hvala tudi za dobro voljo! ☺

Še posebej pa bi se za pomoč na terenu zahvalila Jasni Mladenovič. Kadarkoli sem potrebovala pomoč, si si vzela čas in se mi pridružila! Najine neskončne debate ob posedanju na štorih med postavljanjem pasti za hrošče mi bodo vedno ostale v spominu. Lepo je bilo!

Brez vaju, draga straša, pa do magistrske naloge sploh ne bi prišla. Hvala vama za podporo, tako finančno kot moralno. Hvala vama, da sta bila tako razumevajoča, kljub temu, da sem celotno hišo zasmrdeła s kisom ob prebiranju vzorcev hroščev. Vem, da je dolgo trajalo – a kdor čaka, ta dočaka! ☺ Res hvala! David, tudi tebi hvala za vzpodbudo!

Ne nazadnje pa bi se zahvalila še mojemu Tomažu. Najprej hvala, da si me sploh navdušil za ptičji svet. Hvala ti za vstajanja ob štirih ali petih zjutraj, da si še pred službo šel z mano na popise ptic. Hvala ti za vse adrenalinske trenutke ob opazovanju medveda, ki sem jih lahko delila s tabo. Zanimivo, samo takrat, ko si bil ti z mano na terenu, se je prikazal. ☺ Ne nazadnje pa hvala tudi za vse vzpodbudne besede, predvsem pa za potrpežljivost, ki je včasih premoreš neskončne količine!